

Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física

Francy Nelly Jiménez-García ^{a,e}, Carolina Márquez-Narváez ^a, Jairo de Jesús Agudelo-Calle ^{a,e}, Ligia Beleño-Montagut ^b, Hernando Leyton-Vásquez ^c & Jorge Luis Muñiz ^d

^a Departamento de Física y Matemática, Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia. francy@aaautonoma.edu.co

^b Departamento de Matemáticas y Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia. lbeleno@unab.edu.co

^c Departamento de Ciencias Básicas, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia. hleyton@uniminuto.edu

^d Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia. hleyton@uniminuto.edu

^e Departamento de Física y Química, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Colombia. fnjimenezg@unal.edu.co

Resumen—

A partir de la identificación de las ideas previas de 173 estudiantes de cuatro Instituciones de la Red Universitaria Mutis, se determinaron los obstáculos de aprendizaje que estos presentaban en relación a los temas movimiento oscilatorio y ondulatorio, los cuales sirvieron de partida para el diseño de objetos de aprendizaje (OA) como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Se diseñaron, desarrollaron e implementaron dos OA mediante la metodología ADDIE, una de las más difundidas y empleadas por los diseñadores de instrucción y desarrolladores formativos. En la fase de implementación los objetos fueron instalados en un aula digital de física diseñada en la plataforma Moodle que cuenta con unidades didácticas para los dos temas en cuestión. En este trabajo se presentan y describen las distintas fases de desarrollo, implementación y evaluación de los OA. Esta última fase se realizó con la participación de pares evaluadores externos y mediante la aplicación de un test de Likert tanto a estudiantes como a docentes participantes quienes evaluaron satisfactoriamente la estrategia de enseñanza y aprendizaje desarrollado.

Palabras Clave— Objetos de aprendizaje, ideas previas, actividades de aprendizaje, enseñanza.

Recibido: 16 de diciembre de 2015. Revisado: 25 de febrero de 2016.

Aceptado: 7-de marzo de 2016.

A teaching experience when designing and implementing learning objects to teach physics

Abstract—

From the identification of the previous ideas of 173 students from four institutions of the Red Universitaria Mutis, learning obstacles presented in relation to oscillatory and wave motions were determined which served for the design of Learning Objects (LO) as a strategy for teaching and learning. Two LO were designed, developed and implemented by ADDIE methodology, one of the most widespread and used by instructional designers and training developers. In the implementation phase, objects were installed in a virtual classroom of physics designed in the Moodle platform with didactic units for the two issues in question. This paper presents and describes the different phases of development, implementation and evaluation of these learning objects. This last phase was performed with the participation of external peer reviewers and by applying a Likert test to both students and teachers who evaluated successfully the strategy of teaching and learning.

Keywords— Learning objects, previous ideas, learning activities, teaching

1. Introducción

Diversos cambios han sufrido las metodologías de enseñanza y aprendizaje por cuenta de los avances tecnológicos, hasta tal punto que es común ver a estudiantes y docentes empleando diversas herramientas digitales tanto para enseñar como para aprender. Uno de esos cambios se relaciona con la enseñanza online (e-learning) o la enseñanza mixta (b-learning) las cuales permiten realizar procesos de enseñanza y aprendizaje no necesariamente en forma presencial sino mediada por tecnologías de la comunicación a distancia.

Actualmente se encuentra una gran variedad de recursos educativos digitales [1] los cuales son abiertos y gratuitos, publicados bajo la Licencia Creative Common que se denominan REA (recursos digitales abiertos); entre ellos se encuentran: cursos, módulos, libros de texto, videos, evaluaciones en línea, software, simuladores y objetos de aprendizaje entre otros recursos, diseñados para favorecer el acceso al conocimiento.

Los objetos de aprendizaje son un tipo de recurso educativo abierto que surgió en 1992 cuando Wayne Hodgins trabajaba en el desarrollo de algunas estrategias de aprendizaje en casa, mientras uno de sus hijos jugaba con unas piezas de Lego [2]. En ese momento, se dio cuenta que tal vez era necesario desarrollar piezas de aprendizaje fácilmente interoperables, a lo que denominó objetos de aprendizaje y a partir de allí nació una revolución en alternativas de estudio, de aprendizaje, de formación de conocimientos y de fácil y rápido acceso.

Un período de tiempo muy activo en el tema se dio entre 1992 – 1996 en el cual muchas organizaciones líderes en asuntos de tecnología como la IEEE, NIST, CEDMA, IMS, Ariadne, Oracle y posteriormente Cisco Systems se dedicaron a realizar avances sobre algunos asuntos relevantes relacionados con los objetos de aprendizaje, sobre todo aspectos de tipo tecnológico como movilidad, interoperabilidad y automatización.

Como citar este artículo: Cabrera-Medina, J.M., Sánchez-Medina, I.I. y Rojas-Rojas, F., Uso de objetos virtuales de aprendizaje OVAS como estrategia de enseñanza – aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos – prácticos. Una experiencia con estudiantes del curso física de ondas. Rev. Educación en Ingeniería, 11 (22), 13-20, Julio, 2016.

Posteriormente en 1998 y 2003, se empezó una explosión en definiciones y aproximaciones al concepto de objeto de aprendizaje, sin embargo todavía persistía una gran ambigüedad en la definición conceptual, fue en 2002 que se definió como: “entidad, digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología” [3].

En Colombia, la Universidad de la Sabana en 2005 estudio todas estas definiciones y llegó a una final, la cual fue presentada al Ministerio de Educación Nacional siendo tomada como base para publicar la definición actual: “*Un Objeto de Aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El Objeto de Aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación*” [4].

