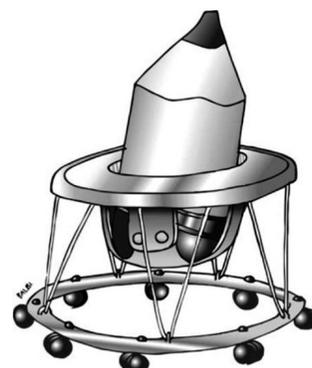


Objetos de aprendizaje. Hacia su consolidación como recursos eficaces para el aprendizaje

Learning objects. Towards their consolidation as effective resources for learning

Investigación
arbitrada



Derwis Oswaldo Rivas Olivo¹

derivas@ula.ve

<https://orcid.org/0000-0002-8995-3822>

Teléfono: + 426 426-5736126

Beatriz Sandia Saldivia²

bsandia@ula.ve

<https://orcid.org/0000-0002-5244-9067>

Teléfono:

Universidad de Los Andes

Facultad de Ingeniería

¹Dpto. de Cálculo, Facultad de Ingeniería

²Dpto. de Ciencias Aplicadas y Humanísticas

Mérida, estado Bolivariano de Mérida

República Bolivariana de Venezuela

Recepción/Received: 22/01/2024
Arbitraje/Sent to peers: 23/01/2024
Aprobación/Approved: 01/02/2024
Publicado/Published: 01/05/2024

Resumen

En el tema referido al impacto de la tecnología en la educación los objetos de aprendizaje han recibido gran atención. Sin embargo, la mayor parte de esta atención se ha orientado a sus cualidades “ilities”, ocasionando que la participación de tales recursos, como instrumentos para potenciar aprendizajes en entornos mediados por la tecnología, ocupe un segundo lugar. Este reporte presenta una revisión de los aspectos más significativos que inicialmente motivó el uso de objetos de aprendizaje para mediar procesos de enseñanza – aprendizaje, argumentando que existen aspectos inherentes al contexto pedagógico que aún no han sido considerados y que podrían posicionar a los objetos de aprendizaje como medios de expresión capaces de provocar cambios en la estructura cognitiva.

Palabras clave: objetos de aprendizaje, teoría de la carga cognitiva, teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

Abstract

Learning objects have received great attention regarding the impact of technology on education. However, most of this attention has been directed to its “ilities” qualities, causing the participation of such resources, as instruments to enhance learning in environments mediated by technology to take second place. This report presents a review of the most significant aspects that initially motivated the use of learning objects to mediate teaching-learning processes, arguing that there are aspects inherent to the pedagogical context that have not yet been considered and that could position learning objects as means of expression capable of causing changes in the cognitive structure.

Keywords: learning objects, cognitive load theory, cognitive theory of multimedia learning.

Author’s translation.

Introducción

En el camino hacia la consolidación de los objetos de aprendizaje, como recursos didácticos o pedagógicos para mediar procesos de enseñanza y aprendizaje, se aprecia un considerable número de investigaciones que proponen una definición, exponen sus cualidades tecnológicas y didácticas, explican metodologías para su construcción, advierten sobre la importancia de garantizar ciertos parámetros de calidad que permiten su reutilización en diversos escenarios educativos y se ofrecen resultados alentadores en el rendimiento de los estudiantes a través de su implementación en cursos de educación presencial (Arias, Moreno y Ovalle, 2009; Bertossi y Gutiérrez, 2022; Borrero, Cruz, Mayorga y Ramírez, 2009; Chiappe, 2009; López, Miguel y Montaña, 2008; Morales, García, Moreira, Rego y Berlanga, 2005; Sandia, Pérez y Rivas, 2019; Silva, Hernández y Corrales, 2011; Vidal, Segura, Campos y Salvador, 2010; Zapata, 2009). No obstante, aún existen ciertos aspectos íntimamente asociados a la psicología cognitiva que hasta ahora no se han considerado y que limitan, en buena medida, su potencialidad pedagógica al momento de ser creados. Con la idea de aportar argumentos para la consideración en este tema, que inviten al estudio de los objetos de aprendizaje tomando en consideración elementos provenientes de la psicología cognitiva, los autores se plantearon la tarea de desarrollar una investigación enmarcada en dos propósitos:

El primer propósito es crear un objeto de aprendizaje atendiendo a los principios establecidos en las teorías de la carga cognitiva, en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y en los modelos de acceso temporal a contenidos educativos en formato *online*. Desde un punto de vista técnico, el objeto corresponde a un objeto de aprendizaje del tipo instrucción auto-generada (Wiley, 2002), y tiene como contenido un tema matemático: ecuaciones lineales, dirigido a estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería (Universidad de Los Andes, Venezuela). Las fases de análisis, diseño y desarrollo, que orientan la construcción del objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, se enmarcan en la metodología OAULA (Sandia, Pérez y Rivas, 2019). El objeto de aprendizaje creado se implementó en un grupo de estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería.

En consecuencia, el segundo propósito de esta investigación es develar el efecto que este objeto de aprendizaje ocasiona en la cognición de los estudiantes asociado al tema de las ecuaciones lineales. La evidencia sugiere que el objeto Ecuaciones Lineales cuenta con cierta garantía de provocar en los estudiantes un conjunto de acciones que dan paso a una especie de configuración perceptiva imbricado al contenido de las ecuaciones lineales. Por lo tanto, existen razones para catalogar a los objetos de aprendizaje de instrucción auto-generada, cuya elaboración se enmarca en modelos y teorías de la carga y el aprendizaje cognitivo, como medios de expresión capaces de provocar cambios en la estructura cognitiva.

En aras de presentar los resultados obtenidos, este reporte se desarrolla en tres partes. La primera parte, está orientada a presentar el significado inicial de los objetos de aprendizaje, el enfoque que inicialmente orientó su estudio, las advertencias que en materia pedagógica se deben tener en cuenta, su incursión en el campo de la psicología cognitiva, los modelos y principios que deben orientar su dimensión tecno-educativa y el modo en el que esta investigación considera los objetos de aprendizaje de instrucción auto-generada, que podría orientar, su consolidación como recursos eficaces para el aprendizaje.

En la segunda parte, se presenta el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. En este segmento, se brindan explicaciones que sustentan la concordancia que existe entre el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales con los diversos modelos que se emplean para acceder a contenido digitalmente almacenado y los principios establecidos en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y la teoría de la carga cognitiva. Finalmente, en la tercera parte, se exponen los resultados obtenidos en la implementación del objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales.

1. Objetos de aprendizaje

El tema concerniente a los objetos de aprendizaje se ha abordado con interés en los últimos 20 años y ha generado controversia entre lo que representa o significa y lo que se espera de ellos. En cierto sentido, estas controversias radican en el contexto y propósito que le brindó su génesis, con relación a lo que posteriormente se observó en ellos como recursos que albergan la promesa de llevar el aprendizaje a contextos educativos mediados por la tecnología. Este ambiente de debates, afirmaciones y conjeturas viene cooperando en afianzar su potencialidad como recurso educativo, generando en torno a él, múltiples reflexiones sobre el papel o la responsabilidad que deben encarar quienes asumen la tarea de participar en la elaboración de estos recursos (Sandia, Pérez y Rivas, 2019). Se inicia este segmento exponiendo el significado inicial atribuido a los objetos de aprendizaje, sus aportes más significativos desde el contexto educativo y la presencia de nuevos elementos que requieren ser atendidos.

1.1. Significado inicial de los objetos de aprendizaje, ¿Qué hay de nuevo?

Los objetos de aprendizaje tienen su origen en la Programación Orientada a Objetos (POO), de allí deriva su nombre (McGreal, 2004). Inicialmente, como concepto proveniente del debate educativo en el contexto tecnológico, fueron entendidos como pequeñas unidades digitales de información, reutilizables, capaces de conectarse unas a otras hasta constituir la totalidad del contenido de una asignatura. Algo así como bloques de LEGO que se ensamblan entre sí hasta construir un juguete, o como átomos que se unen para definir una molécula, según las interpretaciones de Hodgins (2000) y Wiley (2002), respectivamente. Desde ambas perspectivas, se adjudicó la posibilidad de emplear cada bloque o átomo, en diferentes programas educativos, sin que en ello se requieran grandes esfuerzos de rediseño y construcción.

No obstante ésta acogida, recibida al inicio, dirigió fundamentalmente el debate a exponer sus bondades tecnológicas, desestimando, en buena medida, sus potencialidades didácticas y pedagógicas. Para Adell, Bellver y Bellver (2008), tal inclinación se debe a sus cualidades “ilities” que lo definen como un recurso tecnológico capaz de disponer contenidos digitales accesibles por la red y reutilizables en distintos contextos educativos a muy bajos costos. Debido a esta realidad, se pensó en una especie de economía del e-learning y se interpretó a los objetos de aprendizaje como recursos educativos pedagógicamente neutros y con independencia del contexto, según los objetivos declarados por la ADL (2001) (Advanced Distributed Learning Initiative) para atender el problema de la interoperabilidad de los materiales de instrucción suministrados por diferentes proveedores. Ante tal suposición, los planteamientos de Friesen (2004) y Wiley (2006) despejan el panorama y abren una ventana que invita al estudio de los objetos de aprendizaje desde un enfoque pedagógico.

Así, la tendencia inicial de desarrollar el debate haciendo énfasis en sus cualidades tecnológicas, se acompañó de advertencias y planteamientos, formulados por un amplio conjunto de investigadores, entre los que destacan: Chan (2002), Chiappe (2009), Friesen (2004), Merrill (2002), Wiley (2002; 2006), con relación a las potencialidades pedagógicas que alberga en los objetos de aprendizaje. A grosso modo, sus planteamientos refieren los siguientes aspectos:

- a. Los objetos de aprendizaje no son pedagógicamente neutros y en modo alguno independientes del contexto. En su diseño, elaboración, se debe atender a teorías educativas en aras de adecuar el recurso tanto al propósito educativo que lo origina, como al currículo donde se emplea. Por lo tanto, se requiere que sean entendidos como unidades instruccionales que albergan un propósito educativo, acorde a las necesidades e intereses de los estudiantes y cónsono a los planes de estudio donde están insertos.
- b. La granularidad y reusabilidad del objeto de aprendizaje, más allá de satisfacer requerimientos tecnológicos, se debe orientar en la cantidad de información y en la intención pedagógica para el cual es creado.
- c. Los objetos de aprendizaje deben obedecer a un diseño instruccional: objetivos, contenido, actividades de aprendizaje y evaluación, que garantice o potencie el aprendizaje. Lo que identifica como “aprendizaje” al objeto de aprendizaje es el contenido de instrucción dirigido a un sujeto que aprende, no se trata únicamente de un recurso para presentar información, sino la actividad que sobre esa información se planifica es lo que cuenta como instrucción (Chan, 2002).

En la actualidad, el tema de los objetos de aprendizaje inherente a su potencial pedagógico o didáctico adquiere nuevos matices que vienen de la mano de los elementos multimedia (videos, sonidos, imágenes, animaciones, películas, textos, colores, entre otros). Estos elementos conforman su dimensión tecno-educativa (Sandia, Pérez y Rivas, 2019) y confabulan para brindar al estudiante la mayor experiencia de aprendizaje posible. Con relación a este asunto, se cuenta con un interesante número de investigaciones que apuntan hacia el impacto que pudieran ocasionar en la estructura cognitiva la presencia de estos elementos (Garay, Tejada y Castaño, 2017; López, Contreras, Menéndez-Mora y Rojas, 2017; Orozco, Morales y Campos, 2016; Ortis, Muñoz, Cardeño y Alzate, 2017; Salinas y Ayala, 2017).

Al respecto, desde la psicología cognitiva, específicamente en la teoría de la carga cognitiva y en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, se postulan un conjunto de principios que sustentan el uso, presencia o pretensión de los elementos multimedia, dirigidos a mediar procesos de enseñanza y aprendizaje, con garantía de ocasionar cambios en la estructura cognitiva asociada al contenido educativo que a través de estos recursos se provee. Estos principios, le adhieren a los objetos de aprendizaje, nuevas cualidades para su estudio. A razón de ello, los autores sostienen que al momento de crear los objetos de aprendizaje se debe estudiar con sumo cuidado, en su dimensión tecno-educativa, la participación de los recursos multimedia debido a que esta participación no es ingenua.

De acuerdo a los postulados que se establecen en los principios de la teoría de la carga cognitiva y del aprendizaje multimedia, existen razones para atribuirle al objeto de aprendizaje cualidades para la formulación o reformulación de esquemas cognitivos, para la potenciación o consolidación de procesos cognitivos imbricados con el desarrollo del pensamiento, para la conformación de nuevas estructuras cognitivas o afianzamiento de las existentes, en fin, existen razones para suponer que el uso eficiente de los elementos multimedia, en el objeto de aprendizaje, conllevan a obtener un recurso capaz de provocar o potenciar el desarrollo cognitivo.

