

Creación de Objetos de Aprendizaje basados en la teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird

Learning Objects Creation based on Johnson-Laird Mental Models

Claudia Margarita Orozco Rodríguez*

Erla Mariela Morales Morgado*

Rosalynn Argelia Campos Ortuño*

DOI: [http://dx.doi.org/10.20435/2318-1982-2016-v.21-n.42\(02\)](http://dx.doi.org/10.20435/2318-1982-2016-v.21-n.42(02))

Resumen

A menudo durante el aprendizaje de las matemáticas, ciertos conceptos no son bien comprendidos, solo son memorizados procesos de resolución de problemas y ejercicios sin significado, consecuentemente son olvidados fácilmente. Intentando mejorar este problema, diversas estrategias están siendo desarrolladas, entre las cuales podemos destacar el uso de las TIC en el salón de clases, que aunque algunos autores defienden que las TIC promueven el desarrollo de diferentes competencias, se debe de tomar en cuenta que para que cualquier recurso o estrategia didáctica cumpla su cometido, es necesario comprender qué es el aprendizaje y cuáles son factores que influyen en este, para que en base a esto sean planeados las actividades y recursos a ser utilizados. Este artículo presenta las fases para la creación de un Objeto de Aprendizaje y los resultados de la evaluación de su calidad pedagógica y técnica. Las actividades y recursos incluidos en su estructura están bajo el enfoque de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, entre las que destaca el uso de representaciones externas construidas con GeoGebra como auxiliar para la comprensión de conceptos abstractos.

Palabras clave

Objetos de aprendizaje; modelos mentales; diseño instruccional.

Abstract

Often during the mathematics learning process, certain concepts are not well understood, this is due to the fact that students only memorize problem-solving processes and meaningless exercises consequently they are easily forgotten. Trying to solve this problem, various strategies have been developed, among which we highlight the use of ICT in the classroom. Although some authors argue that ICT promotes the development of different skills, we must take into account that any resource or teaching strategy can accomplish its role, according to this, it is necessary to understand what is the learning process and what factors influence this in order to plan activities and resources to be applied. This article presents the steps for creating a Learning Object and the results of its pedagogical and technical quality evaluation. Activities and resources in its structure are under the

* Universidad de Salamanca (USAL), Salamanca, Espanha.

focus of the theory of mental models of Johnson-Laird, among which we highlight the use of external representation construction with GeoGebra program as an aid for understanding abstract concepts.

Key words

Learning Objects; mental models; instructional design.

1 INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas, algunos conceptos se adquieren mediante la memorización como formas sin contenido, solo relaciones de símbolos sin significado que carecen de un sentido y una aplicación tangible (PULIDO, 2002). Muchos estudiantes no comprenden lo que significan matemáticamente algunos conceptos de los temas que aprenden. Solo realizan operaciones con símbolos aritméticos, lógicos, o algebraicos mediante la memorización de un proceso. Esto puede ser debido a que los conceptos abstractos son difíciles de articular y requieren un alto nivel de actividad mental, que además si no se tiene una base sólida puede haber un aprendizaje errado. Además, algunos estudiantes no son capaces de visualizar, imaginar, pensar, o representar enunciados proposicionales de una manera más concreta, y esto dificulta la comprensión y transferencia de contenidos.

El uso de las TIC se vuelve una posibilidad para ayudar en estos problemas, por tal motivo, su uso en el aula se está volviendo cada vez más común. Los profesores utilizan estas herramientas para el desarrollo de sus

estrategias de enseñanza con el objetivo de mejorar el aprendizaje. Las buenas prácticas TIC ayudan a los estudiantes a comprender temas, buscar información, organizar su tiempo, entre otras cosas (TEJEDOR, 2011), pero no se puede suponer que el uso de la tecnología por sí sola mejorará de forma automática el aprendizaje.

El uso de las TIC no suponen necesariamente una mejora o innovación de la práctica educativa, es decir, incorporar las TIC bajo un modelo pedagógico tradicional, no es innovar (AREA, 2012). Por lo anterior, para tener una innovación educativa, los recursos, las estrategias y las experiencias de enseñanza deben de estar planificadas en base a ciertas teorías que soporten los procesos de aprendizaje. La teoría que sustenta este proyecto es la de los modelos mentales de Jonhson-Laird (1983, 1996), ha sido elegida por ser una teoría que se enfoca los procesos cognitivos internos. Esto representa una oportunidad de exploración debido a que no es muy utilizada en la investigación de la enseñanza de las matemáticas.

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de OA que apoye la enseñanza de la geometría, específicamente en el tema de definición

y concepto de un vector geométrico. Así como valorar su calidad desde un punto de vista pedagógico y técnico a través de una evaluación.

En la gestión de OA se deben considerar entre otras cosas, la estructura de los elementos que lo integran y el enfoque de diseño de las actividades y recursos colocados dentro de estos elementos. En este artículo se presenta un ejemplo de la creación de un OA para la enseñanza de vectores, desarrollado en base a las fases del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) y enfocado a la construcción de modelos mentales que representen los contenidos colocados. Se presentará cómo fueron realizadas cada una de estas etapas, los recursos informáticos utilizados y una evaluación realizada por estudiantes del Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGCEM) de la Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) y por egresados del Máster TIC en Educación de la Universidad de Salamanca USAL.

2 LA TEORÍA DE LOS MODELOS MENTALES DE JOHNSON-LAIRD

Para que una estrategia didáctica incremente su posibilidad de efectividad es necesario que tenga un sustento epistemológico, por tal motivo, primero se debe definir ¿Qué es el aprendizaje?, ¿Cómo ocurre? Y ¿Cuáles son los factores que influyen en este proceso? Y después, en función de esto sean diseñados los recursos educativos.

La teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird (1983, 1996), ha sido seleccionada como base para la planeación y diseño de este OA debido a que proporciona un análisis no tradicional en el estudio del aprendizaje de las matemáticas. Esta teoría explora más en la cognición humana y en los procesos de aprendizaje internos que en los productos exteriores normalizados. Se concentra en lo que el alumno ha construido en su mente para representar ciertos conceptos, y en su capacidad de reconstruir esas representaciones para crear nuevos conceptos, y no en los procesos mecánicos que el estudiante utiliza para resolver un problema.

Un modelo mental es una representación interna de informaciones que corresponde análogamente a aquello que se está representando. La analogía puede ser total o parcial, e interpreta representaciones proposicionales: una proposición es verdadera o falsa en relación a un modelo mental de algún estado de cosa. De una forma más explícita: “Un modelo mental es una representación interna de informaciones que corresponde, análogamente, al estado de cosas que se están representando, sea cual sea el mismo. Los modelos mentales son análogos estructurales del mundo” (MOREIRA, 1999, p. 5). Según Otero y Banks-Leite (2006) pueden ser construidos por la percepción, de un discurso o diálogo, interacción en un contexto social o las diferentes experiencias de cada sujeto.

De acuerdo con Johnson-Laird (1996) los humanos piensan y razonan a través de modelos mentales. Estos modelos están integrados por elementos y relaciones que representan un estado de cosas en específico, y estructurados de tal manera que pueda operar un proceso. No tienen una determinada estructura sintáctica y puede haber varios que representen un mismo estado de cosas, pero siempre habrá uno que represente de manera más óptima ese estado. Como menciona Moreira (2010), cada modelo mental es una representación analógica de ese estado de cosas y cada estado de cosa es representado por al menos un modelo mental.

De acuerdo con esta teoría, existen vínculos a la naturaleza de los modelos mentales que permiten entender su concepto, y definir si un esquema es un modelo mental o no. Los modelos mentales deben ser construidos a partir de elementos básicos organizados y estructurados para representar cierto estado de cosas; y no existe un modelo mental generado de la “nada”, es decir, todos los primitivos conceptuales son innatos y están basados en experiencias perceptivas, habilidades verbales y motrices, estrategias cognitivas; y son finitos en cuanto a su tamaño.

Los modelos mentales pueden ser reconfigurados para crear nuevos modelos mentales, por lo tanto, el aprendizaje podría ser definido como, *la reconstrucción y generación de nuevos modelos mentales que representen análogamente a cierto estado de cosas* (JOHNSON-LAIRD, 1983).

Consecuentemente, es necesario planear y diseñar estrategias instructivas que ayuden a la generación y comprobación de dichos modelos en los estudiantes.

Moreira, Greca y Palmero (2002) menciona que una de las dificultades que tienen los estudiantes para interpretar algún concepto o problema, es la indeterminación de un enunciado proposicional. En matemáticas es muy común que esto suceda, pues debido al nivel de abstracción de algunas definiciones puede ser complicada la construcción de sus modelos mentales. Específicamente, en la enseñanza de la geometría se considera que establecer relaciones directas entre representaciones externas con sus significados puede ayudar a reducir confusiones y facilitar la construcción de modelos mentales que los representen. A este tipo de representaciones se les denominará Representación Geométrica (RG), y es una **representación externa pictográfica** de algún fenómeno, concepto o cosa representado a través de una figura geométrica.

Las representaciones en general son esenciales para la cognición humana, pues tienen un papel importante para la comprensión, el aprendizaje, la memoria, la resolución de problemas, entre otros. En base a lo anterior se puede afirmar que las RG pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de matemáticas, y como menciona Moreira, Greca, y Palmero (2002) se pueden transformar representaciones proposicionales en análogas, que por su naturaleza

facilitan la adquisición y comprensión de conceptos.

La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird conforma la base en la planeación y diseño de los elementos (objetivos, recursos, actividades, evaluaciones, entre otros) que integran el OA. A continuación se describe cada etapa realizada para el desarrollo del OA.

3 MODELO ADDIE PARA LA CREACIÓN DE OA

Primero, para la creación de un OA se requieren una serie de pasos. Para esto existen modelos que guían al autor y ayudan al diseño y desarrollo de los OA. El modelo ADDIE (GAGNÉ, 1975) proporciona una guía de las acciones que debe ir realizando el autor a la hora de crear un recurso educativo (CISCO SYSTEM, 2000). A continuación se describe cada fase realizada para la creación del OA:

Análisis: en esta etapa se determina la causa de algún problema de aprendizaje y se define una posible solución en la que se integren: experiencias, recursos, motivación, actividades, etc. La información puede ser obtenida a través de entrevistas, investigación, observación, entre otros. El diseñador identifica el problema y los objetivos de aprendizaje que han de ser alcanzados.

Uno de los problemas que puede estar relacionado con la falta de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas, es que los estudiantes tienen dificultades para entender

conceptos abstractos, ya que son difíciles de articular y requieren un alto nivel de actividad mental. Utilizan métodos mecánicos y de memorización para realizar operaciones con símbolos aritméticos, lógicos o algebraicos que carecen de un sentido matemático y una aplicación tangible. Consecuentemente, el alumno no es capaz de resolver diversos problemas, pues incluir o modificar información al patrón que ha sido aprendido, representa una alteración de las estructuras preexistentes, que si no han sido aprendidas con un significado, resulta una tarea difícil y puede afectar de manera negativa el aprendizaje.

Diseño: El resultado de la fase de Análisis es utilizado para planificar una estrategia que incluirá OA, evaluaciones, contenidos y la experiencia de aprendizaje deseada. Una vez identificado el problema, se deben planear y diseñar las actividades, los recursos, y objetivos que ayuden a resolverlo, es decir crear estrategias instructivas que sean coherentes con el cumplimiento de ciertos objetivos educacionales. Por ejemplo, para este OA en específico se ha adoptado la taxonomía instructiva del modelo de Gagné (1975), la cual propone una guía para *la estructura de los elementos* que integran el OA. La tabla 1 muestra la relación entre los elementos que conformaron el OA y la taxonomía instructiva de Gagné (1975).