Entendiéndose dentro de este contexto, que los objetos de aprendizaje no son otra cosa que un recurso digital basado en la Web, que puede ser usado y reusado como un apoyo para actividades de enseñanza y aprendizaje. Dicha connotación corresponde a una interpretación internacional, que no es sustancialmente diferente a la definición colombiana.

Existen muchos repositorios en la web desarrollados por el gobierno, por entidades inter-institucionales o por las mismas universidades donde se pueden realizar búsquedas avanzadas teniendo en cuenta varios criterios para realizar filtros, como lo son el área de conocimiento, el nivel educativo, el tipo de material, el formato y hasta el tipo de licencia, donde se encuentran una gran variedad de objetos de aprendizaje. Algunos de los repositorios más conocidos en este momento son MERLOT [5], Universia¹ y explorethelor², Colombia aprende³, entre otros.

Los objetos de aprendizaje tienen elementos que los caracterizan como: poseer un formato digital el cual se puede modificar y actualizar con regularidad porque la mayoría de veces es accesible desde internet para que muchas personas lo pueda consultar desde cualquier lugar del mundo brindando así la capacidad de mantenerse actualizado para todos. Es independiente de otros objetos de aprendizaje, por esta razón debe tener sentido por sí mismo y no debe descomponerse en partes. Tiene contenido interactivo el cual es desarrollado para permitir una participación activa, para ello es necesario que el objeto incluya actividades como simuladores, gráficas, gif, actividades de aprendizaje y ejemplos donde se permita un proceso claro de aprendizaje, una autoevaluación de aprendizaje y una retroalimentación de lo aprendido. También contiene los metadatos que son las características o atributos identificativos que permiten que sean encontrados con facilidad describiendo el tipo de objeto, el área de estudio y el tema a tratar.

De otra parte, los principales componentes internos de un objeto de aprendizaje son: Los contenidos que están directamente relacionados con el aprendizaje y con la parte teórica; las actividades de aprendizaje que están orientadas a las prácticas de los estudiantes y los elementos de

contextualización que son la forma de mostrar el entorno del objeto como la introducción, el objetivo, el resumen, los créditos y derechos de autor.

El aprovechamiento de esta herramienta metodológica se incrementa teniendo en cuenta que el uso de objetos de aprendizaje digitales ha ido creciendo desde finales del siglo veinte y en Colombia se ha demostrado que en instituciones de educación superior, aunque aún no se usan los objetos con regularidad, es posible llegar a un uso satisfactorio de los mismo, lo que nos lleva a indagar acerca de su aceptabilidad por parte de docentes y estudiantes para temáticas que representan dificultad entre los estudiantes universitarios [6].

De otra parte, se emplean variadas metodologías para la creación de OA como son: ADDIE, OADDIE, ASSURE, AODDEI [7], Jerold y Kemp, Dick y Carey [6]. En general todas estas metodologías tienen aspectos en común, así por ejemplo, la metodología ADDIE [8] consta de cinco fases, inicialmente se trabaja en el análisis de la población la cual permite definir el tema, además se analiza el contexto de la población y los recursos disponibles para la creación y publicación del objeto de aprendizaje. La segunda fase es el diseño donde se establece la estructura del objeto, se plantean actividades de aprendizaje y evaluación siguiendo un modelo pedagógico y también se concreta la forma de presentación del objeto. La tercera fase es el desarrollo, en la cual, empleando herramientas de diseño, se monta el contenido multimedia y las actividades que deben ser interactivas y de retroalimentación constante. Seguidamente se procede con la fase de implementación que es cuando se publica el OA. Con todo lo anterior, se llega a la última fase que es la evaluación donde se determina la calidad y el desempeño resaltando factores importantes como la adaptabilidad, navegabilidad y una apariencia visual atractiva y entretenida [9].

La metodología OADDIE está basada en la ADDIE y la única diferencia es la obtención de los resultados analizados, con el fin de desarrollar un objeto de aprendizaje basado en las necesidades de la población [9]. Se tiene también la metodología ASSURE en la cual se incluyen la fase de análisis de las características de la población a la cual se dirige el objeto de aprendizaje y por ende se estudian aspectos culturales, socioeconómicos, y estilos de aprendizaje; la fase de establecimiento de objetivos del OA articulando el conocimiento, actitud y desempeño de la población objetivo; la fase de selección de los métodos y materiales que servirán de apoyo a dicha población para cumplir el objetivo; luego la fase de desarrollo del OA que propicie los medios e información seleccionados; y como última fase está la evaluación de dicho objeto de aprendizaje que permitirá la retroalimentación y la revisión de la implementación para que redunden en una mayor calidad el objeto de aprendizaje [10].

En la elaboración de objetos de aprendizaje es necesario vincular teorías de aprendizaje con modelos de diseño instruccional que permitan la configuración de entornos de aprendizaje adecuados, con el fin de obtener un producto de calidad integral. Para esto se deben tener presentes los criterios de diseño y las posibilidades que ofrece el entorno e-learning, comprendiendo que

¹ <http://ocw.universia.net/es/>,

² <http://explorethelor.org/>

³ <http://www.colombiaprende.edu.co/>

los Objetos de Aprendizaje finalmente deben operar en este contexto, explotando al máximo las potencialidades que brinda este medio; como cita Guardia (2000), “...*los materiales didácticos deben comprender diversas formas de entregar los contenidos; el estudiante conforma el centro de atención, por lo que el nivel de interacción y tipo de la misma es un elemento importante; y debe promoverse un rol activo en los aprendices a fin de asegurar la apropiada adquisición de conocimientos y estimular la investigación*” [11].