1.2. Objeto de aprendizaje ¿A qué se refieren los autores?

Toda vez que en el contexto educativo se menciona “objetos de aprendizaje” se hace referencia a un concepto sumamente amplio en el que, indudablemente, entra en juego un debate epistémico que toma en consideración los diferentes modos de entender las relaciones entre el sujeto que aprende y el objeto. En este debate, se diferencia al menos dos tipos de objetos de aprendizaje: los sensibles (pueden ser apreciados por los sentidos) y los no sensibles (producto de las ideas).

No obstante, en el contexto tecnológico el término “objetos de aprendizaje” refiere a un objeto sensible, y gracias a la definición aportada por Wiley (2002), se emplea para referirse a una gran variedad de recursos tecnológicos que proveen información. En un sentido de plantear diferencias, Wiley (2002) establece una clasificación basada en cinco tipos ideales de objetos de aprendizaje, con ello, el universo de los objetos de aprendizaje se divide en objetos fundamentales, combinados cerrados, combinados abiertos, presentación auto-generada, instrucción auto-generada. En atención al tipo ideal de objeto que contenga los elementos que ofrezca garantías de proveer aprendizajes (bien por la presencia de actividades que lo promuevan, o bien porque en él se integra una estrategia instruccional hacia su desarrollo, o bien por el efecto educacional que la actividad que sobre esa información se planifica) se debe entender a este tipo de objeto como un elemento perteneciente a alguno de los tipos de objetos antes mencionados. Según, por las características que se describen, este recurso, Wiley (2002) lo caracterizó como parte de los objetos de instrucción auto-generada.

A fin de ofrecer una representación visual de lo anteriormente explicado, se muestra en el universo de los objetos de aprendizaje (ver Fig. 1) la ubicación de un objeto que corresponde a un objeto para el aprendizaje y que se diferencia de otro que únicamente ofrece información.

ción, deben despertar, promover o consolidar en el estudiante, un conjunto de procesos cognitivos inherentes a lograr una especie de corporeidad perceptible asociadas a las ideas relativas al contenido educativo que a través de estos objetos de aprendizaje se presenta. Por lo tanto, para los autores un objeto de aprendizaje de instrucción autogenerada es un tipo especial de software educativo, identificado como un medio de expresión capaz de producir un lenguaje multimedia que promueve, consolida o potencia la formulación de esquemas cognitivos, inherentes al contenido educativo, que inciden eficazmente en los procesos de enseñanza-aprendizaje llevados a cabo en ambientes educativos mediados por la tecnología.

2. Modelos y principios que orientan su construcción

Reside, en los modelos de acceso temporal a contenidos educativos en contextos online y en los principios subyacentes a la teoría de la carga cognitiva y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, un cuerpo teórico que sustenta de qué manera se deben organizar los elementos multimedia con garantía de provocar o potenciar el desarrollo cognitivo. En ese sentido, estas teorías establecen parámetros que orientan el análisis, diseño, y desarrollo de los objetos de aprendizaje de instrucción auto-generada tal como los autores los consideran. Se explica a continuación brevemente estos modelos y principios.

2.1. Modelos de acceso temporal a contenidos educativos en contextos online

La experiencia que experimenta un estudiante cuando emprende procesos de enseñanza - aprendizaje mediados por la tecnología, se inicia con el acceso a información digitalmente almacenada, y dependiendo de los modos en la que esta información es diseñada, preparada y luego organizada en la pantalla del dispositivo influye en el resultado que se obtiene en dicho proceso. Rodríguez Illera (2008) explica que existen tres modelos básicos para diseñar o preparar contenidos educativos de acceso temporal. Estos modelos son: lineal, jerárquico e hipertextual. Los modelos presentan ventajas y desventajas para uno u otro propósito, por lo que la tarea de presentar contenido educativo en formato digital es compleja y requiere, por lo general, combinar estos modelos dirigidos a potenciar las ventajas que cada uno ofrece, minimizando en lo posible, el efecto negativo presente en sus desventajas.

2.2. Teoría de la Carga Cognitiva

Paas, Tuovinen, Tabbers y van Gerven (2003) definen la carga cognitiva como “la carga que el desempeño de una tarea particular impone sobre el sistema cognitivo del aprendiz” (p. 64). Esta teoría tiene como principal objetivo brindar una explicación sobre cómo el material instruccional enmarcado, diseñado o basado con elementos multimedia, ha de ser empleado en el desarrollo de presentaciones multimedia de modo de obtener un recurso didáctico, alineado con la estructura cognitiva de las personas. Considerar la interacción que ocurre entre los objetos que dan vida a la presentación multimedia y la estructura cognitiva de las personas, en el modo de procesar información, es para la teoría de la carga cognitiva esencial para el aprendizaje que tiene lugar a través de medios tecnológicos. En un sentido de orientar la forma en la que esta interacción ocurre, la teoría de la carga cognitiva presenta 10 principios. Estos principios son: principio de problemas con solución libre, principio ejemplos de problemas resueltos, principio completar problemas, principio de atención dividida, principio modalidad, principio de redundancia, principio imaginación, principio de interactividad, principio de inversión por pericia, principio de desvanecimiento del andamiaje.

2.3. Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia

Mayer (2005) propone la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia basado en lo siguiente: (a) La memoria se compone de tres tipos de memorias: sensorial, de trabajo y de largo plazo. Incorporar demasiados elementos en la memoria de trabajo puede superar su capacidad de procesamiento por lo que puede ocurrir que algunos elementos queden sin procesar. (b) Las personas poseen canales separados para procesar información verbal y visual. Cada canal tiene una capacidad limitada de procesamiento. (c) El aprendizaje significativo es resultado de la actividad del aprendiz cuando éste construye conocimiento ordenado e integrado. (d) En la memoria de trabajo tienen lugar cinco procesos cognitivos: selección de palabras, selección de imágenes,

organización de palabras, organización de imágenes, integración. (e) En la memoria, dependiendo del tipo de conocimiento, se construyen cinco tipos de representaciones para las palabras y las imágenes que reflejan su estado de conocimiento: palabras y figuras, acústicas e icónicas, sonidos e imágenes, verbales y pictóricos y conocimiento previo.

Mayer sostiene que no todas las presentaciones multimedia tienen la misma efectividad para el aprendizaje y asegura, basado en los resultados de sus experimentos, que los mensajes enviados a través de recursos multimedia que minimizan la carga cognitiva e incrementan las posibilidades de aprender son aquellos que respetan cierto ordenamiento, combinación y articulación de textos escritos, narraciones orales, imágenes y recursos gráficos. En tal sentido, Mayer propone siete principios que explican o modelan el modo en que deben participar los elementos multimedia para enviar un mensaje que sea efectivo para el aprendizaje. Los siete principios son: el principio multimedia, el principio de contigüidad espacial, el principio de contigüidad temporal, el principio de coherencia, el principio de modalidad de presentación, el principio de redundancia y el principio de diferencias individuales.

3. Objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales

En esta sección se presenta el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales diseñado y creado bajo la metodología OAULA (Sandía, Pérez y Rivas, 2019). En el marco de esta metodología, en las fases análisis, diseño y desarrollo se consideró, en la dimensión tecno-educativa, las recomendaciones en cuanto al uso de los modelos de acceso temporal a contenidos educativos en contextos online, los aportes de la teoría de la carga cognitiva y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. A continuación se describen los aspectos más relevantes en torno a la creación del objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, en cada una de las fases señaladas.

3.1. Fase análisis

El objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales está dirigido a estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería. Por ende, el público objetivo está conformado por personas con edad comprendida entre los 17 y 19 años. Se considera que, muy probablemente, algunos estudiantes tengan conocimientos previos del tema, y con base en ello, se auto-perciben como expertos en ecuaciones lineales. Por tal razón, la navegabilidad del objeto de aprendizaje, debe considerar opciones que le brinden al estudiante la posibilidad de emplear el objeto como un estudiante novato o como un estudiante experto en el contenido de las ecuaciones lineales.

Además, teniendo en cuenta que el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales procura lograr en los estudiantes cierta sensibilidad por el uso de las ecuaciones lineales para modelar y resolver situaciones de la vida real, requiere que en el enfoque pedagógico, preconcebido en el diseño del objeto, contemple al menos dos situaciones de aprendizaje. Por un lado, situaciones de aprendizaje que le exijan al estudiante proveer respuestas específicas a situaciones concretas, como es el caso, determinar el valor de la incógnita en la ecuación lineal. Por otro lado, situaciones de aprendizaje que requieren que el estudiante plantee un modelo que le permita resolver el problema. Ambas situaciones de aprendizaje, sugieren que el enfoque pedagógico en el objeto de aprendizaje considere aspectos inherentes, tanto al aprendizaje conductista, como al aprendizaje cognitivo. Esto conlleva a suponer que las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales deben basarse en el desarrollo de explicaciones conceptuales, acompañadas de ejemplos que ilustren la aplicabilidad de los conceptos, el alcance, o las posibles situaciones en las que la aplicabilidad incorrecta de los mismos, compromete la solución del problema.

Al respecto, las estrategias de enseñanza en el objeto de aprendizaje se basan en el desarrollo de un contenido en espiral. Se propone iniciar con los conceptos básicos para ir aumentando, a medida que avanza el contenido, el grado de dificultad de los problemas resueltos. Mientras que, la estrategia de aprendizaje, gira en torno al desarrollo de actividades, por parte del estudiante, que guardan estrecha correspondencia con el contenido recientemente tratado. Ambas estrategias se complementan, constituyendo una sinergia que busca potenciar, en el estudiante, el aprendizaje. La retroalimentación, en dependencia de la actividad, va más allá de proveer las respuestas correctas, se concibe como un recurso para motivar el análisis de los resultados encontrados

y de orientar y motivar, en la medida de lo posible, la búsqueda de información, contenida en el objeto de aprendizaje, necesaria para llegar a la solución.

El objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales se concibe como un promotor de espacios para el análisis metacognitivo. En el contexto del aprendizaje cognitivo, el aprendizaje depende, en buena medida, por el esfuerzo que protagoniza el estudiante en dar sentido a sus experiencias, en este particular, la comprensión se configura o se alinea en correspondencia con lo que ya saben. Por lo que, generar espacios en el objeto de aprendizaje para autoevaluar o valorar las interpretaciones que cada estudiante atribuye a los contenidos tratados, contribuye a generar ciertos niveles de confianza y motivación que inciden positivamente en el aprendizaje.

En lo relativo a las variables tecnológicas. Para crear el objeto de aprendizaje se emplea el software *exlearning* debido a su versatilidad y potencialidad para crear contenido editable y fácilmente adaptable a diversos sistemas operativos y navegadores. Además, provee lo necesario para el empaquetamiento del objeto de aprendizaje y la configuración de los metadatos. Por otro lado, se emplean programas de editores de textos para la creación y edición de cuadros de textos de contenido matemático. Aunque *exlearning* permite la creación y edición de cuadros de información, presenta ciertas deficiencias en el editado de ecuaciones matemáticas. Estas deficiencias obedecen a un sentido estético principalmente. Por esta razón, se apuesta por el uso del *Microsoft Word* para crear y editar estos contenidos. Así mismo, gracias a la potencialidad y facilidad de uso, se emplea el software *Camtasia Studios* para la creación y editado de videos y sonidos, y el software *Macromedia Fireworks 8*, para el editado de imágenes.

En lo concerniente a la presencia de los modelos de acceso a contenidos online, se considera la presencia de los modelos hipertextual y jerárquico como recursos que le permiten al usuario visualizar y consultar la información presente en el objeto de aprendizaje, en concordancia con sus intereses y capacidades. Con respecto al modelo hipertextual, es importante tener en cuenta su efecto contraproducente para el aprendizaje. Por esta razón, se evita usar este modelo para enlazar elementos afines que se encuentran presentes durante la explicación de un concepto. Al respecto, la teoría de la carga cognitiva recomienda evitar, en lo posible, que la memoria de trabajo se sobrecargue de información superflua que no contribuye, directamente, en la comprensión del contenido que se está tratando. Por otro lado, el modelo lineal en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales se emplea como un recurso para brindar información corta y detallada que tenga como propósito presentar un concepto o explicar la solución de un problema.