Tabla 1 - Correspondencia entre los elementos de los OA y las fases de la taxonomía de Gagné

Elemento	Fase de la taxonomía instructiva de Gagné (1975)
Nombre	
Objetivos de aprendizaje.	1. Informar al alumno el objetivo previo a conseguir para provocar la motivación.
Introducción.	2. Dirigir la atención hacia lo que se quiere enseñar. 3. Estimular el recuerdo de los conocimientos previos.
Contenidos.	
Representaciones Geométricas.	4. Presentar la información (estímulo externo) que se quiere enseñar.
Ejercicios y ejemplos.	5. Guiar el aprendizaje dando instrucciones de cómo aprender. 6. Producir acciones mediante el planeamiento y diseño de tareas y ejercicios para ser resueltos con la información enseñada.
Aplicaciones.	9. Promover la retención y transferencia de información a otros contextos.
Autoevaluación.	7. Valorar las acciones realizadas en las tareas propuestas. 8. Proveer retroalimentación dependiendo de los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el OA está integrado por estos ocho elementos:

1. *Nombre*. El nombre indica que subtema ha de ser estudiado.
2. *Objetivos de aprendizaje*. En este apartado son colocados los objetivos de aprendizaje que han de guiar las estrategias de enseñanza-aprendizaje. El propósito de esta sección es estimular la motivación intrínseca. Se colocaron textos y figuras animadas para llamar la atención del estudiante.
3. *Introducción*. En esta sección se presenta un panorama general del contenido, además contiene algunos ejemplos y preguntas para estimular el interés y la curiosidad. Algunos recursos colocados en este apartado fueron: laboratorios virtuales, animaciones, y textos.

4. *Contenidos*. Se presentan las definiciones, conceptos, representaciones geométricas, ejemplos numéricos y aplicaciones. Se utilizan diversos recursos como, textos, videos, laboratorios virtuales, y materiales interactivos creados con GeoGebra.
5. *Representaciones Geométricas (RG)*. En este apartado ha sido integrado un recurso didáctico interactivo creado con GeoGebra (www.geogebra.org). En base a lo que dice Duval (1998), a través de este material se pretende ilustrar las definiciones con el objetivo de facilitar su asimilación y comprensión. Al ser un recurso interactivo, las construcciones iniciales pueden ser modificadas conforme se añada, elimina o modifica información. De esta manera el estudiante puede crear

modelos mentales con mayor facilidad, pues las imágenes proporcionan elementos análogos de ciertos temas.

6. *Ejercicios y ejemplos.* La realización de ejemplos y ejercicios numéricos presenta una guía explícita de cómo el alumno ha de resolver problemas numéricos. Este elemento sin duda, es el que representa un reto mayor para poder ser expuesto a través de un recurso digital. Por tal motivo fueron utilizados videos, textos e imágenes que mostraban paso a paso como resolver los ejercicios.

7. *Aplicaciones.* Una de las preguntas más recurrentes entre los estudiantes de matemáticas es ¿En qué puedo aplicar este conocimiento? Este elemento presenta las aplicaciones que tienen los conceptos aprendidos, principalmente en la física. El objetivo de este elemento es transferir los contenidos a diferentes contextos y promover una significatividad en el aprendizaje.

8. *Autoevaluación.* Es la sección de

práctica del estudiante, dónde puede realizar diferentes ejercicios numéricos y de aplicación.

Una vez definida la estructura y los elementos que integraron el OA se planificaron las actividades, los objetivos, recursos, actividades, evaluaciones que fueron colocados dentro de los elementos de los OA. Se deben recordar que lo que se está buscando es que los estudiantes generen modelos mentales de cierto tema, por lo que cada una de las estrategias instruccionales debe estar orientada a la construcción de dichos modelos. Estas se han seleccionado respondiendo, por ejemplo, las siguientes preguntas ¿Cuáles actividades de motivación serán útiles para generar modelos mentales? O ¿Cómo presentar los contenidos de tal manera que se generen modelos mentales adecuados? La tabla 2 muestra la planeación y diseño de las actividades y recursos colocados dentro de cada elemento del OA llamado *“Definición y concepto de un vector geométrico”*.

Tabla 2 - Planeación y diseño de actividades y recursos del OA

Elemento	Planeación de actividades y recursos
<p>Nombre: Definición y concepto de un vector geométrico</p>	<p>La siguiente imagen muestra un vector que describe el desplazamiento de un globo aerostático. En esta primera parte se conocerá el concepto de vector, sus componentes y representaciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es un vector? 2. ¿Qué es desplazamiento horizontal? 3. ¿Para qué sirve un vector? 4. ¿Cómo es que un vector describe el desplazamiento del globo aerostático de la imagen?
<p>Objetivos de aprendizaje</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el concepto de vector geométrico. 2. Identificar las componentes de un vector en sus dos formas de representación 3. Contextualizar el concepto de vector mediante aplicaciones. 4. Crear y resolver problemas de vectores.
<p>Introducción</p>	<p>Los vectores sirven para agrupar valores numéricos ordenados linealmente, son usados en la representación de ciertos objetos y conceptos descritos por su orientación. Describen cantidades físicas como velocidad, aceleración, fuerza, peso, desplazamiento, etc. La palabra vector proviene del latín <i>vectoris</i> que significa "el que conduce, el que transporta". A continuación se muestra una simulación de dos fuerzas ejercidas a un objeto.</p> <p>¿Cómo es que un vector describe la fuerza resultante ejercida al objeto? ¿Quiere saber cómo se calcularon los vectores? Entonces, siga adelante.</p>
<p>Contenidos</p>	<p>¿Qué es un vector?</p> <p>Un vector es un conjunto de elementos que geoméricamente describe un segmento orientado con magnitud y dirección. En el espacio $\vec{v} = (v_1, v_2,)$.</p> <p>Cada punto P del espacio le corresponde de forma única un vector $\vec{v} = \overrightarrow{AB}$ y viceversa, a cada vector u del plano le corresponde un punto P de forma que $\overrightarrow{AB} = \vec{v}$ Las componentes de un vector son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientación, está definido por el punto de origen y el punto final. • Un vector tiene dirección que es lo mismo que la pendiente. Como un vector contiene la diferencia entre las coordenadas de dos puntos, entonces podemos calcular fácilmente la pendiente. • Magnitud. (módulo, o longitud de vectores), es un número positivo que representa la medida del segmento orientado que lo define <p>Sea $\vec{v} = (v_1, v_2,)$, su magnitud está dada por $\vec{v} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$ (ZILL; WRGHT, 2011), (GROSSMAN; FLORES, 2012).</p>