2. Metodología

La metodología empleada para la creación de los objetos de aprendizaje que se presentan en este trabajo fue la ADDIE, la cual es una de las metodologías más difundidas y empleadas por los diseñadores de instrucción y desarrolladores formativos. Es un modelo de Diseño de Sistemas de Instrucción (ISD, por sus siglas en inglés), el cual consta de cinco fases o etapas que permiten ofrecer un marco sistémico, efectivo y eficiente en la producción de objetos de aprendizaje. El repunte que ha tomado ADDIE en los últimos años proviene de su capacidad de compilar elementos compartidos por otros modelos de diseño instruccional. Las etapas de la metodología que se han desarrollado para la construcción de estos objetos son:

2.1. Análisis de Necesidades

En esta fase se evaluaron las necesidades de aprendizaje de los estudiantes en relación a los conceptos físicos de los temas movimiento oscilatorio y ondulatorio. Esta tarea se llevó a cabo mediante el diseño y aplicación de dos test de ideas previas, a partir de los cuales se encontraron los obstáculos de aprendizaje más relevantes que presentaban los estudiantes y sobre los cuales era preciso trabajar mediante actividades de aprendizajes claramente dirigidas.

2.2. Diseño

En esta etapa se definieron cada uno de los elementos de contextualización que se incluirían, tales como: la motivación, la introducción y los objetivos tanto generales como específicos de cada uno de los objetos, se definieron los temas a tratar partiendo de lo que los docentes esperaban que sus estudiantes aprendieran y las habilidades que quería que desarrollaran. Se planeó la estructura con la secuencia temática y las actividades de aprendizaje y evaluación que debían incluirse. Se definieron además los parámetros de forma tales como los colores y la estructura visual. En el análisis del contexto se identificaron los recursos tecnológicos con los que contaban las instituciones para así definir sobre qué plataforma o lenguaje se debería desarrollar los objetos de aprendizaje, se definió el lenguaje html5 como el más adecuado por la posibilidad de incorporar distintas herramientas de diseño como imágenes, texto, animaciones, videos e interactividad en las actividades. Se definió la plataforma Moodle como el ambiente en el cual se implementarían los objetos y se planteó un diseño web que buscaba la correcta visualización del objeto en distintos dispositivos desde portátiles, computadoras de escritorio, tablets y móviles.

2.3. Desarrollo

En esta fase se escribieron los contenidos, se crearon los gifs, animaciones y videos que se emplearían en las distintas partes del objeto, empleando para ello diferentes programas como power point, Css, javaScrip, JQuery geogebra, herramientas de diseño y edición (editor de video y demás) y se seleccionaron algunos applets existentes de uso libre. Se diseñaron y se crearon las actividades de aprendizaje en las cuales se buscó retroalimentación permanente y un ambiente amigable e interactivo.

2.4. Implementación

Esta etapa se llevó a cabo instalando los objetos en el aula digital de Física diseñada en la plataforma Moodle, en la cual se contaba con una unidad didáctica para cada tema, una para movimiento oscilatorio y otra para movimiento ondulatorio, de tal manera que cada objeto hace parte de la unidad didáctica respectiva. Esta etapa se desarrolló con la participación de 173 estudiantes de cuatro Instituciones de la Red Universitaria Mutis, de distintas regiones del país, quienes tuvieron acceso a los objetos como parte de los cursos de Física Ondulatoria y Ecuaciones Diferenciales.

2.5. Evaluación

Para la evaluación se empleó como estrategia el test motivacional o test de Likert mediante el cual se puede conocer el grado de aceptación que este material tuvo en las personas que lo emplearon. La evaluación se llevó a cabo en tres momentos: primero, los cinco docentes que emplearían el material revisaron e hicieron sugerencias para mejorarlo y después de emplearlos en sus cursos realizaron un test de Likert donde plasmaron sus impresiones respecto a su uso en la enseñanza. Segundo, los estudiantes realizaron una evaluación sobre el material después de haber empleado los objetos en su proceso de aprendizaje, la cual se llevó a cabo mediante la aplicación de un test de Likert. Los test de Likert consistieron de 8 afirmaciones relacionadas con los procesos de aprendizaje o de enseñanza empleando los objetos, a las cuales los encuestados debían seleccionar una de estas opciones, teniendo en cuenta la escala de valores, entendiendo que 5 es el puntaje positivo más alto y 1 el negativo más bajo, así: 5 totalmente de acuerdo (TA), 4 de acuerdo (A), 3 indeciso (I), 2 en desacuerdo (D) y 1 totalmente en desacuerdo (TD). Finalmente, los objetos fueron evaluados por un experto temático, uno informático y uno de diseño. Para este fin, se diseñó un formato de evaluación adaptado de otros ya validados [12]-[14] el cual contenía los componentes de: formación, informático y de presentación y diseño. Siguiendo las recomendaciones que los evaluadores dieron se realizaron las mejoras correspondientes a los objetos.