Teniendo en cuenta la importancia de los principios establecidos en la teoría de la carga cognitiva y en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, con relación a la elaboración de recursos multimedia dirigidos a potenciar el aprendizaje multimedia, en este análisis, se considera de gran valor didáctico y pedagógico garantizar, en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, la presencia de los siguientes principios de la teoría de la carga cognitiva:

- **El principio de ejemplos resueltos**, este principio supone una economía, en los estudiantes, en el uso de los recursos cognitivos al momento de resolver problemas, ya que en lugar de construir sus esquemas de solución por ensayo y error, adquiere por medio de los ejemplos resueltos la metodología para llegar a la solución de los problemas propuestos en las actividades que ellos deben desarrollar. Atendiendo a este principio, en el objeto de aprendizaje, se propone la presencia de ejemplos resueltos para orientar al estudiante en cómo debe atender la resolución de los problemas propuestos.
- **El principio modalidad**, sostiene que la memoria de trabajo optimiza el uso de recursos cognitivos cuando se emplean, más de dos canales perceptivos a la vez, para brindar explicaciones sobre un hecho en particular. En este caso, los canales perceptivos integran los datos para comprenderlos en unidad. Garantizar la presencia de este principio ayuda a contrarrestar el efecto negativo que origina el **principio de atención dividida**. Por lo tanto, en el objeto de aprendizaje, se propone el uso de videos, con audio explicativo, como un medio alternativo para brindar explicaciones adicionales sobre conceptos y procedimientos para resolver problemas.
- **El principio interactividad**, supone que emplear altos niveles de interactividad para lograr explicaciones detalladas sobre un concepto en particular (ejemplo, Wikipedia) origina sobrecarga en la memoria de tra-

bajo que no favorecen la comprensión, por lo que se recomienda, a medida que se avanza en el desarrollo del contenido, colocar al estudiante en situaciones que lo inviten a asimilar, y de ser posible comprender, los conceptos previamente tratados antes de seguir avanzando. En tal sentido, se advierte la importancia de considerar en el objeto de aprendizaje un espacio para la reflexión, y la autoevaluación de los conceptos y procedimientos previamente tratados, con el propósito de concretar aspectos que son determinantes para comprender el contenido que viene.

- **El principio inversión por pericia**, sostiene que a medida que una persona aumenta su conocimiento referido a un tema, las ayudas que recibe para resolver un problema se va convirtiendo en información redundante. Por lo que este principio sugiere, cuando se diseña un recurso multimedia para el aprendizaje, tomar en cuenta el conocimiento previo asociado al contenido y la habilidad del estudiante para resolver problemas asociados a ese contenido. De acuerdo a lo que establece este principio una presentación multimedia diseñada para el aprendizaje con elementos que reducen la carga cognitiva favorece a estudiantes novatos, mientras que los estudiantes expertos se ven más beneficiados con presentaciones multimedia que demandan altos niveles de carga cognitiva. En relación a este principio, se propone para la creación del objeto Ecuaciones Lineales estudiar la posibilidad de crear dos tipos de recursos en uno. Aquel que será destinado para un estudiante novato y otro dirigido a un estudiante experto en el tema de las ecuaciones lineales.
- **El principio desvanecimiento del andamiaje**, plantea ir progresivamente, a medida que se avanza en el desarrollo del contenido, disminuyendo las ayudas o las orientaciones que al inicio fueron dadas para llevar a cabo ciertas tareas. El uso óptimo de los principios inversión por pericia y desvanecimiento del andamiaje mitigan el efecto negativo que conlleva el **principio redundancia**. En efecto, en el objeto de aprendizaje se propone atender a este principio de mano con el desarrollo del contenido en forma espiral.

Por su parte, los principios que se sustentan desde la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y se consideran en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales son los siguientes: **Principio de contigüidad espacial**, explica que los estudiantes aprenden mejor si los recursos textuales y gráficos están físicamente integrados a que si éstos estuvieran separados. Este principio muestra la importancia de considerar en el objeto de aprendizaje la presencia de videos acompañados de audios que explican conceptos y resolución de problemas. Esta idea se complementa con el **principio de contigüidad temporal**, cuando estas explicaciones, en formato audiovisual, se proponen de forma secuencial en el objeto de aprendizaje y no de forma separada. Ambos principios de contigüidad espacial y temporal se proponen en el objeto de aprendizaje atendiendo al **principio de coherencia**, el cual sustenta que el aprendizaje de los estudiantes se potencia cuando los recursos audiovisuales se encuentran alineados conceptualmente con el contenido tratado y no fuera de contexto.

En el marco de la metodología OAULA, la fase análisis concluye con la elaboración de un informe final (ver Anexo A). En este informe se detalla cada uno de los aspectos considerados durante el análisis y constituye el producto que se evalúa en la fase validación.

3.2. Fase diseño

En esta fase se explica de qué manera el contenido educativo será presentado a los estudiantes.

- **Uso de un avatar**: El objeto de aprendizaje requiere captar la atención del estudiante, orientar el proceso enseñanza-aprendizaje y, de ser posible, asegurar ciertos niveles de interactividad. En tal sentido, se apuesta por el uso de un avatar, que a modo de diálogo, le informe al estudiante sobre el contenido que encontrará en el objeto, le advierte la importancia de contar con ciertos requerimientos necesarios para avanzar en el desarrollo del contenido y le explique cómo emplear el contenido para resolver problemas. Estas razones, justifican el uso del avatar como parte de una estrategia preinstruccional.
- **Modelos de acceso al contenido online**: El modelo lineal se emplea como recurso para mostrar el contenido, bien sea, en formato de cuadros de textos, o en formato de videos. En aras de aprovechar su efecto positivo, se procura su uso para presentar un contenido específico y enfocado a un propósito. Con respecto al modelo jerárquico, se emplea para ofrecer al estudiante una visión general del contenido que encontrará

en el objeto de aprendizaje. Se garantiza su efecto positivo, cuando se emplea con pocos niveles de jerarquización para disgregar el contenido (ver Anexo B).

Con relación al modelo hipertextual, se propone su uso como un recurso que permite ocultar información, que por defecto, el estudiante no requiere para comprender el contenido. Esta información sólo estará disponible si el estudiante considera necesario acceder a ella para mejorar su comprensión o potenciar el aprendizaje del contenido en desarrollo. En este caso, para evitar algunos efectos negativos en su uso, las ventanas que emergen, al hacer uso del modelo hipertextual, no deben ocultar la información actual, al contrario, deben complementarla (ver Anexo B).

- **Diseño de las páginas:** En el diseño de cada una de las páginas que conforman el objeto de aprendizaje se recomienda, en la medida de lo posible y atendiendo a propósitos didácticos, que las mismas alberguen la menor cantidad de información. En este propósito, el modelo jerárquico juega un papel fundamental. Sin embargo, un uso excesivo de este modelo podría conllevar a un efecto negativo en el aprendizaje. Por esta razón, en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, en cada página, se propone emplear diversos recursos tecnológicos para crear tres tipos de ambientes que contribuyan a configurar, en cada ambiente, escenarios bien diferenciados para el aprendizaje y la enseñanza, enmarcados en estrategias pre-instruccionales, co-instruccionales y post-instruccionales (ver Anexo B).

En el ambiente 1, la estrategia preinstruccional, se configura de modo de brindar al estudiante la posibilidad de construir un organizador mental que contribuya a integrar en sus estructuras mentales la nueva información que tratará en el ambiente 2. Al respecto, Ausubel sostiene que la elaboración de organizadores mentales, por parte de los estudiantes, da lugar a una forma propia y personal de establecer vínculos entre ideas y situaciones referidas a conceptos previamente elaborados o experiencias personales. Se considera que, en este ambiente, el uso de un avatar podría incidir positivamente en esta tarea.

En el ambiente 2, la estrategia coinstruccional, se configura por medio de cuadros de textos, videos y sonidos que proveen información específica sobre el concepto que se desea explicar. En la configuración de este ambiente, es de suma importancia atender a los principios modalidad y ejemplos resueltos de la teoría de la carga cognitiva y a los principios contigüidad espacial, contigüidad temporal y coherencia de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

Finalmente, en el ambiente 3, la estrategia postinstruccional se orienta de manera que el estudiante se vea involucrado a participar en la resolución de problemas o en actividades que lo inviten a autoevaluarse o desempeñar tareas que conlleven al desarrollo metacognitivo. Al respecto, la retroalimentación juega un papel fundamental.

En el marco de la metodología OAULA, la fase diseño concluye con la elaboración de un *storyboard* (ver Anexo B). El *storyboard* constituye un conjunto de imágenes que le brindan al desarrollador del objeto de aprendizaje una aproximación de cómo se consideró el diseño del objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. Este recurso constituye el producto que se evalúa en la fase validación.

3.3 Fase desarrollo

Tal como se señala en la metodología OAULA, en esta fase, se elaboran los medios y recursos tecnológicos que conforman el objeto de aprendizaje. En tal sentido, en las próximas líneas, se presentará un conjunto de capturas de pantallas del objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, con ello, se espera ofrecer al lector una referencia gráfica del objeto de aprendizaje construido. Se considera que esta referencia informa de qué manera fueron atendidos, durante el desarrollo, cada uno de los aspectos descritos durante las fases previas: análisis y diseño.

Se inicia esta presentación con la bienvenida al objeto de aprendizaje. En la Fig. 2, se aprecia la presencia del modelo hipertextual para ofrecer al estudiante las dos opciones en las que puede utilizar el objeto de aprendizaje: bien como estudiante novato, o como estudiante experto.

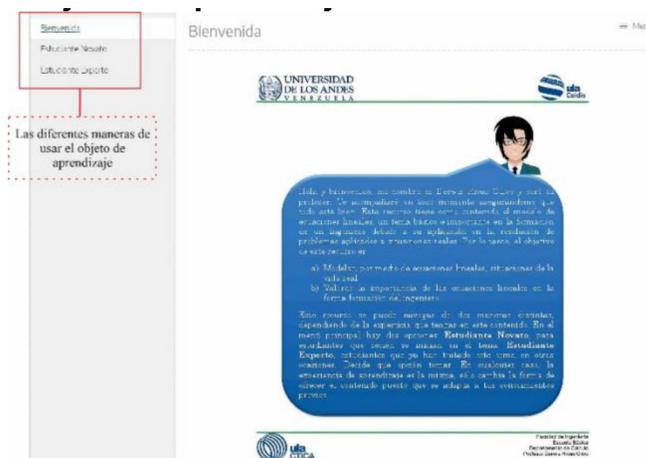


Fig. 2. Bienvenida al objeto de aprendizaje

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Al respecto, el avatar explica al estudiante que la navegabilidad no afecta la experiencia de aprendizaje, y en lugar de ello, le recomienda tomar en cuenta su experiencia previa, con relación al tema, para elegir el modo de usar el recurso. Así mismo, el avatar brinda orientaciones sobre el contenido que encontrará en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales y el propósito que se persigue a través de su utilización. De esta manera, si el estudiante decide optar por la opción “estudiante novato”, al hacer la elección, lo lleva a otra página que le muestra el contenido que encontrará como estudiante novato. Esto se aprecia en la esquina izquierda superior de la Fig. 3, gracias al uso del modelo jerárquico.



Fig. 3. Contenido como estudiante novato

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

En la Fig. 3 se observa, nuevamente, la presencia del avatar que, en un contexto preinstruccional, le explica al estudiante qué debe tener en cuenta para avanzar en el contenido. Tal como puede notarse, y podrá apreciarse en las futuras capturas de pantalla, la presencia del avatar, en el objeto de aprendizaje, cumple una función orientadora enmarcada en una estrategia preinstruccional. En algunos casos, en dependencia del contenido y en aras de lograr una mejor explicación, el avatar también aparecerá como orientador en el marco de estrategias postinstruccionales.

Continuando con la presentación del objeto de aprendizaje, si el estudiante desde la página “estudiante novato” opta por la opción “Definición y solución de una ecuación lineal”, al hacer su elección, lo lleva a la página que le presentará y explicará justamente ese contenido. Como puede notarse, en la Fig. 4, la página inicia en el ambiente 1 con la presencia del avatar que le informa al estudiante sobre la importancia del contenido que tratará seguidamente. Luego continúa el ambiente 2 en el que se presentan tres conceptos. Estos tres conceptos son: (a) Qué es una ecuación lineal. (b) Qué significa resolver una ecuación lineal. (c) Cómo se resuelve una ecuación lineal.



Fig. 4. Definición y solución de una ecuación lineal

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

En un sentido de contribuir en la comprensión de estos tres conceptos se consideró, durante la fase desarrollo, no utilizar el modelo hipertextual para disgregar este contenido en dos páginas adicionales. En lugar de ello, se optó por la presencia de un avatar para cerrar el concepto recientemente tratado y abrir el próximo. Para lo cual, el avatar invita al estudiante a reflexionar sobre el concepto previo y su relación con el próximo concepto.