Elemento	Planeación de actividades y recursos
Aplicaciones	<p>Ejemplo de fuerzas Se ejercen dos fuerzas sobre una caja, una de 500 N hacia el sur, y otra de 300N hacia el oeste. Determina la fuerza total y la dirección de la caja.</p> <p>1. Calcular magnitud que define la fuerza total. $\vec{v} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{1(-300)^2 + (-500)^2} = \sqrt{900000 + 250000} = \sqrt{340000} = 583.09N$</p> <p>2. Calcular el ángulo que define la dirección del avión. $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{-500}{-300}\right) = \tan^{-1}(0.6) = 30.96^\circ \theta = 180^\circ + 30.96^\circ = 210.93^\circ$</p>
Auto-evaluación	<p>Autoevaluación de componentes de un vector. Un vector es un <u>segmento</u> orientado cuyo <u>origen</u> es el punto A y cuyo <u>final</u> es el punto B. Su <u>dirección</u> es la pendiente de la recta que lo contiene y que pasa por A y por B. Su <u>orientación</u> es el que va de su origen A a su final B. Su <u>magnitud</u> es la longitud del segmento que lo define, o la <u>distancia</u> de A a B.</p> <p>Autoevaluación de aplicaciones de un vector.</p> <p>1. Un globo aerostático se eleva a una velocidad de 9Km/h, un viento sopla al este a una razón de 2Km/h. Hallar la velocidad del globo para un observador en la tierra. (Redondea a dos decimales) R: <u>9.22</u> Km/h hacia <u>12.5°</u> hacia el noroeste.</p> <p>2. ¿Cuál es la fuerza total un objeto al que se le aplica una fuerza de 200N en dirección al sur y otra fuerza de 100N hacia el oeste, en qué dirección se mueve? R: <u>223.61</u> N con dirección de <u>243.43°</u></p>

Desarrollo. Basándose en el documento de diseño, se planificaron y elaboraron los materiales que se iban a utilizar, y se generaron los ambientes necesarios para su implementación. Esta fase corresponde a la construcción de los recursos digitales y a su integración como un conjunto para crear un OA de mayor tamaño, y a la agregación de datos que lo describen.

Antes de la creación del OA como tal, cada recurso que ha sido colocado en los elementos, fue construido de manera independiente. Cabe recordar que estos recursos son también OA, solo que de un nivel inferior de granularidad¹. De

acuerdo con la propuesta de Morales Morgado, García-Peñalvo y Barrón (2007a) e IEEE LOM (2002) las imágenes, los textos estáticos y los videos son de nivel 1, pues representan el nivel más atómico o granular de agregación.

Los textos estáticos forman el cuerpo principal del OA. El objetivo de este recurso es presentar las definiciones de los conceptos de manera argumentativa, desarrollo de ejemplos y ejercicios, presentar los objetivos educativos, aplicaciones y cualquier otra información escrita. Para ilustrar la información presentada por los textos estáticos se integraron ciertas imágenes

¹ La granularidad se refiere al tamaño que tienen los OA, esta característica está relacionada con la

reutilización, pues si el tamaño no es el adecuado podría dificultarse la reusabilidad (IEEE LOM, 2002).

alusivas a los contenidos, estos recursos son muy importantes, pues ayudan a la generación de modelos mentales, pues proporcionan elementos que son altamente específicos (MOREIRA; KREY, 2006). El objetivo de los videos es mostrar de una manera más clara el desarrollo de ejemplos y ejercicios, pues través de los recursos multimedia los estudiantes pueden observar la resolución de problemas paso a paso.

Otros recursos fueron las RG construidas con GeoGebra. Estas figuras son uno de los elementos más importantes del OA. En la enseñanza de la geometría la ilustración y manipulación de las configuraciones representan una base para la comprensión de esta materia

(TORREGROSA; QUESADA; PENALVA, 2010). Estos recursos son interactivos, y los alumnos pueden modificar las configuraciones iniciales conforme se les añade o quita información, esto permite resolver el problema de manera deductiva. Además, las construcciones realizan cálculos matemáticos, de esta manera se puede visualizar la relación que existe entre la representación simbólica y geométrica de los conceptos (TORREGROSA; QUESADA; PENALVA, 2010). La figura 1 muestra la RG de un vector en forma de coordenadas. Los puntos A y B pueden ser modificados e instantáneamente se calcula un vector equipolente con su punto de origen en el centro y las coordenadas del punto final.

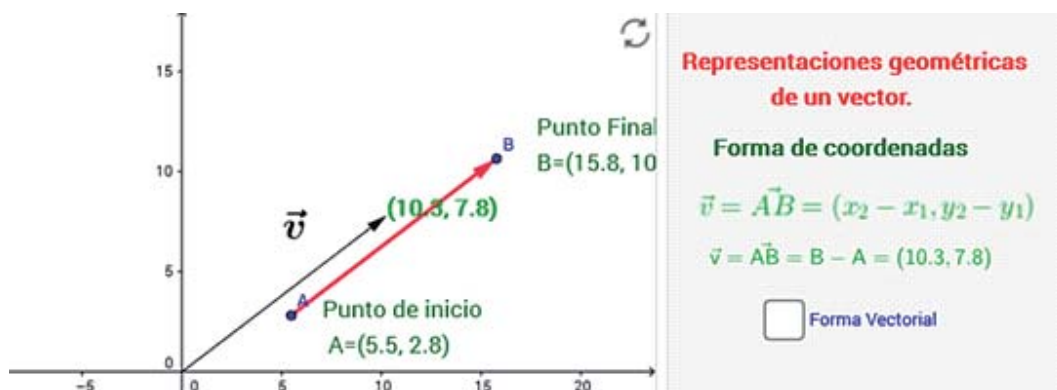


Figura 1 –0 RG de un vector en forma de coordenadas

Si se selecciona la casilla de “Forma Vectorial” entonces el mismo vector es mostrado en términos de componentes. La figura 2 muestra la RG de un vector y de sus componentes en forma vectorial. Los puntos A y B pueden

ser modificados y simultáneamente el software recalcula la magnitud, dirección y el punto de origen. De esta manera el alumno relaciona un vector con sus componentes de manera dinámica.