3. Resultados y Discusión

3.1. Identificación de Obstáculos de Aprendizaje

Del análisis de las ideas previas de los estudiantes se determinaron los obstáculos de aprendizaje que estos

presentaban en relación a cada uno de los temas, es decir movimiento oscilatorio y movimiento ondulatorio. En torno a estos obstáculos se diseñaron los objetos de aprendizaje, buscando favorecer el cambio conceptual. Tales obstáculos fueron:

3.1.1. Para Movimiento oscilatorio

- Comprender la posición, velocidad y aceleración como cantidades cinemáticas que pueden variar simultáneamente.
- Diferenciar las representaciones gráficas de posición-tiempo de la trayectoria de la partícula.
- Considerar que la dirección de una fuerza que actúa sobre un cuerpo coincide con la dirección de movimiento del cuerpo.
- No identificar ni diferenciar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en un momento dado.
- Hacer uso de la ley conservación de la energía en el análisis de un nuevo tipo de movimiento.
- Dejarse llevar básicamente por la intuición para establecer relaciones entre cantidades físicas.
- Diferenciación entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y otras cantidades físicas.
- Comprensión parcial de la segunda ley de Newton, es decir usarla para una fuerza en particular y no para la fuerza resultante.
- La imposibilidad de establecer relaciones entre cantidades físicas ya sea en forma verbal o mediante ecuaciones.

3.1.2. Para Movimiento ondulatorio:

- Confundir el movimiento ondulatorio con el oscilatorio. Los estudiantes plantean que el elemento de cuerda realiza un movimiento armónico simple (MAS) similar al del oscilador armónico que estudiaron en la unidad anterior y por consiguiente infieren que las propiedades dinámicas del elemento de cuerda son las mismas que las de un sistema cuerpo-resorte.
- Confundir el desplazamiento con la deformación del elemento de cuerda y la rapidez de un pulso transversal que viaja en una cuerda tensa con la rapidez transversal de elementos de la cuerda.
- No argumentar de manera adecuada acerca de lo que es una onda.
- No asociar el transporte de energía con las ondas mecánicas.

3.2. Elementos de contextualización

En esta sección se incluyeron los ítems: bienvenida, introducción, motivación y objetivos. En la bienvenida se presenta el ayudante del objeto, un personaje virtual que lo acompaña en todo el recorrido, sus nombres son Osciloscito y Ondita para cada objeto respectivamente. En la introducción se presenta una explicación de las distintas partes del objeto, que le permitirá al usuario orientarse en el mismo. Se incluye una sección de motivación en la cual se presenta un video

introductorio al tema y seguidamente se establecen unas preguntas motivadoras que son el punto de partida para la interacción con el objeto, con la intención de que el usuario pueda contestar al finalizar el estudio del tema.

Después de estudiar el entorno al que iban dirigidos los objetos, la asignatura y el semestre, se eligieron los objetivos para trabajar en los objetos de aprendizaje basados en la experiencia de los docentes involucrados en el proyecto. Los objetivos se centraron en torno a la articulación de los conceptos físicos y matemáticos así como a las aplicaciones. Por ejemplo, para movimiento oscilatorio se plantearon estos objetivos:

Objetivo General: Explicar el Movimiento Oscilatorio desde su conceptualización física, su formulación matemática y sus aplicaciones.

Objetivos Específicos:

- Describir el movimiento oscilatorio a partir de sus conceptos físicos y los distintos tipos de oscilaciones que existen.
- Analizar el movimiento Oscilatorio partiendo de las ecuaciones que lo describen.
- Identificar las distintas características del movimiento oscilatorio en diversas aplicaciones tanto de la vida cotidiana como de ingeniería.

3.3. Selección de Contenidos

Basados en los objetivos y en el tema de estudio se definieron los contenidos, los cuales se organizaron en mapas conceptuales los cuales proporcionan un resumen esquemático y ordenado de lo aprendido y al ser presentado de una manera jerárquica genera un mejor entendimiento y claridad en los temas a tratar [15]. El movimiento oscilatorio se dividió en tres secciones: Movimiento Armónico simple, Movimiento Amortiguado Libre y Movimiento Amortiguado Forzado. En el MAS se trabajó la definición, los conceptos físicos, la representación matemática y la comparación con el movimiento circular; se abordaron, además, los sistemas masa resorte, el péndulo simple y el péndulo físico. En cada uno de los temas se desarrollaron los conceptos físicos, se realizaron los modelamientos matemáticos y se describieron aplicaciones de los mismos.

En el movimiento ondulatorio se definieron como temas fundamentales: Los conceptos generales, los tipos de ondas, las ondas periódicas, la descripción matemática y los conceptos sobre energía, fenómenos ondulatorio y ondas estacionarias en cuerdas. El tema de sonido se abordó en otro objeto de aprendizaje por separado.

3.4. Desarrollo de Actividades de Aprendizaje

Se realizó el diseño y construcción de actividades de aprendizaje partiendo de las ideas previas analizadas. Se desarrollaron 10 actividades para el objeto movimiento ondulatorio y 13 para el de movimiento oscilatorio. Algunas de tales actividades fueron:

- Periodo de Oscilación de un sistema cuerpo resorte: El diseño de esta actividad se fundamentó en el hecho de que los estudiantes no consideran las cantidades cinemáticas

como variables periódicas con el tiempo en un movimiento Oscilatorio. La actividad contiene unas animaciones de resortes con masas diferentes y un cronómetro, el cual puede ser manipulado por los estudiantes para realizar mediciones de tiempo y calcular los períodos de oscilación. Luego los estudiantes contestan algunas preguntas rellenando los espacios en blanco y al final encuentran un botón (enviar), el cual evaluará los resultados y le permitirá acceder a la retroalimentación de cada pregunta.