Al término del ambiente 2, se inicia el ambiente 3. Este ambiente se configura basado en dos tipos de actividades. La primera actividad identificada como “Análisis Retrospectivo”, invita al estudiante a reflexionar sobre el contenido previamente tratado y la importancia de estar convencidos que lo estudiado previamente es, en efecto, un contenido comprendido por ellos. La segunda actividad, referida como “Para verificar lo aprendido” invita al estudiante a resolver problemas que guardan estrecha correspondencia con el contenido previamente tratado y los ejemplos previamente explicados. En este tipo de actividades, la retroalimentación, se contextualiza en dos modos diferentes. En algunos casos, en dependencia del enfoque didáctico-pedagógico que justifica el tipo de actividad que se propone, la retroalimentación simplemente mostrará los resultados que se mantendrán ocultos y solo serán visibles cuando el estudiante presione “Mostrar soluciones”. Tal como se ejemplifica en la siguiente figura.

En otros casos, la retroalimentación permanece visible y se ofrece inmediatamente después de formulado el problema. Este tipo de retroalimentación no pretende proveer al estudiante de la solución, en lugar de ello, busca dirigir la atención del estudiante en tratar de recordar o retomar los conceptos previamente tratados que pueden coadyuvar a encontrar el camino hacia la solución del problema. Este tipo de retroalimentación juega un papel orientador-mediador entre el contenido previamente tratado y el proceso de resolución del problema. A modo de ilustrar este tipo de retroalimentación, se ofrece la siguiente figura.

Por lo tanto, la retroalimentación en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, en algunos casos, muestra la solución sin explicar razones de cómo se obtiene y en otros casos, juega un papel orientador-mediador entre los conceptos en proceso de asimilación y adaptación y la resolución de los problemas. No obstante, este papel orientador-mediador de la retroalimentación podría no ser suficiente para que el estudiante logre resolver el

problema. En aras de evitar, en lo posible, cualquier efecto desmotivador debido a la imposibilidad que pueda sentir el estudiante al momento de resolver el problema, se provee al estudiante de otro tipo de retroalimentación, esta vez, una retroalimentación que explica el proceso de resolución del problema.

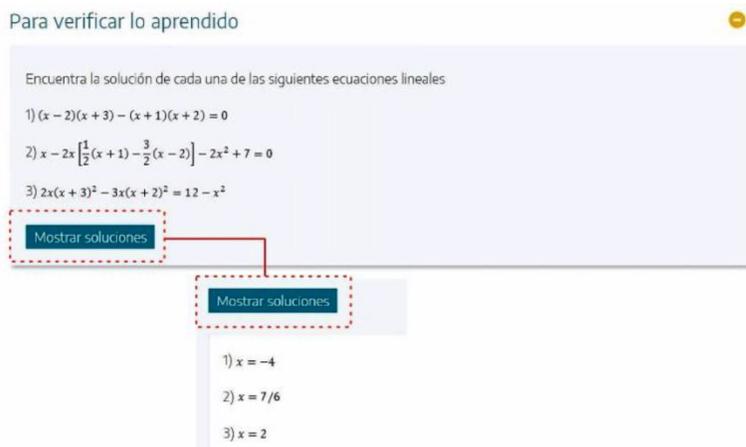


Fig. 5. Retroalimentación que muestra resultados

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023)



Fig. 6. Retroalimentación mediadora-orientadora

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

En este tipo de retroalimentación, el estudiante encuentra una explicación detallada de cómo se desarrolla la resolución del problema, atendiendo, justamente, a las indicaciones ofrecidas en la retroalimentación orientadora-mediadora. La retroalimentación que explica el proceso de resolución de un problema, por defecto, se mantiene oculta y sólo estará disponible, cuando el estudiante presione “Mostrar retroalimentación”.

Lo reseñado hasta ahora explica de qué manera está configurada cada una de las páginas en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. Se atendió a la importancia de respetar las recomendaciones que aseguran un uso óptimo de los diversos modelos de acceso a contenidos educativos en formato online, como también, se respetó algunos principios subyacentes en la teoría de la carga cognitiva y en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. Se detalla a continuación la presencia de tales principios.

- El **principio de inversión por pericia** está presente en el recurso cuando se le brinda la bienvenida al estudiante (ver Fig. 2). En la bienvenida, el estudiante encuentra que puede utilizar el recurso, de un modo u otro, en dependencia de su experiencia en el tema de las ecuaciones lineales. En el modo “estudiante

novato” el estudiante protagoniza un desarrollo del contenido en forma de espiral que va desde lo más simple a lo más complejo, tanto en la exposición de los conceptos, como en los ejemplos que se resuelven. Mientras que en el modo “estudiante experto” el contenido se desarrolla invitando al estudiante a resolver una situación problematizada, sin incluir explicaciones previas de conceptos o propiedades, o resolución de problemas similares.

- De mano con el desarrollo del contenido en espiral, se emplea el **principio de ejemplos resueltos**. Los ejemplos que explican la resolución de problemas, inician con la resolución de problemas sencillos, para luego ir avanzando el nivel de dificultad de las explicaciones.
- Al final de la navegabilidad como “estudiante novato”, el avatar invita al estudiante a continuar la navegabilidad en el objeto de aprendizaje como “estudiante experto”. En esta nueva manera de usar el recurso se emplea el **principio desvanecimiento del andamiaje**. En la opción “estudiante novato” el estudiante encuentra en los problemas de modelado explicación detallada de cómo obtener la solución. Seguidamente, en la sección “para verificar lo aprendido”, las explicaciones desaparecen y sólo se muestra la solución de cada problema.
- En el objeto de aprendizaje los análisis retrospectivos y las retroalimentaciones mediadoras-orientadoras cumplen con lo establecido en el **principio interactividad**. Así mismo, la forma de concebir el uso del modelo hipertextual en los cuadros de textos, evitando el impacto negativo que conlleva un uso excesivo de la hipertextualidad, también obedece a los planteamientos que definen el principio interactividad.
- El ambiente 2, de cada una de las páginas, se desarrolló con la participación conjunta de cuadros de textos y recursos audiovisuales obedeciendo a lo establecido en los **principios coherencia, contigüidad temporal y contigüidad espacial**. De este modo, cada recurso, además de estar integrado físicamente, está dirigido a explicar al estudiante el contenido de manera secuencial. Garantizando, en cierto grado la efectividad del **principio modalidad**.

3.4 Fase implementación y evaluación

El proceso implementación-evaluación se ejecutó con la participación de 05 estudiantes del primer semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, Mérida-Venezuela, bajo las siguientes condiciones:

- Se dispuso de un espacio acondicionado con computadoras equipadas con todos los periféricos que garantizan que los recursos multimedia, que contiene el objeto de aprendizaje, sean aprovechados por los estudiantes en su máxima capacidad.
- Se asignó un horario de 06 horas semanales para que los estudiantes, en dependencia de la disponibilidad de su tiempo, acudieran al lugar con la intención de utilizar el objeto de aprendizaje.
- Se planificó un total de 10 sesiones de trabajo. Cada sesión, se desarrolló en ausencia del profesor-investigador. Es decir, cada sesión de trabajo estuvo enmarcada bajo un ambiente autoinstruccionado.

Luego de concluir las sesiones de trabajo, se aplicó un cuestionario dividido en tres secciones, contenido de 14 preguntas (ver Anexo C). La primera sección del instrumento, consta de 03 preguntas y está dirigido a indagar el efecto que origina en los estudiantes el uso de un avatar para presentar el contenido. La segunda sección del instrumento, consta de 06 preguntas que tienen como propósito verificar algunos postulados subyacentes en los principios de la teoría de la carga cognitiva y el aprendizaje multimedia. Tales principios, guardan estrecha correspondencia en la forma cómo los recursos multimedia promueven la construcción de representaciones mentales. Finalmente, la tercera sección del instrumento tiene 05 preguntas. Con estas preguntas, se busca esclarecer el efecto que ocasiona en los estudiantes las distintas maneras de presentar la retroalimentación en el recurso. Los resultados de la aplicación de este instrumento se esbozan a continuación:

Resultados

Los resultados se presentan en concordancia con cada una de las secciones del cuestionario.

Sección 1: Uso del avatar

Para la mayoría de los participantes, el uso de un avatar, para explicar aspectos relacionados al contenido que verá seguidamente, genera un efecto motivador y otorga al recurso de cierta “presencia del profesor” que ayuda a comprender mejor el contenido. Así mismo, califican la presencia y la función del avatar como excelente debido a la interactividad que causa al momento de presentar el contenido. Los participantes afirman que el avatar los orienta en lo que van a leer próximamente y también los conecta con lo que vienen estudiando, lo cual, les agrada. En lo que respecta a la presencia del avatar previo a la resolución de algunos problemas, la mayoría de los participantes aseguran que el avatar los ayuda a recordar conceptos y procedimientos que han olvidado y son necesarios para resolver el problema. Como muestra de las opiniones encontradas, se ofrecen las siguientes respuestas:

Tabla 1. Opiniones de los participantes con relación a la presencia del avatar

Participantes	Opinión
Participante 1	“El avatar me parece muy útil, ya que es una forma digital de “expresar” alguna opinión, comentario o ayuda del profesor respecto al problema”.
Participante 2	“Siento que es un buen recurso para captar la atención de los estudiantes y esto hace que sea más didáctico el aprendizaje ya que para algunos los libros o artículos relacionados sobre el tema pueden ser más “aburridos””.
Participante 3	“En mi opinión, me parece excelente la presencia de un avatar, ya que de esta forma, simula una conversación, volviendo así el aprendizaje más didáctico e interesante. Creo que es muy importante la existencia de un “tutor” o “guía”, y en este caso, con el avatar, se siente cierta presencia, también se siente bastante diferente en comparación de si solo se mostrara el texto”.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

Sección 2: Recursos multimedia

Todos los participantes aseguran que usar cuadros de textos y audio videos para presentar la misma información contribuye a lograr un mejor entendimiento del contenido. Sin embargo, algunos participantes afirman que en los cuadros de textos se detallan claramente las explicaciones por lo que desestiman, en cierto grado, la presencia del audio video en una misma ventana. Por otro lado, algunos participantes agregan que la presencia de ambos recursos multimedia en una misma pantalla es algo increíble porque adosa dos formas diferentes de motivar el aprendizaje.

Con relación a la prioridad que los participantes otorgan al momento de usar estos recursos, ubicados en una misma pantalla, todos optan por usar primero el cuadro de texto y luego observan el audio video. La razón que ellos atribuyen a esta acción, se debe a la potencialidad que tienen los cuadros de textos para mostrar toda la información, que a diferencia del audio video, la información se va presentando conforme el mismo avanza. Para los participantes, la lectura del contenido, presentado en el cuadro de texto, los ayuda a construir en la mente el concepto que están tratando. No obstante, cuando consultan el audio video, el constructo previamente logrado, se somete a modificaciones. En algunos casos, se corresponde con lo obtenido, por lo que el audio video ayuda a complementar la idea elaborada. En otros casos, lo previamente construido, requiere ser modificado porque no se ajusta al significado correcto. A modo de referencia de lo encontrado en los cuestionarios, se presentan las siguientes opiniones:

Tabla 2. Opiniones de los participantes con relación a los recursos multimedia

Participantes	Opinión
Participante 1	“Si, la lógica que se va explicando la voy construyendo en mi cabeza, generalmente empiezo construyendo cada término de la ecuación en el miembro izquierdo y luego en el miembro derecho, según lo que voy leyendo.”
Participante 3	“Sí claro, al momento de leer o ver un video, imagino el problema en mi cabeza e intento anticiparme a el siguiente paso para resolverlo, si lo que pensé fue lo correcto, voy por un buen camino, si no, me detengo, escucho la explicación, retrocedo y vuelvo a avanzar, pero esta vez teniendo en cuenta el fallo que tuve, así tengo conciencia de cada error para no cometerlo más adelante”.

Participantes	Opinión
Participante 4	“Solo leo la parte del problema, intento resolver, hago lo que puedo, y cuando me siento de alguna forma atrapada, recorro a ver la solución en el cuadro de texto. En caso de que no hubiese entendido algo más allá, si me iría al vídeo, pero no fue necesario”.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Sección 3: La retroalimentación

Todos los participantes le otorgan al análisis retrospectivo un efecto positivo para concluir el contenido tratado. La mayoría de los participantes encontró, en este análisis, una oportunidad para recordar lo estudiado. También señalan, que gracias a este análisis, pueden surgir dudas de cómo se comprendió el tema y por lo tanto retomar el contenido previamente estudiado para concretar detalles y continuar avanzando.