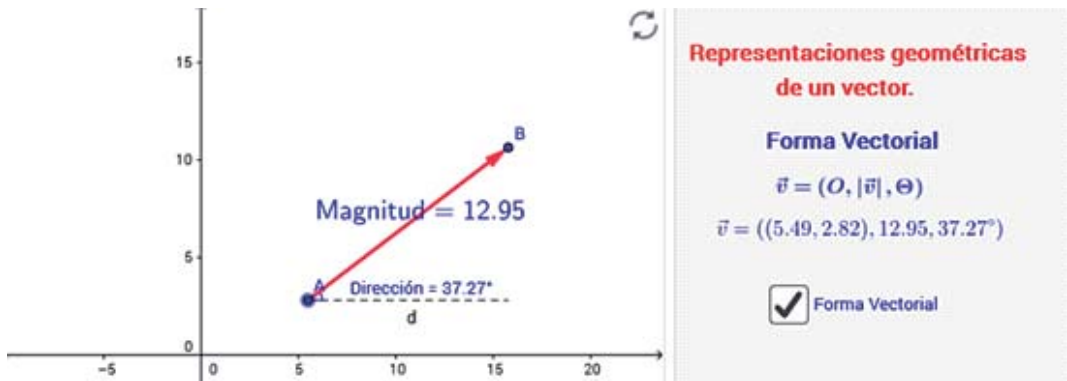


Figura 2 – RG de un vector en forma vectorial

La integración de todos estos recursos a través del empaquetamiento de datos, esto es el proceso que permite añadir contenidos bajo una estructura jerárquica. Para realizar esta tarea se ha utilizado *eXeLearning*. Esta es una herramienta de autor de código abierto para ayudar a los docentes en la creación y publicación de contenidos web (<http://exelearning.net>). Gracias

a su interface gráfica los materiales educativos pueden ser construidos sin necesidad de tener conocimientos en lenguajes de programación. La figura 3 muestra la interface de *eXeLearning* durante el proceso de empaquetamiento del OA. En la parte izquierda se pueden observar los elementos que estructuran dicho objeto conforme al documento de diseño.

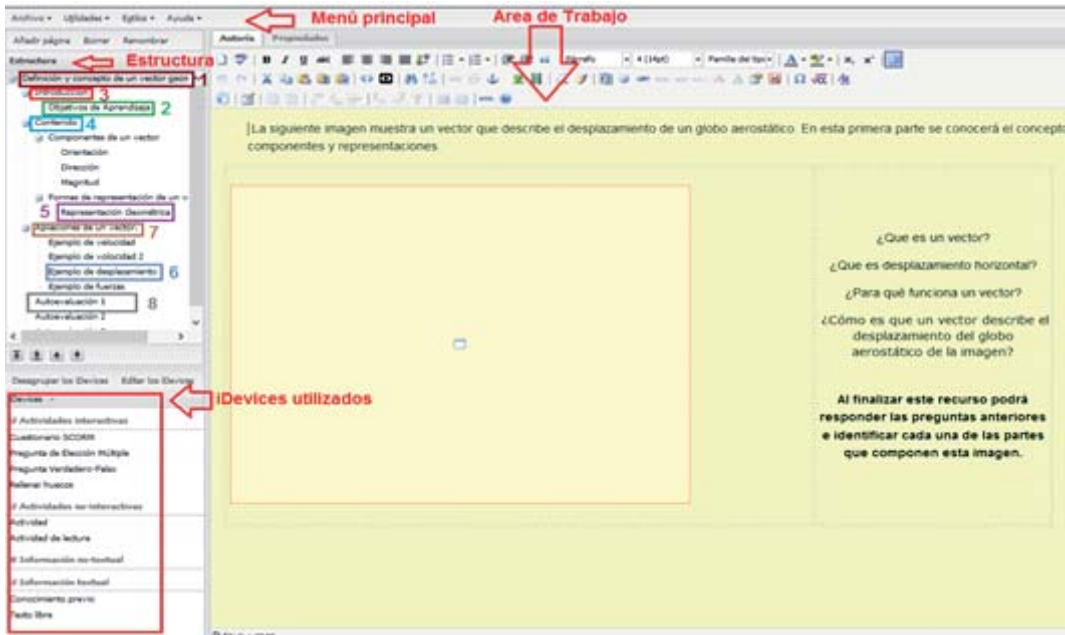


Figura 3 – Interface de eXeLearning en la fase de diseño del OA

El último paso del desarrollo de un OA es el etiquetado. Este es el proceso a través del cual se incluye información que describe los recursos educativos digitales con el objetivo “de diseñar y desarrollar un marco de referencia que sirva como punto de partida a iniciativas de desarrollo de Bancos/ Repositorios de Recursos y Materiales Educativos basados en Objetos Digitales normalizados, fácilmente reutilizables y transferibles” (MECD, 2010, p. 3). El perfil de aplicación utilizado para el empaquetamiento es el LOM-ES V1.0, pues es el utilizado por el Ministerio de Educación (MECD) y otras instituciones para el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (MECD, 2010) en España.