- Actividades de repaso: En estas actividades se incluyen, por ejemplo, una actividad en la cual se contrasta una situación física con su representación gráfica, en ella se busca reafirmar la importante relación entre el concepto físico y su representación matemática en forma gráfica. Otra actividad de repaso es el diagrama de cuerpo libre, en ellas se repasan los distintos tipos de fuerzas mecánicas que actúan sobre un cuerpo y su representación en un diagrama; esta actividad está compuesta por 6 ítems diferentes que cargan aleatoriamente con diferentes fuerzas aplicadas a un cuerpo, tiene su respectiva retroalimentación y un mensaje de felicitación en el caso de acertar en la respuesta.
- Cinemática del movimiento Oscilatorio: Se presentan dos actividades, una para el sistema cuerpo resorte y otra para el péndulo simple. Es una actividad de selección múltiple donde se busca que el estudiante establezca la diferencia entre la trayectoria seguida por una partícula en su movimiento y la gráfica posición tiempo; además busca que los estudiantes infieran sobre las cantidades cinemáticas velocidad y aceleración a partir de las gráficas de posición. Se presentan gifs animados en los cuales el estudiante puede observar cómo estas cantidades cinemáticas varían en forma sinusoidal con el tiempo.
- Gráficas desplazamiento vs tiempo o posición: En el objeto de ondas se presentan un par de actividades centradas en la diferenciación de las cantidades físicas amplitud, longitud de onda, período y velocidad de onda, las cuales se identificaron como conflictivas en el estudio de ideas previas, así como la diferenciación entre la representación gráfica desplazamiento-tiempo y desplazamiento –posición.
- Tipos de ondas: Se plantean un par de actividades para diferenciar entre ondas mecánicas longitudinales y transversales, así como sus aplicaciones en diversas situaciones de la vida diaria.

3.5. Implementación de los Objetos

Los objetos fueron instalados en un aula digital diseñada en la plataforma Moodle, a la cual tuvieron acceso docentes y estudiantes de cuatro instituciones de la Red Mutis: Universidad Autónoma de Manizales, Universidad de Ibagué, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Universidad Autónoma de Bucaramanga. En esta aula se contaba con unidades didácticas para los temas movimiento oscilatorio y movimiento ondulatorio siendo los objetos parte de las mismas. En esta etapa

participaron 173 estudiantes entre los cuales se contaba tanto con estudiantes de física como de ecuaciones diferenciales. Los estudiantes de física emplearon los objetos como herramienta de apoyo en el aprendizaje de las temáticas y los de ecuaciones diferenciales como herramienta de repaso ya que son temas necesarios para las aplicaciones de ese curso. Los estudiantes interactuaron a lo largo del semestre con los objetos de aprendizaje y al finalizar realizaron una evaluación sobre su percepción en el uso de los mismos.

Se aplicó el test de Likert a 82 de los 173 estudiantes que emplearon el objeto en el curso, seleccionados en forma aleatoria. En la Tabla 1 se presenta el consolidado de las respuestas y a continuación se analizan los resultados obtenidos. La columna designada como “promedio” se obtuvo dividiendo el puntaje total de cada pregunta sobre el número de estudiantes que la respondieron y la columna denominada como “porcentaje” mediante la división entre el puntaje total de cada pregunta y el puntaje máximo posible que es 410 (82 estudiante x 5 puntaje máximo posible/estudiante).

En la pregunta P3 se indagó por el conocimiento que tiene los estudiantes sobre lo que es un objeto de aprendizaje. Un 91% (entre A y TA) de los estudiantes manifestó entender lo que es un objeto de aprendizaje frente a un 4% que manifestó no saberlo (TD) y un 5% que eligió la opción indeciso la cual se entiende como que no lo tienen del todo claro.

En la pregunta P1 se buscaba saber si habían empleado objetos similares en otras áreas de ciencias. El 63,4% expresó haber empleado OA en el área de ciencias exactas y naturales similares a los usados en este curso frente a un 29,3% que manifestó no haberlos usado y un 7,3% que eligió la opción indeciso. Esta es la pregunta que tiene el nivel más bajo de respuesta lo que indica que no todos los estudiantes emplean objetos de aprendizaje para estudiar con la frecuencia que se esperaría para nativos digitales y teniendo en cuenta que vivimos en la era de las ayudas informáticas.

Las preguntas P2 y P4 hacían referencia al diseño y los contenidos de los objetos. El 90,2% de los estudiantes (los que respondieron las opciones TA y A) consideró que el diseño de los objetos es atractivo agradable y fácil de seguir frente a un 9,8 % que no lo consideró así. De acuerdo a la P4, el 84,1 % de los estudiantes (los que contestaron las opciones TA y A) consideró que los contenidos de los objetos fueron expuestos en forma clara y le permitieron aprender los temas frente a un 7,4 % (los que contestaron las opciones D y TD) que no lo consideró así y un 8,5 % que estaba indeciso.

Tabla 1.

Consolidado de las respuestas al test de Likert aplicado a los estudiantes								
Pregunta ⁴	TA	A	I	D	TD	Total	Promedio	%
P1	9	43	6	13	11	272	3,31	66,3
P2	28	46	0	5	3	337	4,12	82,2
P3	29	46	4	0	3	344	4,20	83,9
P4	21	48	7	3	3	327	4,00	79,8
P5	27	43	7	3	2	336	4,10	82,0
P6	33	41	4	1	3	346	4,22	84,4
P7	20	45	10	4	2	321	3,92	78,3
P8	24	46	8	1	3	333	4,06	81,2

Fuente: Los autores

⁴ P1 significa Pregunta uno y así las demás

Las preguntas P6 y P7 indagaban sobre la percepción del estudiante acerca de la utilidad de esta herramienta para apoyar su aprendizaje. De acuerdo a la P6, un 90% de los estudiantes (los que eligieron las opciones TA y A) consideró que las actividades interactivas propuestas en el objeto le permitieron fortalecer el aprendizaje frente a un 5% que consideró que no fue así y un 5% que estaba indeciso. De la pregunta P7, un 79% de los estudiantes (los que eligieron las opciones TA y A) consideró que mejoró su desempeño con las herramientas dadas en los OA frente a un 9% que consideró que no fue así y un 12% a que estaba indeciso.