Con relación a la retroalimentación orientadora-mediadora, algunos participantes la consideran como interesante debido a que les provee un espacio para recordar el contenido recientemente tratado y su influencia o relación con el problema propuesto. Por otro lado, para los participantes, la retroalimentación que explica a detalle la resolución de un problema brinda un procedimiento paso a paso para abordar situaciones similares, consideran además, que este tipo de retroalimentaciones ayuda no sólo a comprender la resolución del problema sino que, adicionalmente, incide positivamente en la manera cómo ellos corrigen sus errores.

No obstante, a pesar del efecto positivo que le atribuyen a este tipo de retroalimentaciones, también consideran que las mismas solo deben estar presentes en algunos problemas seleccionados y no en todos los problemas propuestos. A razón de ello, los participantes señalan que las retroalimentaciones que solo muestran la solución del problema (no explica el proceso de resolución), son más convenientes debido a que este tipo de retroalimentaciones los colocan en una situación de reto que los obliga a pensar, para llegar a la solución tal como se muestra en el recurso. Algunas de las opiniones emitidas, se muestran a continuación:

Tabla 3. Opiniones de los participantes con relación a la retroalimentación

Participantes	Opinión
Participante 1	“Tal vez pienso que no es necesario en todos, si no en los que se presenten más herramientas que sean necesarias de recordar”.
Participante 2	“Si, ayuda a entender como atacar el problema para poder llegar a la solución, de hecho, puede incluso dar a conocer en que parte del problema el estudiante se puede estar equivocando”.
Participante 3	“Creo que son un buen detalle, ya que puede dar un pequeño resumen de la importancia de el contenido anterior, además me parece que sirven para establecer la pregunta de si se entendió correctamente el contenido, invitando en caso negativo a volver a repasar la información”.
Participante 5	“Opino que sí, ya que a que cada caso de modelado puede necesitar una solución diferente y siempre es bueno tener una retroalimentación que te ayude a comparar el procedimiento que realizaste o en tal caso que no se pudo resolver el ejercicio la explicación paso a paso de cómo resolverlos”

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Análisis de los resultados

El análisis se presenta conforme a cada sección del cuestionario aplicado.

Uso del avatar

La evidencia encontrada indica que el uso de un avatar es bien recibido por los participantes y cumple con cada una de las consideraciones que en las fases análisis y diseño justificaron su presencia en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. A razón de ello, es importante resaltar que el avatar en su función como presentador del contenido, en el marco de las estrategias preinstruccional y postinstruccional, generó en los parti-

participantes cierto grado de empatía, contribuyendo en la elaboración de organizadores mentales que les permitió vincular o conectar información, tanto para comprender los conceptos y procedimientos, como para resolver problemas. En ese sentido, los participantes le atribuyen al avatar propiedades o características tales como: presencia del profesor o tutor, es un recurso que ayuda a captar la atención, hace que la explicación sea más agradable en comparación con las explicaciones que se encuentran en los libros, simula una conversación haciendo que sea más didáctico e interesante, ayuda a comprender el contenido, entre otros aspectos similares.

Por otro lado, en el marco de la estrategia postinstruccional, el avatar, como parte constituyente de la retroalimentación mediadora-orientadora, juega un papel sumamente importante porque, además de lo señalado previamente, coopera en la configuración de espacios que dan lugar a procesos de asimilación y adaptación. Ante la solicitud de resolver el problema, los participantes inician la resolución haciendo uso de las primeras interpretaciones que ellos tienen de los elementos que definen el problema, no obstante, ante la imposibilidad de continuar el proceso de solución, encuentran en las indicaciones del avatar, lo necesario para retomar la búsqueda de información que los conlleve a la solución del problema. Por lo tanto, los participantes intentan adaptar a la situación planteada el esquema cognitivo previamente elaborado, ante la incongruencia de ese proceso, buscan asimilar nueva información que los conlleve al encuadre del esquema construido con la situación planteada.

Presentación del contenido

Antes de analizar el efecto que ocasiona en los participantes la manera o los medios empleados para presentar el contenido, es conveniente recordar que el contenido, en el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, comprende conceptos ejemplificados por medio de problemas resueltos y problemas propuestos que deben ser resueltos por los participantes. La evidencia encontrada señala que los participantes inician el estudio del contenido a través de los cuadros de textos y posteriormente emplean el audio video para complementar lo estudiado. Con estas acciones, logran una mejor comprensión del tema. Es decir, los participantes inician, gracias al efecto que ocasiona la lectura, una construcción inicial del significado de los objetos matemáticos que están en juego y luego, a consecuencia de la acción de consultar el audio video, esa construcción inicial, adquiere mayor sentido para ellos, dando lugar a cuestionamientos internos que dirigen el proceso de aprendizaje hasta su estado final, que podría ser, comprender las explicaciones del contenido, ejemplificadas en los ejemplos resueltos, o resolver los problemas propuestos.

Con relación a la efectividad en este proceso de construcción el uso de ejemplos resueltos, similares a los ejercicios propuestos, es determinante. Las opiniones de los participantes revelan que gracias a las explicaciones en los ejemplos resueltos ellos visualizan de qué manera deben abordar la resolución de problemas similares. Por lo que, el procedimiento explicado paso a paso que conlleva a la solución del problema, desarrollado en los ejemplos resueltos, configura en ellos un esquema cognitivo que les permite actuar eficazmente en situaciones similares. No obstante, para los participantes, este esquema cognitivo requiere ser validado, razón por la que consideran impropio la presencia de ejemplos resueltos que sean similares a otros ya tratados previamente. En lugar a ello, expresan que tales ejemplos deberían estar presentes como ejercicios propuestos.

Por lo tanto, la presencia de cuadros de textos y audio videos en una misma pantalla, con la misma información, configura un espacio para corregir posibles errores en la construcción de esquemas cognitivos. Lo estudiado por medio de un recurso, mejora significativamente cuando se estudia, el mismo contenido, por medio del otro recurso. En consecuencia, la estrategia coinstruccional basada en el uso coordinado de cuadros de textos y audios videos, para presentar la misma información, contribuye a una mejora en la comprensión del contenido y en la construcción correcta de esquemas cognitivos.

La evidencia encontrada en la presentación del contenido, se correlaciona con los postulados que dan forma a los principios modalidad, contigüidad espacial y contigüidad temporal, inmersos en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y en los principios ejemplos resueltos, desvanecimiento del andamiaje e inversión por pericia presentes en la teoría de la carga cognitiva.

Retroalimentación

En lo concerniente a los diversos modos de emplear la retroalimentación, la evidencia sustenta que cada una de las consideraciones, que durante la fase de análisis y diseño motivaron el uso de un análisis retrospectivo para configurar estrategias postinstruccionales, están presentes. Los participantes atribuyen al análisis retrospectivo ciertas cualidades que lo califican como un recurso idóneo para cerrar el desarrollo de un tema, promueve la acción de recordar conceptos tratados, así como también, resalta aspectos importantes que son necesarios para avanzar al siguiente tema. Estas cualidades, que los participantes adosan al análisis retrospectivo, se corresponde con ciertos aspectos presentes en el principio interactividad y advierten la presencia de una conducta que requiere ser considerada. Los participantes valoran la posibilidad de un espacio para el análisis y la reflexión que los invite a pensar sobre el tema tratado y su correlación con el contenido que abordarán en las próximas páginas.

Así mismo, los participantes califican la retroalimentación mediadora-orientadora como una especie de enlace entre el contenido y el problema propuesto, atribuyen esta propiedad a la manera en la que el avatar les informa sobre lo que deben saber y tener en cuenta para iniciar la resolución del problema. Esta forma de apreciar este tipo de retroalimentación guarda cierta correspondencia con el efecto que ocasiona en ellos el uso de un avatar para crear un organizador mental y la actividad que propicia el análisis retrospectivo.

Por otro lado, los participantes reconocen la importancia de contar con una retroalimentación que explica detalladamente la resolución de un problema. Esta importancia se encuentra asociada a cualidades que ellos describen como: ayuda a entender de qué manera se debe abordar la solución de un problema, permite disipar dudas, o también, coopera en comprobar hasta qué punto, de la resolución del problema, el procedimiento ejecutado es correcto o ayuda a ubicar en dónde se encuentran los errores, además provee un procedimiento paso a paso que se puede replicar en situaciones similares. Estas cualidades, que los participantes atribuyen a este tipo de retroalimentaciones, sugieren que al momento de resolver problemas propuestos. ellos podrían tener o no tener alguna noción de cómo iniciar el proceso de resolución, por lo que el esquema cognitivo que han elaborado previamente no es suficiente para abordar situaciones como las descritas en los problemas propuestos. En ese sentido, este tipo de retroalimentación funge como una guía y provee lo necesario para que el esquema cognitivo se potencie y se adapte a la nueva situación que requiere ser atendida.

De mano con la idea que se viene desarrollando, las opiniones de los participantes advierten la importancia de emplear este tipo de retroalimentaciones en algunos problemas en donde se requieren aplicar metodologías o procedimientos distintos a los previamente explicados. Una de las razones, de mayor peso, que motivan estas opiniones se aprecia en la preocupación que ellos manifiestan de tener un recurso que explica todo, es decir, les preocupa tener a disposición un recurso en el que no hay problemas para resolver. En esta situación, el recurso no los coloca en la necesidad de pensar para resolver problemas propuestos, y esto genera cierta preocupación. Ante una situación como esta, aseguran que es más conveniente contar con problemas propuestos que sean similares a los ejemplos previamente resueltos, y en este caso, la retroalimentación que acompaña a los problemas propuestos debería sólo mostrar la solución y no el procedimiento que lleva a la solución.

La evidencia encontrada en relación al uso y presencia de la retroalimentación que explica paso a paso la resolución de un problema propuesto y la retroalimentación dirigida a solo mostrar la solución del problema propuesto, se correlaciona con los postulados que describen los principios inversión por pericia y desvanecimiento del andamiaje, presentes en la teoría de la carga cognitiva. Juega a favor de la construcción que hacen los participantes de la solución del problema cuando las ayudas van disminuyendo y cuando, a medida que avanzan en el desarrollo del contenido, los problemas propuestos están acordes a su desarrollo cognitivo.

Los resultados encontrados advierten que existen razones para afirmar que el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales se revela ante los participantes como un lenguaje multimedia que le comunica o informa sobre los aspectos más importantes que debe comprender para resolver problemas propuestos. Se observa cómo la percepción, con relación al tema, se va configurando a través de un proceso de asimilación y adaptación a favor de lograr identificar los elementos más importantes que delimitan y dan forma al tema de las ecuaciones lineales y su aplicación para resolver situaciones problematizadas. En este sentido, los esquemas cognitivos

asociados a sus interpretaciones iniciales se colocan en tela de juicio debido a la manera en la que el objeto de aprendizaje informa sobre los aspectos que deben considerar para llegar a la solución del problema. Estos hallazgos dan lugar a la formulación del siguiente sistema de categorías de análisis.

Tabla 4. Sistema de categoría de análisis

Categoría	Subcategoría	Descripción
Uso del avatar	Interactividad	Genera cierto grado de atención.
		Causa empatía en la forma de presentar el contenido.
	Mediador	Contribuye en la elaboración de organizadores mentales.
		Conecta conceptos previos con los actuales.
	Orientador	Coopera en la comprensión de conceptos y procedimientos
Permite visualizar la manera en que se aplican los conceptos en la resolución de problemas.		
Presentación del contenido	Dicotomía	La presencia de ambos recursos (cuadros de textos y audio videos) ejercen un efector distractor.
	Sinergia	La presencia de ambos recursos (cuadros de textos y audio videos) constituyen elementos complementarios.
		La presencia de ambos recursos (cuadros de textos y audio videos) contribuyen a mejorar la comprensión del contenido.
	Significancia	La presencia de ambos recursos (cuadros de textos y audio videos) generan cuestionamientos que dirigen el proceso de resolución de los problemas.
		La presencia de ambos recursos (cuadros de textos y audio videos) motivan acciones que conllevan a la elaboración de esquemas.
Retroalimentación	Conectora	Coadyuva a generar espacios que conllevan al repaso del contenido.
		Coordina acciones que motivan la conexión entre el tema recientemente tratado y el tema que viene.
		Promueve acciones que motivan la conexión entre los temas tratados y la resolución de problemas propuestos.
	Correctora	Promueve la presencia de factores que inciden o motivan la detección de errores.
	Constructora	Motiva acciones que conllevan a la formulación de técnicas o procedimientos que pueden ser aplicados en situaciones problematizadas similares.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

Conclusiones

El debate centrado en los objetos de aprendizaje, atendiendo exclusivamente a sus potencialidades tecnológicas, ha contribuido en la consolidación de un cuerpo teórico que le confiere a este recurso innegables ventajas tecnológicas, económicas y administrativas para la creación y presentación de contenidos educativos en contextos para el aprendizaje mediado por la tecnología. No obstante, no hay razones para suponer que tales ventajas, inherentes a sus cualidades tecnológicas, representan también, en igual medida, ventajas para el aprendizaje. En este asunto se debe ser cauteloso.