Para realizar el etiquetado del OA fueron rellenos los campos en *eXeLearning* desde la opción de metadatos con la ruta “propiedades-metadatos-LOM-ES”. Las categorías de los metadatos están divididos en dos tipos de campos: obligatorios y opcionales. Algunos metadatos pueden ser seleccionados de una lista de vocabulario controlado de acuerdo con la LOM-ES y otros son descripciones propias del autor².

² Descripción de cada una de las categorías en “Análisis del perfil de aplicación LOM-ES v1.0” disponible en <http://educalab.es/documents/10180/40863/1LOM-ES.pdf/67a11fe2-edc0-487f-b6d5-6a87dc258668>

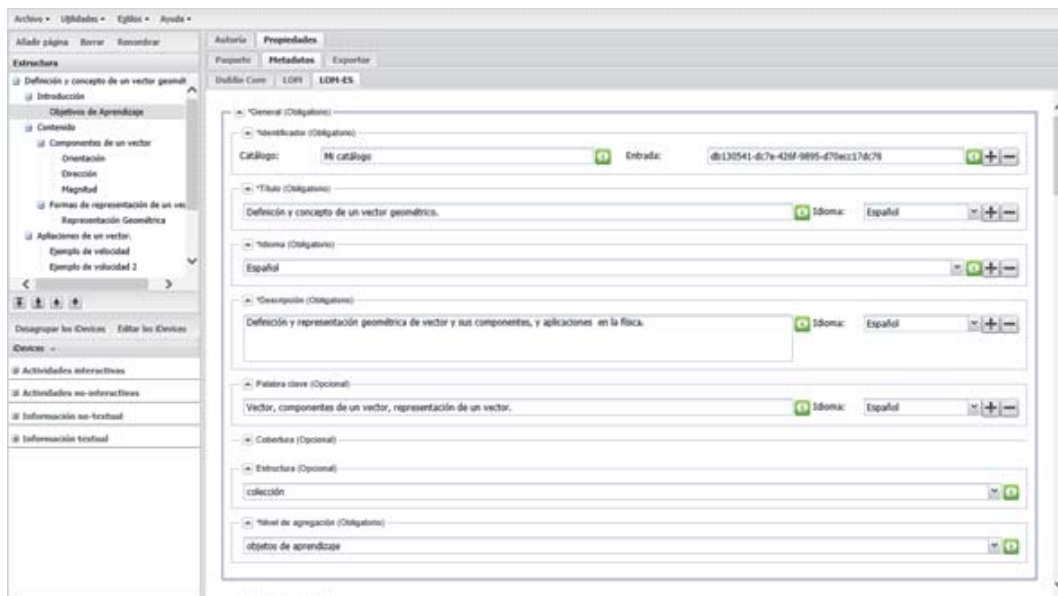


Figura 4 – Interfaz para el proceso de etiquetado del OA.

Implementación. En esta fase se lleva a cabo la experiencia de aprendizaje con los materiales construidos colocándolos a disposición de los usuarios de manera efectiva. Los recursos elaborados a través de *eXeLearning* pueden exportarse como IMS CP, SCORM 1.2, SCORM 2004, IMS *CommonCartridge* 80 o páginas web para la distribución y reutilización del OA en diferentes plataformas (MORA, 2012). De esta manera los OA pueden ser distribuidos e implementados por medio de internet a través de sistemas de gestión de conocimiento como Moodle y de sitios web. Este OA aún no ha sido implementado, pero si ha sido colocado en internet y puede

visualizarse a través del link (www.objetoaprendizaje1.esy.es).

La figura 5 muestra la página de inicio del OA “Definición y concepto de vector geométrico”. El cual tiene como objetivo dar a conocer el concepto de vector geométrico por medio de la Identificación de las componentes de un vector en sus dos formas de representación, y contextualizar el concepto de vector mediante problemas de aplicación de vectores. Además a través de las construcciones con GeoGebra el alumno puede manipular los vectores, lo que le ayudará a comprender mejor los conceptos.



Figura 5 – Impresión de pantalla de la página de inicio del OA

Evaluación. Se valora la eficacia y la eficiencia, y la satisfacción de usuario. Aunque en el modelo ADDIE este proceso es el último, la evaluación debe llevarse a cabo antes y después de la implementación. Pues una evaluación previa ayudará a detectar posibles errores, y a mejorar la calidad pedagógica y técnica de los OA. Existen diferentes estrategias de evaluación para OA, entre las cuales destacan las evaluaciones a través de repositorios y de instrumentos. En este trabajo se ha utilizado la herramienta Herramienta de Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables (HEODAR). Esta enfoca sus criterios para evaluar los OA desde un punto de vista pedagógico y técnico (MORALES MORGADO et al., 2010). Además de los ítems de HEODAR, se agregaron preguntas para evaluar la calidad de las RG construidas con GeoGebra.³

4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

La evaluación del OA ha sido realizada de manera presencial para los estudiantes del PPGCEM con la versión en portugués del instrumento, y a distancia para los egresados de la USAL con la versión en Español. La modalidad presencial fue realizada en el Laboratorio de *Tecnologias Digitais e Aquisição do Conhecimento* (TDAC) de la UEPB con la supervisión de la Dr. Filomena Moita. El laboratorio contaba con el equipo apropiado para realizar la colecta por los sujetos. El instrumento y los AO fueron distribuidos a través de internet y respondidos al mismo tiempo por todos los sujetos. Esta estrategia ayudó a resolver dudas y problemas que surgían al momento de la evaluación. Y a distancia para los estudiantes egresados de la USAL se envió el link del instrumento

³ Instrumento validado en Learning Objects and Geometric Representations for teaching

"Definition and applications of Geometric Vector" (OROZCO; MORALES; MOITA, 2015).

y del OA por correo electrónico para ser respondido online.