Las preguntas P8 y P5 preguntaban sobre la utilización que le daría a estos materiales. De la pregunta P8, un 85% (los que eligieron las opciones TA y A) utilizaría nuevamente los OA para repasar los conceptos de oscilaciones y ondas y los recomendaría a otros frente a un 5% que no lo haría y un 10% a que estaba indeciso. De la pregunta P5, a un 85% de los estudiantes (los que eligieron las opciones TA y A) le gustaría tener un OA para otros temas del curso frente a un 6% que no y un 9% que estaba indeciso.

De otra parte, los docentes que emplearon esta herramienta como apoyo en los procesos de enseñanza, expresaron sus apreciaciones en el test de Likert diseñado para tal fin. En la Tabla 2 se presenta el consolidado de las respuestas de los 5 docentes y a continuación se describen los resultados. La columna designada como “promedio” se obtuvo dividiendo el puntaje total de cada pregunta sobre el número de docentes que la respondieron y la columna denominada como “porcentaje” mediante la división entre el puntaje total de cada pregunta y el puntaje máximo posible que es de 25 (5 docentes x 5 puntaje máximo posible/docente).

En general las preguntas del test de Likert aplicado a los docentes guardaban estrecha relación con las del test de los estudiantes, excepto las preguntas P1 y P3 que hacían relación al conocimiento de lo que es un OA y al uso que habían hecho de ellos con anterioridad. Estas dos preguntas se modificaron en el test de docentes ya que se trabajó con profesores que tenían un conocimiento básico sobre objetos de aprendizaje.

En la pregunta P1 se buscaba saber si los docentes consideraban que los OA le habían ayudado en el proceso de enseñanza de los conceptos físicos y matemáticos relacionados con los temas abordados. Se encontró un 100% de aceptación de esta afirmación, encontrándose una respuesta muy positiva frente al apoyo de los objetos en cuanto a la enseñanza de los temas.

Tabla 2.

Consolidado de las respuestas al test de Likert aplicado a los docentes

Pregunta	D1 ⁵	D2	D3	D4	D5	Total	Promedio	%
P1	5	5	5	5	5	25	5	100
P2	5	5	5	4	5	24	4,8	96
P3	5	4	5	4	5	23	4,6	92
P4	5	5	5	4	4	23	4,6	92
P5	5	5	5	5	5	25	5	100
P6	5	4	5	5	4	23	4,6	92
P7	5	4	5	5	4	23	4,6	92
P8	5	5	5	5	5	25	5	100

Fuente: Los autores

En la pregunta P3 se preguntó si las actividades propuestas en el OA le ayudaron a fortalecer sus metodologías de enseñanza. La respuesta positiva fue de 92% lo cual evidencia una buena aceptación de las actividades diseñados en los OA para apoyar las labores de enseñanza.

La pregunta P2 hacía referencia a los contenidos, el grado de aceptación fue de 96% mostrando que los contenidos fueron expuestos en forma clara y esto podría ayudar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje de los temas.

Las preguntas P4 y P7 hacían referencia a la percepción del docente en relación a la aceptación y motivación de los estudiantes frente al uso de los objetos; en ellas se encontró una percepción positiva por parte de los docentes, quienes consideraron que los estudiantes mostraron agrado al emplear los objetos y que, a su parecer, éstos ayudaron a mejorar los niveles de motivación frente al aprendizaje.

La pregunta P6 indagaba sobre su percepción del aprendizaje logrado por los estudiantes a partir de las herramientas dadas en los objetos, se encontró un 92% de aceptación por parte de los docentes quienes consideraron que las actividades interactivas propuestas en el objeto contribuyeron al aprendizaje de los estudiantes.

Las preguntas P8 y P5 preguntaban sobre la utilización que le daría a este tipo de materiales. Para ellas se encontró un 100% de aceptación, es decir todos los docentes respondieron que utilizaría nuevamente los OA para enseñar los conceptos de oscilaciones y ondas y los recomendaría a sus colegas, además de estar interesados en tener un OA de este tipo para otros temas de sus cursos.

Los objetos tuvieron una tercera evaluación, fueron revisados por dos expertos, uno temático y uno informático, a continuación se exponen las apreciaciones sobre los objetos expresadas por los cuatro evaluadores a partir de las cuales se realizaron algunos ajustes que también se mencionan:

Los comentarios expresados fueron:

- El OA en términos generales es excelente
- El OA usa un formato estándar (HTML5), lo que facilita su uso en diferentes plataformas y contribuye a cargar rápidamente los recursos. Se tiene una estructura uniforme en todo el OA, tanto en tipos de letras como en tipos de recursos (imágenes, videos, etc.).
- El OA presenta una buena fundamentación teórica de los conceptos científicos que se pretenden enseñar.
- Se expresaron algunos problemas de compatibilidad al ejecutarlo en los diferentes navegadores conocidos. Por ejemplo alguno de los videos no corrió en internet explorer o no fue posible ejecutar el sonido de alguna de las aplicaciones en Firefox.