Esta razón motivó la presente investigación. En su seno, se formuló dos propósitos. El primero fue crear el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. Para su elaboración, en las fases de análisis y diseño, enmarcado en la metodología OAULA, se consideró las recomendaciones en cuanto al uso de los modelos lineal, jerárquico e hipertextual en aras de garantizar un recurso con cualidades para el aprendizaje, así como también, se atendió a algunos principios de la teoría de la carga cognitiva y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. En la fase desarrollo, se elaboró el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales y se presentó, a modo de ejemplo,

una serie de capturas de pantalla que muestran el producto obtenido. Por lo tanto, el primer propósito que motivó esta investigación se logró.

En el análisis de la información obtenida, durante la fase implementación, se comprobó total correspondencia entre lo expresado por los participantes y lo que en cada uno de los principios de la teoría de la carga cognitiva y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia se esperaba. La evidencia encontrada, también conllevó a distinguir la existencia de tres categorías y de al menos 09 subcategorías de análisis que convidan a pensar en razones que conllevan a afirmar que el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales cuenta con cierta garantía de provocar en los estudiantes un conjunto de acciones que dan paso a una especie de configuración perceptiva asociada al contenido de las ecuaciones lineales. Mostrando que el segundo propósito de esta investigación también se logró.

La evidencia encontrada en esta investigación adosa en los objetos de aprendizaje de instrucción auto-generada, enmarcado en los principios de la carga cognitiva, de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y en las recomendaciones que desde los modelos de acceso temporal a contenidos educativos en formato *online* se establecen, la esperanza de lo que Bruner (1960) sostiene con relación a lo que se espera con el uso de la tecnología para mediar procesos de enseñanza – aprendizaje. Para Bruner, la tecnología, como parte cooperante en el ámbito educativo, debe configurar espacios que ayuden al estudiante a captar la esencia fundamental del contenido educativo que a través de ellos se proyecta. Cada día emergen, en el ámbito tecnológico, nuevos recursos, unos con mayor potencialidad tecnológica que otros, capaces de proveer mayores y mejores niveles de adaptabilidad al usuario, por lo que, encontrar la combinación adecuada de estos recursos que conlleve a un adecuado control de estímulos orientados a lograr, en el estudiante, la construcción de la idea principal de lo que estudia es posible. La tarea en esa dirección consiste en encontrar el medio de expresión que permita dicho control, y conlleve con ello, a la formulación de un lenguaje multimedia que le permita codificar y procesar información. En esta tarea, el objeto de aprendizaje de instrucción auto-generada tiene una posición privilegiada.

No obstante, con relación al estudio que en torno a esta tarea se desarrolla, es importante tener presente que el análisis de los esquemas de razonamiento que los estudiantes construyen, y que a la vez informan sobre su evolución, son provenientes del conocimiento que aporta el estudiante durante el desarrollo de una actividad y estos esquemas individuales de razonamiento, no son únicamente un resultado individual. Los mismos, son el resultado de las creencias y esquemas de razonamiento disponibles en la cultura que rodea al estudiante y de las herramientas que emplea para desarrollar dicha actividad. Por lo tanto, los objetos de aprendizaje, en su forma de ser concebidos no son inocentes y constituyen parte importante de este análisis.

A consecuencia de ello, los autores afirman que hacia la consolidación de los objetos de aprendizaje como recursos eficaces para el aprendizaje es determinante el modo en que se diseña y se crea su dimensión tecno-educativa, pero advierten que el marco teórico que justifica esta tarea también circunscriben la forma de analizar el aprendizaje que el estudiante logra a través de la manipulación de este tipo de recurso. En el caso particular de esta investigación, para la elaboración de la dimensión tecno-educativa se consideró las recomendaciones que emanan de los modelos de acceso temporal a contenidos educativos, de mano, con los establecido en los principios de la carga cognitiva y el aprendizaje multimedia, debido a la potencialidad que en ellos reside, la posibilidad de crear un medio de expresión con fuerte incidencia en la estructura cognitiva. Los resultados encontrados, reafirman esta postura. Pero aún deja dudas sobre el aprendizaje.

En el contexto, en el cual se creó el objeto de aprendizaje, se argumenta que el aprendizaje ocurre cuando el estudiante logra la elaboración de esquemas mentales (Mayer, 2005). Sin embargo, esta construcción requiere ser validada porque podría estar alejada del propósito que motivó la participación de los recursos multimedia. En ocasiones, el estudiante logra la elaboración de esquemas mentales que, de acuerdo a su apreciación, son correctos y le permiten explicar el comportamiento de ciertos fenómenos, cuando en realidad y así se ha comprobado, tales esquemas mentales, están lejos de ser, en efecto, fieles al fenómeno bajo estudio. Por lo tanto, estudiar el aprendizaje, enmarcado en el contexto bajo el cual se creó el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales, como un constructo que logra un estudiante es una tarea que va más allá de comprobar o no la

elaboración de esquemas mentales, tales esquemas, requieren ser sometidos a procesos de validación que el estudiante protagoniza.

La evidencia encontrada sugiere que la manera en la que se dispuso los recursos multimedia le otorgaron al estudiante de un lenguaje multimedia que lo invitó a pensar y reflexionar sobre el contenido que venía tratando, dando lugar al cuestionamiento de los esquemas cognitivos en construcción. El sistema de categoría de análisis presentado en la tabla 4, brinda un punto de partida para el estudio de los objetos de aprendizaje como medios de expresión capaces de provocar cambios en la estructura cognitiva. Por lo tanto, se requiere de más investigaciones que coadyuven a certificar este sistema de categorías, o a evidenciar la existencia de nuevas categorías, que conlleven a la formulación de un sistema de categorías más robusto, que dé paso a la formulación de objetos de aprendizaje capaces de proveer a los estudiantes lo necesario para la elaboración de esquemas cognitivos asociados a la esencia fundamental del contenido educativo.

Finalmente, para los autores el concepto de aprendizaje, que a través de estos recursos se genera, debe ser analizado desde otra óptica. Ellos sostienen que indagar sobre el aprendizaje consiste en investigar cuáles son los procesos cognitivos iniciales que el objeto de aprendizaje promueve, gracias a los estímulos que provee, en el sentido de identificar aquellos procesos que dan lugar a la coordinación de la situación inmediata que el objeto plantea, en la que logra que el estudiante active o recupere conceptos e ideas previamente elaboradas, para posteriormente, develar la presencia de otros procesos cognitivos, íntimamente asociados a los estímulos presentes en el objeto de aprendizaje que le proveen al estudiante los saberes que le permiten ser exitoso en cualquier situación problematizada que el objeto de aprendizaje contenga. Por lo tanto, en este contexto, el aprendizaje, se correlaciona de mejor manera al aprendizaje propuesto por Resnick (2002). Esta autora, define el aprendizaje como sintonía de estructuras biológicas y socio-culturales.

En este marco teórico, el análisis que sobre los procesos cognitivos se realiza se basa en el racionalismo conceptual y en la cognición situada. Se sustenta en el racionalismo conceptual al brindarle importancia a los estímulos que a través del recurso se proveen, que como tal, despierta o activa ciertos procesos cognitivos que confabulan en la elaboración de conceptos. Razón por la cual reviste importancia en la forma cómo estos estímulos están presentes en el objeto de aprendizaje. Por otro lado, se sustenta en la cognición situada porque considera la naturaleza distributiva de la actividad cognitiva entre el sujeto y el objeto, al reconocer que el objeto de aprendizaje no sólo orienta el trabajo, adicionalmente, restringe o limita el rango de lo que se puede pensar a consecuencia de la carga socio-cultural de la persona que lo crea y de la persona que lo usa.

Tal como se puede apreciar, aún queda mucho por estudiar. Los resultados obtenidos en esta investigación dan lugar a interesantes cuestionamientos que motivan el origen de una línea de investigación. Este trabajo forma parte de un trabajo de tesis doctoral en plena ejecución. La investigación se desarrolla con el propósito de indagar sobre los procesos cognitivos que tienen lugar cuando los estudiantes de ingeniería emplean el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. Se espera establecer una categorización de estos procesos cognitivos. Próximamente, en un nuevo reporte, se informará los resultados obtenidos en esa investigación.®

Derwis Rivas Olivo. Derwis Oswaldo Rivas Olivo es Profesor Asociado, desde el 2004, encargado de las asignaturas de cálculo en condición de personal ordinario adscrito a la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes. Cuenta con una Licenciatura y una Maestría en Matemáticas en la Facultad de Ciencias de la misma universidad y actualmente es Doctorante del Programa de Doctorado de Educación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes. Ha ejercido el cargo de Coordinador de Cátedra y Jefe de Departamento. Hasta la fecha cuenta con publicaciones en las áreas de la Didáctica de las Matemáticas y Didáctica de las Ciencias Sociales.

Beatriz Elena Sandia Saldivia. Beatriz Elena Sandia Saldivia es Ingeniero Civil de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela); MA en Educación, en el área de Tecnología Educativa, de la George Washington University (Washington, DC, Estados Unidos). DEA en Tecnología Educativa, de la Universidad de Las Islas Baleares (Palma de Mayorca, España). Doctora en Tecnología Educativa de la Universidad de Las Islas Baleares (Palma de Mayorca). Fue Directora Fundadora de la Coordinación de Estudios Interactivos a Distancia (ULA), Actualmente es Profesora Titular Jubilada de la Facultad de Ingeniería (ULA), Directora Fundadora del Grupo de Investigación RadixPuntoEdu (ULA) y Miembro Correspondiente Estatal de la Academia de Mérida-Venezuela. Cuenta con publicaciones en investigaciones relacionadas a tecnología educativa, tecnologías de la Información y comunicación en la educación.

Referencias bibliográficas

- Adell, J., Bellver, A. J., y Bellver, C. (2008). Entornos virtuales de aprendizaje y estándares de e-learning. En C. Coll y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y Comunicación* (pp. 253-273). Madrid: Ediciones Morata.
- Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative (2001) Sharable Courseware Object Reference Model (SCORM). The SCORM Overview. Recuperado 01 octubre de 2001, de: <http://www.adlnet.org/Scorm>
- Arias S., F. J., Moreno C., J. y Ovalle C., D. A. (2009). Modelo para la selección de objetos de aprendizaje adaptados a los estilos de aprendizaje. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(1), 57-67.
- Armenteros, M. (2012). Diseño de materiales multimedia de aprendizaje. Principios de coherencia, contigüidad, señalización y redundancia. *Innovación Educativa*, 22, 157-176.
- Bertossi, V., Romero, L. y Gutiérrez, M. (2022). Revisión sistemática de instrumentos de evaluación de calidad de objetos de aprendizaje. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 46(06), 34 – 53.
- Borrero, M., Cruz, E., Mayorga, S. y Ramírez, K. (2009). Una metodología para el diseño de objetos de aprendizaje. La experiencia de la Dirección de Nuevas Tecnologías y Educación Virtual, Dintev, de la Universidad del Valle. En C.T. Valencia y A.T. Jiménez (Eds.), *Objetos de Aprendizaje Prácticas y perspectivas educativas* (pp. 37 – 59). Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bruner, J. S. (1960). *El proceso de la educación*. UTEHA: México.
- Chan, M. (2002). Objetos de aprendizaje: una herramienta para la innovación educativa. En M. M. Castañeda (Eds.), *INNOVA* (pp. 03 – 11). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Chiappe, A. (2009). Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje – Reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica. *Estudios Pedagógicos*, 35 (1), 261-272.
- Chiappe, A., Segovia, Y. y Rincón, H. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55, 671-681.
- Friesen, N. (2004). Three Objections to Learning Objects and E-learning Standards. En R. McGreal (Ed.), *Online Education Using Learning Objects*. Londres: Routledge.
- Garay, U., Tejada, E., y Castaño, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 145-164.
- Hodgins, H. W. (2000). The future of learning objects. En D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. Recuperado de <http://reusability.org/read/chapters/hodgins.doc>.