Para generar las dos dimensiones calidad pedagógica y diseño técnico, se copiaron y recodificaron los ítems del cuestionario con sus puntuaciones. El análisis de los datos fue de carácter descriptivo e inferencial, se establecieron los rangos para ejercer un juicio acerca de la calidad del OA. La valoración final de la calidad del OA es la suma de todas las puntuaciones obtenidas en cada ítem, va de 57 a 285 puntos, las puntuaciones se clasifican en “muy mala” (puntuación de 57-102), “mala” (puntuación de 103-

149), “regular” (puntuación de 150-195), “buena” (puntuación de 196-240) y “muy buena” (puntuación de 239-285). La figura 6 muestra las distribuciones de estas clasificaciones por dimensiones y valoración final de la calidad del OA. Se puede observar que el 90% de los sujetos tiene una percepción favorable hacia el OA. Los comentarios de los sujetos hacia la calidad pedagógica y de diseño técnico del OA fueron positivos, muchos lo consideraron como un excelente recurso con un alto nivel de interactividad que puede ser aplicado en diferentes niveles.

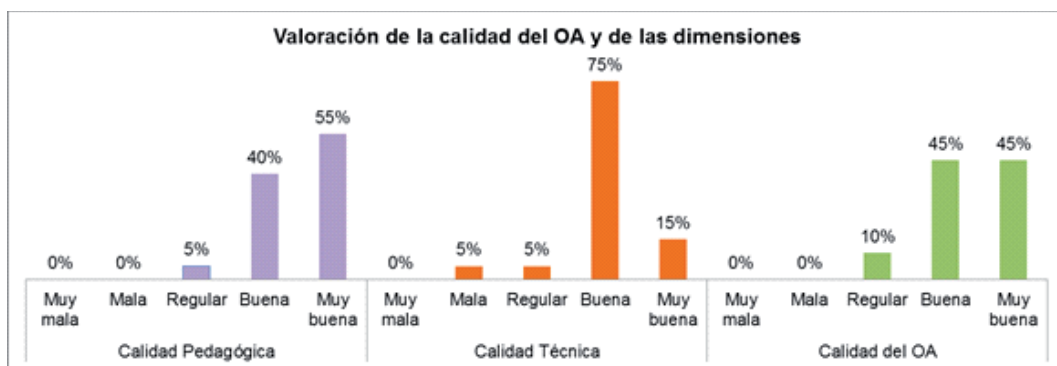


Figura 6 – Frecuencias de las clasificaciones de valoración de las dimensiones y el OA

La media general fue de 4.17, con una calificación mínima de 3.75 y máxima de 4.5 y una varianza del 0.043. La tabla 3 muestra las distribuciones y estadísticos de cada sub-muestra. Para profundizar en el análisis de los resultados, se realizó la prueba t para las variables área de desempeño y Versión, y *NO* hay diferencia significativa en las

medias en la valoración de la calidad del OA de cada una de las sub-muestras. Al no haber diferencia entre las medias, podemos resaltar la consistencia de la información, y que independientemente del idioma el OA fue bien valorado, y que aunque hubo sujetos que no eran del área de las ciencias también valoraron positivamente al OA.

Tabla 3 – Distribución y estadísticos de cada una de las categorías

Estadísticos	Total	Área de desempeño		Versión	
		Área de Ciencias	Otras áreas	Español	Portugués
Frecuencias	20	16	4	10	10
Porcentaje	100%	80%	20%	50%	50%
Media	4.17	4.11	4.03	3.99	4.18

Respecto a la valoración de carácter cualitativo proporcionada a través de la sección de los comentarios, las observaciones más relevantes que hicieron los sujetos fue que es OA dinámico, muy fácil de usar y considerado como un excelente instrumento para trabajar, la información es concisa y permite un alto grado de interactividad. En cuanto a las actividades colocadas opinan que logran generar un conocimiento significativo a base de ejemplos y prácticas, son claros, simples, y coherentes con los contenidos enseñados. Potencializan el uso de las evaluaciones finales para motivar a los estudiantes a investigar y contextualizar los conceptos aprendidos. Opinan que las construcciones elaboradas con Geogebra contribuyen para un mejor entendimiento dinamizando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los aspectos a ser mejorados mencionados fueron que se deberían de cuidar detalles de escritura; colocar más elementos multimedia, pues al ser un recurso para ser utilizado a distancia era necesario estimular más sentidos para lograr el aprendizaje deseado. También sugieren colocar el nivel al que va dirigido, el tiempo a ser utilizado en cada

actividad y referencias bibliográficas, que en caso el alumno quiera investigar cuente con fuentes de consulta.

5 CONCLUSIONES

Desde la percepción de los sujetos, este OA está construido bajo una estructura que promueve el aprendizaje, pues todos sus elementos están orientados al cumplimiento de sus objetivos. Tanto las dimensiones de la calidad pedagógica y técnica, así como la calidad del OA fueron bien valorados por los sujetos. Además las observaciones realizadas fueron mínimas, pero se rescata una importante aportación de considerar que se deben de agregar más recursos multimedia, pues a través de estos es posible mostrar de una manera más clara el desarrollo de ejercicios o problemas de aplicación. Pues como es bien sabido, una de las principales bondades de los recursos digitales es la estimulación de diferentes sentidos, pues a través de los recursos multimedia los estudiantes pueden observar la resolución de problemas paso a paso de manera oral y escrita, además, de que pueden reproducirlo, pausarlo, o avanzarlo cuantas veces considere necesario.

Los resultados de esta investigación motivaron a la creación de una propuesta didáctica. Se trata de una colección de seis Objetos de Aprendizaje (OA) que han sido diseñados para el apoyo de estrategias de enseñanza-aprendizaje para la definición y representación geométrica de operaciones con vectores y sus aplicaciones. Cada OA está integrado por actividades y recursos que promueven la comprensión de este tema, entre las cuales resaltan los objetivos educativos y el uso de recursos interactivos que muestran la RG de cada uno de los tópicos, entre otros.

Los datos obtenidos a través de esta evaluación proporcionó información que describe apenas la calidad las dimensiones pedagógica y técnica. Pero ¿Qué hay de eficiencia educativa del OA? Es decir, ¿Estos OA realmente ayudan a generar modelos mentales de los temas tratados? La herramienta HEODAR no puede valorar esto. Por tal motivo, para investigaciones futuras, se deberá diseñar un instrumento independiente que proporcione información acerca de la eficiencia de los OA para la construcción de modelos mentales.