Acción tomada: Se complementó el código necesario para que la multimedia se ejecutará en cualquier navegador.

- En el tema de interfaz amigable, se sugirió aumentar el tiempo en los videos (de Bienvenida e Introducción) ya que algunos apartes pasaban un tanto rápido.

Acción tomada: Se extendió el tiempo de las distintas secciones de los videos para hacerlos más fáciles de seguir.

⁵ D1 significa docente 1 y así los demás

- En donde están los videos se puede incluir un texto alternativo para quienes no tengan un reproductor de video en sus equipos o navegador.

Acción tomada: Se incluyó el texto y el usuario puede elegir leer o escuchar.

- Carece de preguntas que permitan establecer el análisis crítico-reflexivo en el proceso de construcción de conocimiento.

Acción tomada: Al parecer el evaluador no vio la sección denominada ¡Reflexiona! en la cual se hacen preguntas que buscan precisamente un análisis crítico y reflexivo del proceso de aprendizaje.

- Asimismo, el OA debe incluir aplicaciones más concretas que reflejen la transferencia del aprendizaje a escenarios diversos que den cuenta de la utilización de los conceptos aprendidos.
- Por último, en el OA de movimiento oscilatorio se sugirió incluir más texto y voz al mismo tiempo en todo el contenido.
- Revisar la combinación verde-azul en el objeto de movimiento oscilatorio que no siempre es apropiada.
- Se requiere mayor interactividad en el objeto para no limitar la participación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje.

4. Conclusiones

El diseño de OA es sin duda un área de interés actual en constante desarrollo y actualización en la cual se requiere de la participación activa de expertos temáticos, expertos informáticos y expertos pedagógicos de tal manera que el material cuente con los elementos de calidad requeridos para lograr avances significativos en los procesos de enseñanza aprendizaje. Si el diseño de estos OA se realiza a partir de la identificación de los obstáculos de aprendizaje que tiene los estudiantes en las temáticas a intervenir, el material cobra un valor aún más importante.

Una adecuada planeación, desarrollo e implementación de los contenidos y las actividades de aprendizaje en los Objetos de Aprendizaje permite a los estudiantes realizar un seguimiento de los temas desde una secuencia organizada que puede repasar cada vez que lo requiera, propiciando así, un aprendizaje significativo de los temas que se ve enriquecido en la medida en que interactúa con el material.

Los estudiantes participantes en el proyecto evaluaron favorablemente la intervención y consideraron que se fortaleció tanto el desarrollo del proceso de aprendizaje como la posibilidad de mejorar sus habilidades en el manejo de tecnologías de la información y la comunicación a pesar de ser estas afines para su generación. También encontraron los objetos atractivos, agradables y fáciles de seguir con contenidos expuestos en forma clara y precisa por lo que manifestaron su disposición de utilizar nuevamente el material. Dieron cuenta además, de mejoras en su desempeño y logros y fortalezas en su aprendizaje.

Los profesores que emplearon esta herramienta como apoyo en los procesos de enseñanza consideraron que los OA diseñados son una herramienta valiosa para el desarrollo de sus

clases y un excelente material de apoyo para el aprendizaje de sus estudiantes. En su juicio, la estrategia facilitó el proceso de enseñanza de los conceptos físicos y matemáticos relacionados con los temas abordados al apoyar las labores de enseñanza. Los docentes participantes consideraron que los estudiantes mostraron agrado al emplear los objetos y que éstos ayudaron a mejorar sus niveles de motivación frente al aprendizaje. Todos los docentes respondieron que utilizaría nuevamente los OA para enseñar los conceptos de oscilaciones y ondas y los recomendaría a sus colegas, además de estar interesados en tener un OA de este tipo para otros temas de sus cursos.

Los OA presentados permitieron la flexibilización de los contenidos desarrollados contribuyendo a la necesidad de mejorar las prácticas desde la perspectiva de la virtualidad que contribuyen al desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje que contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos físicos y matemáticos.

Referencias

- [1] Ministerio de Educación Nacional, Recursos Educativos Digitales Abiertos – Colombia. [En línea]. 2012. Disponible en: http://www.colombiaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597_reda.pdf.
- [2] Jacobsen, P., Reusable Learning Objects- What does the future hold. E-learning Magazine, pp. 1-1, 2002.
- [3] Durán, J.F.M., Aprendiendo en el nuevo espacio educativo superior, ACCI (Asoc. Cultural y Científica Iberoamerica), Madrid, España, 2015.
- [4] Ministerio de Educación Nacional, Aprendiendo en Línea, [En línea]. 2006. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>.
- [5] Hanley, G., Merlot, [En línea]. 1997. Disponible en: <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>.
- [6] Martínez, A.d.C., El diseño instruccional en la educación a distancia un acercamiento a los modelos, Apertura, pp. 104-119, 2009.
- [7] Smith, P.L. and Ragan, T.J., Instructional Design, 2da edición, Wiley & Sons, 1999.
- [8] Tejera, D., Bennisar, F.N. y Leyva, M., Revista de Investigación e Innovación Educativa para el Desarrollo y la Formación Profesional, Quinto congreso virtual Iberoamericano de calidad en educación virtual y a distancia, pp. 1-18, 2013.
- [9] Guerra, L. y Carrasco, P., Propuesta metodológica para crear cursos en modalidad B-learning, Sexto Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática: SIECI 2009, pp. 1-6, 2009.
- [10] Flores, M.J., Un diseño instruccional para la geografía situada, Revista de Investigación e Innovación Educativa para el Desarrollo y la Formación Profesional, pp. 1-11, 2014.
- [11] Guardia, L., El diseño formativo, Ed. Gedisa, Madrid, España, 2000.
- [12] Hernández, Y., Evaluación de calidad de objetos de aprendizaje. [En línea]. [consulta: Marzo 13 de 2013]. Disponible en: https://www.redclara.net/news/DV/DV_LACLO/YoslyHernandez.pdf.
- [13] Hernández, Y., Silva, A. y Velásquez, C., Instrumento de evaluación para determinar la calidad de los objetos de aprendizaje combinados abiertos de tipo práctica, Conferencia de la Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje, 3(1), pp.1-12, 2012.
- [14] Otamendi, A., Belfer, K., Nesbit, J. y Leacock, T., Cátedra Banco Santander, [En línea]. 2002. Disponible en: <http://www.unizar.es/CBSantander/images/2010/OER/Instrumento%20para%20la%20evaluacion%20de%20objetos%20de%20aprendizaje-LORI.pdf>.
- [15] Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Molina, M.I., Rodríguez, A. y Vélez, U., Mapas conceptuales una técnica para aprender, Narcea Ediciones, Madrid, España, 2006.