- López, M. G., Miguel, V. y Montaña, N. E. (2008). Sistema Generador de AMBientes de Enseñanza-ApRendizaje Constructivistas basados en Objetos de Aprendizaje (AMBAR): la Interdisciplinarietà en los ambientes de aprendizaje en línea. *Revista de Educación a Distancia*, 19, 2-14.
- López, N., Contreras, M. R., Menéndez-Mora, R., y Rojas, O. (2017). El uso de Recursos Educativos Digitales Abiertos en el desarrollo de habilidades de pensamiento para la resolución de problemas de matemáticas en estudiantes de quinto grado de Educación Básica Primaria. En R. Roig-Vila (Ed.), *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa* (pp. 1005-1016). Ediciones Octaedro: Barcelona.
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press: New York.
- McGreal, R. (2004). Learning Objects: A practical Definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1, 21-32.
- Merrill, M. D. (2002). Position Statement and Questions on Learning Objects Research and Practice. *Learning Development Institute*. Recuperado de <http://www.learndev.org/LearningObjectsAERA2002.html#anchor518795>
- Morales, E., García, F., Moreira, T., Rego, H., y Berlanga, A. (2005). Valoración de la Calidad de Unidades de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*. de <http://www.um.es/ead/red/M3/morales35.pdf>
- Orozco, C. M., Morales, E. M., y Campos, R. A. (2016). Creación de Objetos de Aprendizaje basados en la teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird. *Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB*, 21(42), 21-40.
- Ortiz A., H.D., Muñoz M., L.G., Cardéño E., J. y Alzate O., N.C. (2017). Impacto del uso de objetos interactivos de aprendizaje en la apropiación de conocimiento y su contribución en el desarrollo de competencias matemáticas: un resultado de experiencia de investigación. *CINTEX*, 21(1), 71-88.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. y Gerven, P. W. M. van (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38 (1), 63-71.
- Resnick, L. (2002). El racionalismo situado: la preparación biológica y social para el aprendizaje. En L. A. Hirschfeld y S. A. Gelman (Eds.), *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura, Volumen II Teorías infantiles, estudios interculturales y consecuencia educativas*. Gedisa: Barcelona, España.
- Rodríguez Illera, J. L. (2008). La presentación y organización de los contenidos virtuales: Lenguajes y formatos de presentación. En C. Coll y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y Comunicación* (pp. 153-173). Ediciones Morata: Madrid.
- Salinas, J. M. y Ayala, J. B. (2017). Uso de simuladores en el aula para favorecer la construcción de modelos mentales. *Educación y tecnología: Una mirada desde la investigación e innovación*, 309-312.
- Sandia S., B, Pérez C., J. y Rivas O., D. (2019). Propuesta metodológica para la creación de objetos de aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 521 – 542.
- Silva, S. A., Hernández, B. Y. y Corrales, M. (2011). Patrón Tecno-pedagógico para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Orientados a Estudiantes Universitarios con Capacidad Visual Disminuida. *Docencia Universitaria*, 12(1), 55 – 76.
- Vidal, C., Segura, A., Campos, P. y Salvador, A. (2010). Quality in Learning Objects: Evaluating Compliance with Metadata Standards. *Communications in Computer and Information Science*, 1(108), 342-353.
- Wiley, D. (2002). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. En D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. Recuperado de <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wiley, D. (2006). RIP-ping on Learning Objects. Open Content. Recuperado de <http://opencontent.org/blog/archives/230>.

Zapata, M. (2009). Objetos de aprendizaje generativos, competencias individuales, agrupamientos de competencias y adaptatividad. *Revista de Educación a Distancia. Número especial dedicado a Patrones de eLearning y Objetos de Aprendizaje Generativos*, 2-36. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/M10/>

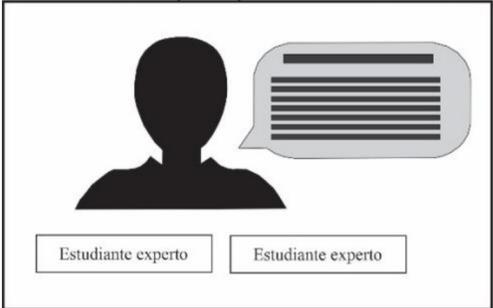
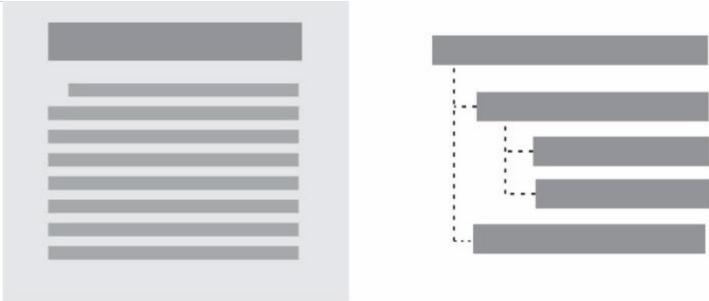
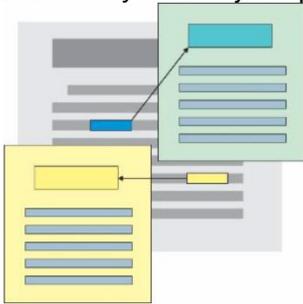
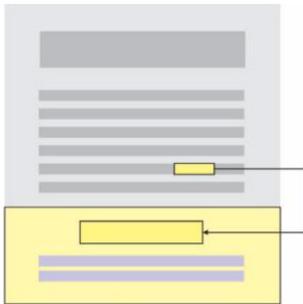
Anexos

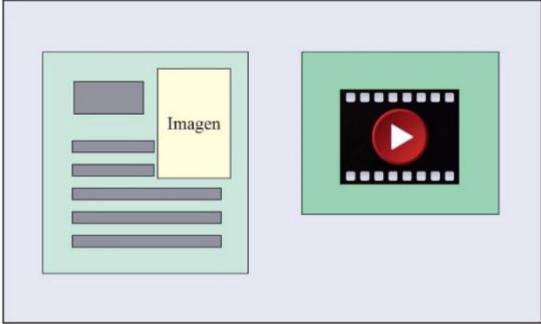
Anexo A

Informe Final Fase Análisis		
1	Objeto de aprendizaje:	Ecuaciones lineales
2	Dirigido a:	Estudiantes del primer semestre de ingeniería. Se considera la experticia que pudieran tener los estudiantes en el tema.
3	Propósito:	Promover el interés por el aprendizaje en el modelado de situaciones reales por medio de ecuaciones lineales.
4	Enfoque pedagógico – didáctico:	Conductista – Cognitivo.
5	Contenido:	Definición y solución de una ecuación lineal. Simplificación y solución de una ecuación lineal. Modelado con ecuaciones lineales.
6	Estrategia de enseñanza:	Desarrollo del contenido en espiral.
7	Estrategia de aprendizaje:	Desarrollo de actividades que guardan estrecha relación con el contenido recientemente tratado.
8	Retroalimentación:	No necesariamente provee respuestas directas (el resultado es correcto o no). La retroalimentación se concibe como un recurso para promover el análisis, la autoevaluación, la metacognición y motivar la búsqueda de la solución mediante la revisión de información contenida en el objeto de aprendizaje.
9	Software para la creación del OA:	Exelearning.
10	Software para la creación y edición de cuadros de texto:	Microsoft Word.
11	Software para la creación y edición de imágenes:	Macromedia Fireworks 8.
12	Software para la creación y edición de videos y sonido:	Camtasia Studio.
13	Modelos de acceso a contenidos online:	Modelo lineal, jerárquico e hipertextual.
14	Principios de la teoría de la carga cognitiva:	Principio de ejemplos resueltos. Principio modalidad. Principio interactividad. Principio inversión por pericia. Principio desvanecimiento del andamiaje.
15	Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia:	Principio de contigüidad espacial. Principio de contigüidad temporal. Principio de coherencia.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Anexo B

Storyboard Fase Diseño		
1	Uso de un avatar	<div style="text-align: center;">  <p>Como recurso para presentar información</p> </div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Estudiante experto Estudiante experto </div> </div> <p>Como recurso para explicar las formas de emplear el objeto de aprendizaje</p>
2	Modelos de acceso a contenido online:	<div style="text-align: center;">  <p>Modelo lineal y modelo jerárquico</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px auto;">  <p>Uso incorrecto del modelo hipertextual</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px auto;">  <p>Uso correcto del modelo hipertextual</p> </div>

3	<p>Diseño de las páginas:</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> <p>Ambiente 1</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Ambiente 2</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Ambiente 3</p> </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; justify-content: center;"> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estrategia Preinstruccional</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estrategia Constructiva</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Estrategia Postinstruccional</p> </div> </div> <p>Cada página destinada a presentar contenidos debe estar conformada por tres ambientes.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;">  </div> <p>En dependencia del contenido en cada ambiente se emplean cuadros de textos y audio videos contentivos de la misma información.</p>
---	--------------------------------------	---

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Anexo C

Cuestionario Fase Evaluación	
<p>Descripción del cuestionario</p>	<p>Este cuestionario sólo consta de 14 preguntas y está destinado a recoger opiniones y consideraciones de los estudiantes que emplearon el objeto de aprendizaje Ecuaciones Lineales. Para ello, el cuestionario está dividido en 03 secciones. La primera sección, refiere al impacto que pudiera ocasionar la presencia de un avatar en el objeto de aprendizaje. La segunda sección, está destinada a recopilar información con relación a la forma cómo se presentó el contenido educativo en el objeto de aprendizaje. La tercera sección, está dirigida a recopilar información referente a la retroalimentación empleada en el recurso.</p>
<p>Preguntas correspondientes a la sección 01</p>	<p>Pregunta 1: En el recurso hay un avatar que te explica algunos aspectos relacionados al contenido que estudiarás seguidamente. Qué opinión tienes sobre la presencia de este avatar y su función.</p> <p>Pregunta 2: Esta pregunta está relacionada con la anterior. Desde el punto de vista de las emociones. Que te hace sentir el uso del avatar en esas funciones. Me da igual si el avatar está o no está. Me orienta en lo que voy a encontrar y eso me gusta Es molesto, pienso que no debería usarse, porque no ayuda Me conecta con el contenido que estoy estudiando</p> <p>Pregunta 3: El avatar también se usa para explicarte algunos aspectos importantes a tener en cuenta antes de resolver los problemas de modelado. La pregunta es, ¿Qué opinión tienes sobre la presencia de este avatar y su función? Explica brevemente tu respuesta.</p>

<p style="text-align: center;">Preguntas correspondientes a la sección 02</p>	<p>Pregunta 4: Al momento de explicar contenidos se empleó dos recursos: un cuadro de texto y un audio video, ambos, pudiste notar, tenían el mismo contenido. La pregunta es ¿Consideras que es necesario emplear ambos recursos para comprender el contenido? o crees que uno de ellos es suficiente, en caso de ser así, explica cuál de ellos.</p> <p>Pregunta 5: Esta pregunta está relacionada a la anterior. Cuando inicias el estudio de un nuevo concepto, ¿Cuál es la primera acción que ejecutas: lees el cuadro de texto para ver de qué se trata el nuevo concepto o ejecutas el video para ver lo que dice?</p> <p>Pregunta 6: Esta pregunta está relacionada con las dos preguntas anteriores (pregunta 4 y 5) y deseo de corazón que puedas responderla siguiendo lo que te digo. Cierra los ojos y piensa en lo siguiente: cuando estás leyendo el contenido, o cuando estás viendo el video que explica el concepto o cuando haces ambas actividades, una después de la otra, te imaginas o construyes algo en tu cabeza?... responde por favor qué es lo que pasa por tu cabeza, te imaginas o construyes algo?... por favor sé sincero, no hay respuesta buena o mala.</p> <p>Pregunta 7: Al momento de explicar la resolución de un problema se empleó dos recursos: un cuadro de texto y un video, ambos, pudiste notar, tenían el mismo problema resuelto. La pregunta es: ¿Consideras que es necesario emplear ambos recursos para comprender cómo se resuelve un problema? o crees que uno de ellos es suficiente, en caso de ser así, explica cuál de ellos.</p> <p>Pregunta 8: Esta pregunta está relacionada a la anterior. Cuando inicias el estudio de cómo se resuelven las ecuaciones lineales ¿Cuál es la primera acción que ejecutas: lees el cuadro de texto que explica el procedimiento de solución o ejecutas el video para ver la explicación desde el video?</p> <p>Pregunta 9: Esta pregunta está relacionada con las dos preguntas anteriores (pregunta 7 y 8) y deseo de corazón que puedas responderla siguiendo lo que te digo. Cierra los ojos y piensa en lo siguiente: cuando estás leyendo la resolución del problema, o cuando estás viendo el video que explica la resolución del problema o cuando haces ambas actividades, una después de la otra, te imaginas o construyes algo en tu cabeza?... responde por favor qué es lo que pasa por tu cabeza, te imaginas o construyes algo?... por favor sé sincero, no hay respuesta buena o mala.</p>
<p style="text-align: center;">Preguntas correspondientes a la sección 03</p>	<p>Pregunta 10: Cada página que desarrolla un contenido, finaliza con un Análisis Retrospectivo. La pregunta es: ¿Cómo describes la presencia de estos análisis?... es algo positivo? o por el contrario no son necesarios.</p> <p>Pregunta 11: En la página “Situación 1: El sueldo de Mario” en la opción “Mostrar Retroalimentación” se desglosa una explicación detalla de cómo encontrar la solución del problema. La pregunta es: ¿La explicación presentada te ayudó a entender la solución del problema?... explica por qué</p> <p>Pregunta 12: Esta pregunta está asociada a la pregunta anterior. ¿Consideras que este tipo de retroalimentación debería usarse en todos los problemas de modelado? Explica por qué</p> <p>Pregunta 13: Esta pregunta está asociada a la pregunta 12. Desde el punto de vista de las emociones, que te hace sentir encontrar una retroalimentación que te explica cómo resolver el problema: Me gusta porque veo cómo se resuelve el problema. Me inquieta porque aun requiero de explicaciones adicionales para resolver el problema Es bueno... pero a la vez es malo, porque no me obliga a estudiar a pensar para aprender No me gustan las retroalimentaciones que explican todo</p> <p>Pregunta 14: En la página “Situación 1: El sueldo de Mario” en la sección “para verificar lo aprendido” se ofrecen dos problemas propuestos y la retroalimentación sólo se dirigió a mostrar las soluciones. La pregunta es: ¿Cómo te hace sentir una retroalimentación que sólo presenta la solución de un problema de modelado?</p>