Respecto a las RG construidas con GeoGebra tuvieron una buena aceptación y los sujetos mencionaban que era muy interesante ver la relación que existía entre la representación gráfica de un vector y sus valores. Señalaban que estas construcciones eran dinámicas, interactivas y facilitan la comprensión, pues permiten la interacción con los objetos. Esto se debe a que el usuario puede añadir, quitar o modificar información para transformar una configuración inicial, de esta manera se pueden resolver ciertos problemas por inspección. El uso de GeoGebra para la construcción de RG facilita la modificación de posición, forma y tamaño de los vectores instantáneamente, optimizando el tiempo para mostrar la definición de sus componentes.

Por otro lado, el instrumento que originalmente está en español ahora puede ser utilizado en su versión de Portugués, pues a través de este trabajo se validó la fiabilidad de los datos obtenidos a través del cuestionario en sus dos versiones, y podrá ser usado o adaptado para evaluar OA con características semejantes.

REFERENCIAS

- AREA, M. Enseñar y aprender con TIC: más allá de las viejas pedagogías. *Aprender para educar con tecnología*, Buenos Aires, Argentina, n. 2, p. 4-7, dez. 2012.
- CISCO SYSTEM. *Reusable Information Object Strategy, Definition Creation Process and Guidelines for Building*. version 3.1.: Technical Report, 2000.
- DUVAL, R. Geometry from a cognitive point of view. In: MAMMANA, Carmelo; VILLANI, Vinício (Ed.). *Perspective on the Teaching of the Geometry for the 21st Century*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 37-52.

- GAGNÉ, R. M. *Las condiciones del aprendizaje*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1975.
- GROSSMAN, S.; FLORES, J. J. *Álgebra lineal*. 7. ed. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2012.
- IEEE LOM. *Standard for Learning Object Metadata*, 2002.
- JOHNSON-LAIRD, P. *Mental models*. Cambridge, USA: Cambridge University Press, 1983.
- _____. Images, models, and propositional representations. In: VEGA, Manuel de et al. (Ed.). *Models of Visuospatial Cognition*. Oxford, USA: Oxford University Press, 1996. p. 90-126.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE - MECD. *Análisis del perfil de aplicación LOM-ES v1.0*, 8 fev. 2010. Disponible em: <<http://educalab.es/documents/10180/40863/1LOM-ES.pdf/67a11fe2-edc0-487f-b6d5-6a87dc258668>>.
- MORA, F. Objetos de aprendizaje: importancia de su uso en la educación virtual. *Calidad en la Educación Superior*, v. 3, n. 1, p. 104-118, 2012.
- MORALES MORGADO, E. M.; GARCÍA-PEÑALVO, F.; BARRÓN, A. Definición pedagógica del nivel de granularidad de objetos de aprendizaje. In: EUNIVERSALEARNING: CONGRESO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA, FORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, 1., 12-14 de septiembre 2007, Salamanca, España. *Actas...* Salamanca: LOGO, 2007.
- MORALES MORGADO, E. et al. Resultados de la aplicación de la Herramienta de Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables (HEODAR) en Moodle. In: PRIETO Manuel; BEARDO, Juan Manuel Dodero; SÁENZ, David Villegas (Coord.). *Recursos digitales para la educación y la cultura*. Mérida, Yucatán: Universidad Tecnológica Metropolitana; Cádiz: Universidad de Cádiz, 2010.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2010.
- _____. Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1999.
- MOREIRA, M.; KREY, I. Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física geral á luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 353-360, 2006.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; PALMERO, M. L. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 37-57, 2002.
- OTERO, M. R.; BANKS-LEITE, L. Modelos mentales y modelos numéricos: un estudio descriptivo en la enseñanza media. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, v. 9, n. 1, p. 151-178, mar. 2006.
- OROZCO, C., MORALES, E.; FILOMENA, M. Learning Objects and Geometric Representations for teaching "Definition and applications of Geometric Vector". *Cases on Information Technology*, v. 17, n. 1, 2015.
- PULIDO, P. O. *La enseñanza del Álgebra Lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico*. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Universidad Complutense de Madrid, Espanha.

TEJEDOR, F. J. *Integración de las TIC en la docencia Universitaria*. Salamanca: NETBIBLO, S. L., 2011.

TORREGROSA, G.; QUESADA, H.; PENALVA, M. Razonamiento configural como coordinación de procesos de visualización. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 28, n. 3, p. 327-340, 2010.

ZILL, D. G.; WRGHT, W. S. *Cálculo de varias variables*. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2011.

Sites consultados:

<http://exelearning.net>. [s.d.]. *eXelearning*. Acceso en: 1º jun. 2015.

<http://www.geogebra.org>. [s.d.]. Acceso en: 2014.

Sobre los autores:

Claudia Margarita Orozco Rodríguez: Doctoranda en la Universidad de Salamanca (USAL), becaria de CONACyT, Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Guadalajara, profesora del ITS Arandas, Máster en TIC en educación por la Universidad de Salamanca, Investigadora del Grupo TDAC de la Universidade Estadual da Paraíba. **E-mail:** claudiaorozco@usal.es

Erla Mariela Morales Morgado: Doctora en Educación por la Universidad de Salamanca (USAL), España. Profesora del Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación de la Facultad de Educación de la USAL. Coordinadora del Grado en Maestro en Educación Infantil de la Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila (EUEyT), España. Investigadora del GRupo de Investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL). **E-mail:** erla@usal.es

Rosalynn Argelia Campos Ortuño: Doctoranda en la Universidad de Salamanca (USAL), Licenciada en Educación por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL, Especialista en Informática Educativa y Máster en Educación Superior Universitaria por la Universidad Simón Bolívar USB, Investigadora del Grupo Dired en la USAL, profesora de Robótica. **E-mail:** rosecampos@usal.es

Recebido em março de 2016.

Aprovado para publicação em junho de 2016.