F.N Jiménez-García, es Ing. Química en la Universidad Nacional de Colombia, Esp. en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño, MSc. en Ciencias Física y Dra. en Ingeniería ambos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Ha ejercido en la Universidad de Caldas y la Universidad Antonio Nariño. Actualmente es docente titular en dedicación de cátedra de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales y docente titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales. Cuenta con 22 años de experiencia docente. Entre sus campos de interés están los procesos de enseñanza y aprendizaje tanto en física en matemática así como el estudio de materiales de ingeniería. Ha sido beneficiaria de becas donde ha estudiado, así como de Colciencias para adelantar sus estudios de posgrado. Recibió el título de mejor docente en la facultad de ingenierías de la Universidad Autónoma de Manizales en el 2008 y mención por sus logros académicos e investigativos en el 2015. Se ha desempeñado como coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas, como docente e investigadora del mismo y pertenece al grupo de investigación en física y matemática con énfasis en la formación de ingenieros, el cual se encuentra en categoría B en COLCIENCIAS, al que actualmente lidera.
ORCID: 0000-0003-1546-8426

Docente Meritorio de la UTB en el año 2004. Actualmente se desempeña como Decano de la Facultad de Ciencias Básicas de la UTB.
ORCID: 0000-0001-6160-1916

C. Márquez-Narváez, Tecnólogo en Desarrollo de Software en el año 2010 y de Esp. en Desarrollo de Aplicaciones Móviles en el año 2013 ambas en el SENA Regional Caldas. Es Ing.de Sistemas en el 2014 de la Universidad Autónoma de Manizales -UAM, Colombia. Actualmente es docente de la UAM y estudiante de la Maestría en Bioinformática y Biología Computacional de la misma institución. Perteneció al grupo de investigación de Física y Matemáticas en el cual se desempeñó como Joven investigadora en el periodo 2015-2016.
ORCID: 0000-0002-2716-844X

J.J. Agudelo-Calle, es Ing. Químico en 1994 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Esp. en Computación para la Docencia en 1998 de la Universidad Antonio Nariño y MSc. en Ciencias Físicas en 2006 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. De 1995 a 1996 trabajó en el Colegio Gerardo Arias de Villamaría Caldas y desde 1997 ha venido desempeñándose como docente de diferentes áreas en distintas instituciones educativas de la ciudad de Manizales, entre ellas: Colegio San Luis Gonzaga, Universidad Antonio Nariño, Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad de Manizales, Universidad de Caldas y actualmente es docente en la Universidad Nacional de Colombia y docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Manizales. También orienta un curso en la maestría en enseñanza de las ciencias en la Universidad Nacional de Colombia. Autor del libro de Matemáticas básicas con Mathcad publicado por la Universidad Autónoma de Manizales y coautor de los textos de laboratorios de Física de la UAM y de Física Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia. Es miembro activo del grupo de Investigación en Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros de la UAM.
ORCID: 0000-0003-2189-2143

L. Beleño-Montagut, es Física y MSc en Física de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Docente desde 1992 en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en la línea de física en los cursos teóricos y de laboratorio correspondientes a mecánica, electromagnetismo y ondas y partículas. Profesora vinculada al grupo de investigación en ciencias aplicadas (GINCAP) de la UNAB, donde ha desarrollado proyectos de investigación en la línea de Enseñanza de la Física.
ORCID: 0000-0002-6958-6367

H.E. Leyton-Vásquez, es Lic. en Matemáticas y Física, Ing. Electricista, Esp. en Pedagogía y Docencia Universitaria, Esp.en Ciencias Físicas. MSc. en Matemática Aplicada. Profesor de tiempo completo en la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
ORCID: 0000-0001-6554-2706

J.L. Muñiz, es MSc. en Educación con énfasis en Cognición de la Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Esp. en Estadística Aplicada de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia. Esp. en Física de la Universidad de la Habana, La Habana, Cuba. Diplomado en Gestión y Calidad del Aire, del Banco Mundial Internacional. Lic. en Educación, especialidad Física y Astronomía del Instituto Superior Pedagógico Félix Varela, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Investigador del grupo de Educación e Innovación Educativa con categoría D en COLCIENCIAS en el área de Didáctica de las Ciencias Naturales. Experiencia de más de 30 años en la enseñanza de la Física, en la Educación Superior en las Repúblicas de Cuba y Colombia. Elegido