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Anexo D

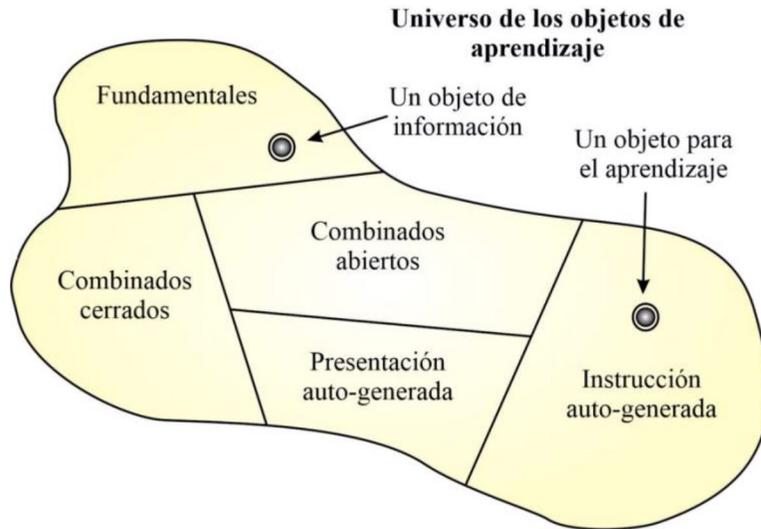


Fig. 1. Una representación gráfica de la taxonomía propuesta por Wiley (2002)

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Las diferentes maneras de usar el objeto de aprendizaje

Bienvenida

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA

ula Ceidris

Hola y bienvenido, mi nombre es Derwis Rivas Olivo y seré tu profesor. Te acompañaré en todo momento asegurándome que todo esté bien. Este recurso tiene como contenido el modelo de ecuaciones lineales, un tema básico e importante en la formación de un ingeniero debido a su aplicación en la resolución de problemas aplicados a situaciones reales. Por lo tanto, el objetivo de este recurso es:

- Modelar, por medio de ecuaciones lineales, situaciones de la vida real.
- Valorar la importancia de las ecuaciones lineales en la forma formación del ingeniero.

Este recurso se puede navegar de dos maneras distintas, dependiendo de la experticia que tengas en este contenido. En el menú principal hay dos opciones: **Estudiante Novato**, para estudiantes que recién se inician en el tema. **Estudiante Experto**, estudiantes que ya han tratado este tema en otras ocasiones. Decide que opción tomar. En cualquier caso, la experiencia de aprendizaje es la misma, sólo cambia la forma de ofrecer el contenido puesto que se adapta a tus conocimientos previos.

Facultad de Ingeniería
Escuela Básica
Departamento de Cálculo
Profesor Derwis Rivas Olivo

Fig. 2. Bienvenida al objeto de aprendizaje

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).



Fig. 3. Contenido como estudiante novato
Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

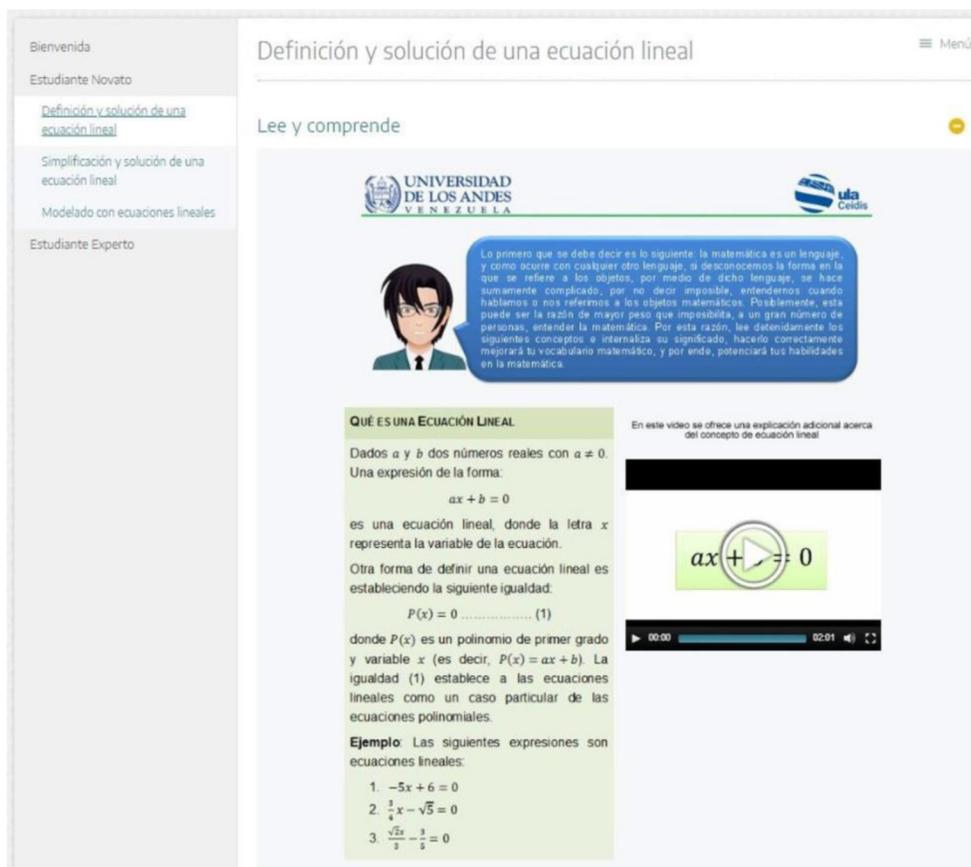


Fig. 4. Definición y solución de una ecuación lineal
Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

Para verificar lo aprendido

Encuentra la solución de cada una de las siguientes ecuaciones lineales

1) $(x - 2)(x + 3) - (x + 1)(x + 2) = 0$

2) $x - 2x \left[\frac{1}{2}(x + 1) - \frac{3}{2}(x - 2) \right] - 2x^2 + 7 = 0$

3) $2x(x + 3)^2 - 3x(x + 2)^2 = 12 - x^2$

Mostrar soluciones

Mostrar soluciones

1) $x = -4$

2) $x = 7/6$

3) $x = 2$

Fig. 5. Retroalimentación que muestra resultados

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Lee, comprende y resuelve

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA

ula Ceildis

Situación 1: El sueldo de Mario.

Mario, luego de tres días de trabajo recibe una paga de Bs. 1.100. En la factura no se especifica el monto ganado cada día y tiene la sospecha de que no le pagaron la misma cantidad de dinero cada día. Se dirige a la Oficina de Pagos y pregunta ¿Cuánto dinero recibí cada día? La señora le responde: el segundo día se te pagó un tercio de lo que ganaste el primer día, y el tercer día se te abonó tres medios de lo que ganaste el segundo día. Mario quedó algo confundido con la información que recibió, pero luego de unos minutos logra deducir que el primer día recibió Bs. 600, el segundo día Bs. 200 y el tercer día Bs. 300. Al sumar las tres cantidades obtiene la cantidad de dinero pagada, por lo que Mario salió conforme de la Oficina.

Encuentra un modelo lineal que explique la forma en la que Mario logró deducir la cantidad de dinero que recibió cada día.

Analiza la situación siguiendo los cuatro pasos que se explicaron en la Sección: *Modelado con Ecuaciones Lineales*. Utiliza tu cuaderno de apuntes para responder cada pregunta que en cada paso se indica: (1) Identificar la variable, (2) Reconocer la existencia de una cantidad total, (3) Identificar las frases, oraciones o expresiones gramaticales que establecen correspondencia entre las cantidades desconocidas y (4) Plantear el modelo o la ecuación.

Antes de presionar el botón "Mostrar retroalimentación" intenta resolver el problema en tu cuaderno. En el diálogo previo te indico los 4 aspectos que debes atender, si no los recuerdas vuelve a leer la sección **Modelado con ecuaciones lineales** en el tema correspondiente a la estrategia general para modelar este tipo de situaciones.

Mostrar retroalimentación

Retroalimentación mediadora-orientadora

Fig. 6. Retroalimentación mediadora-orientadora

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandia (2023).

Anexo E

Tabla 1: Opiniones de los participantes con relación a la presencia del avatar

Participantes	Opinión
Participante 1	“El avatar me parece muy útil, ya que es una forma digital de “expresar” alguna opinión, comentario o ayuda del profesor respecto al problema”.
Participante 2	“Siento que es un buen recurso para captar la atención de los estudiantes y esto hace que sea más didáctico el aprendizaje ya que para algunos los libros o artículos relacionados sobre el tema pueden ser más “aburridos””.
Participante 3	“En mi opinión, me parece excelente la presencia de un avatar, ya que de esta forma, simula una conversación, volviendo así el aprendizaje más didáctico e interesante. Creo que es muy importante la existencia de un “tutor” o “guía”, y en este caso, con el avatar, se siente cierta presencia, también se siente bastante diferente en comparación de si solo se mostrara el texto”.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

Tabla 2: Opiniones de los participantes con relación a los recursos multimedia

Participantes	Opinión
Participante 1	“Sí, la lógica que se va explicando la voy construyendo en mi cabeza, generalmente empiezo construyendo cada término de la ecuación en el miembro izquierdo y luego en el miembro derecho, según lo que voy leyendo.”
Participante 3	“Sí claro, al momento de leer o ver un video, imagino el problema en mi cabeza e intento anticiparme a el siguiente paso para resolverlo, si lo que pensé fue lo correcto, voy por un buen camino, si no, me detengo, escucho la explicación, retrocedo y vuelvo a avanzar, pero esta vez teniendo en cuenta el fallo que tuve, así tengo conciencia de cada error para no cometerlo más adelante”.
Participante 4	“Solo leo la parte del problema, intento resolver, hago lo que puedo, y cuando me siento de alguna forma atrapada, recorro a ver la solución en el cuadro de texto. En caso de que no hubiese entendido algo más allá, si me iría al vídeo, pero no fue necesario”.

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).

Tabla 3: Opiniones de los participantes con relación a la retroalimentación

Participantes	Opinión
Participante 1	“Tal vez pienso que no es necesario en todos, si no en los que se presenten más herramientas que sean necesarias de recordar”.
Participante 2	“Sí, ayuda a entender como atacar el problema para poder llegar a la solución, de hecho, puede incluso dar a conocer en que parte del problema el estudiante se puede estar equivocando”.
Participante 3	“Creo que son un buen detalle, ya que puede dar un pequeño resumen de la importancia de el contenido anterior, además me parece que sirven para establecer la pregunta de si se entendió correctamente el contenido, invitando en caso negativo a volver a repasar la información”.
Participante 5	“Opino que sí, ya que a que cada caso de modelado puede necesitar una solución diferente y siempre es bueno tener una retroalimentación que te ayude a comparar el procedimiento que realizaste o en tal caso que no se pudo resolver el ejercicio la explicación paso a paso de cómo resolverlos”

Fuente: Elaborado por Derwis Rivas y Beatriz Sandía (2023).