

Aplicación de ADDIE en el proceso de construcción de una herramienta educativa distribuida b-learning

Application of ADDIE in the process of building distributed educational tool b-learning

Harim Castellanos Altamirano¹, Everth H. Rocha Trejo²

¹ División de Estudios de Posgrado, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León Oaxaca, México

² Instituto de Computación Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León Oaxaca, México

harim.castellanos@gmail.com, everth@mixteco.utm.mx

Recibido: 27/02/2020 | **Aceptado:** 08/04/2020

Cita sugerida: H. C. Altamirano and E. H. Rocha Trejo, “Aplicación de ADDIE en el proceso de construcción de una herramienta educativa distribuida b-learning,” *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 26, pp. 10-19, 2020. doi:10.24215/18509959.26.e1

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

El presente proyecto de investigación aplicó las etapas del modelo metodológico ADDIE como el proceso utilizado para implantar una arquitectura de software distribuida integrada de un sistema web y el sistema Moodle, que facilitó a través de b-learning el acceso a contenidos de estudio teórico-práctico relativo a la materia de Física de segundo grado de secundaria, proporcionando los mecanismos que simplificaron el aprendizaje mediante simulaciones virtuales de prácticas de laboratorio sin riesgo físico o daños materiales, considerando además que el resultado de la implantación integraría los lineamientos definidos por la Secretaría de Educación Pública en México. La arquitectura diseñada se aplicó a un caso de estudio que permitió validar la implementación, evidenciando la transferencia de conocimiento a través de un grupo experimental que al contar con una herramienta tecnológica de este tipo modificó las condiciones de enseñanza-aprendizaje en la asignatura y posibilitó al estudiante practicar mediante las simulaciones virtuales cualquier tema que se requirió.

Palabras clave: B-learning; ADDIE; Simulaciones virtuales.

Abstract

This research project applied the steps of the ADDIE methodological model as the process used to implement an integrated distributed software architecture of a web system and the Moodle system, which facilitated through b-learning access to theoretical-practical study content related to the subject of Physics of Second Grade of secondary school, providing the mechanisms that simplified learning through virtual simulations of laboratory practices without physical risk or material damage, considering also that the result of the implementation would integrate the guidelines defined by the Secretary of Education Public in Mexico. The designed architecture was applied to a case study that allowed the validation of the implementation, evidencing the transfer of knowledge through an experimental group that, having a technological tool of this type, modified the teaching-learning conditions in the subject and enabled the student practice through virtual simulations any subject that was required.

Keywords: B-learning; ADDIE; Virtual simulations.

1. Introducción

El presente artículo se deriva del análisis de los resultados obtenidos al aplicar las etapas del modelo metodológico ADDIE como el proceso que se llevó a cabo para implantar un sistema distribuido con software y hardware débilmente acoplados de tipo cliente-servidor de cuatro capas, el cual facilitó a través de b-learning el acceso a contenidos de estudio teórico-práctico relativos a la materia de Física de segundo de secundaria y proporcionó los mecanismos que simplificaron el aprendizaje mediante simulaciones virtuales de prácticas de laboratorio. El sistema distribuido presentado integra en su arquitectura un sistema web distribuido y una herramienta de cómputo de tipo LMS (Learning Management System), el cual fue puesto en uso para un caso de estudio específico en la escuela secundaria técnica No 1 de la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. El alcance del presente proyecto de investigación fue validar que la herramienta de cómputo educativo implantada como una arquitectura de software distribuido evidenciara la transferencia de conocimiento a un grupo experimental modificando las condiciones de enseñanza-aprendizaje en la asignatura. La importancia del proyecto fue generar y evaluar una herramienta de cómputo distribuido para el área educativa que fácilmente sea escalable, debido a que puede incluir más simulaciones virtuales de física y replicarse para otras asignaturas de ciencias en el mismo nivel educativo.

La educación de un país es un tema fundamental para su desarrollo, y en México es la Secretaría de Educación Pública (SEP) quien está encargada de dirigir todas sus actividades. La educación obligatoria definida en la SEP está integrada por los niveles de preescolar, primaria y secundaria. En el nivel educativo de secundaria es donde se desarrolla el presente proyecto de investigación, considerando el marco normativo presentado en [1], el cual, en su glosario de términos define como Educación Secundaria: *El tercer nivel de la educación básica cuyo objetivo ofrece conocimientos y habilidades avanzados para consolidar los procesos iniciados en los niveles anteriores, sentando las bases para las áreas especializadas estudiadas en la educación media superior.* El planteamiento curricular plasmado en el mismo marco normativo, describe los desafíos de la sociedad del conocimiento dando cabida a la inserción de tecnologías nuevas en el desarrollo científico, considerando que una de ellas puede ser el área de investigación de b-learning.

El término b-learning está descrito en [2] como aquel que tiene por objeto optimizar el proceso de aprendizaje mediante la combinación de tecnologías de uso presencial (físico) y no presencial (virtual), así mismo, en [3] se describe además que b-learning tiene el propósito de convertirse en una extensión natural del proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas de clase tradicionales. Actualmente b-learning es un complemento a la clase presencial que se incluye como una estrategia pedagógica en donde se pueden utilizar simulaciones con software.

Un enfoque de enseñanza basado en b-learning requiere de un diseño instruccional para definir el cómo se

desarrollará el proceso de enseñanza-aprendizaje, el método adecuado para lograr los objetivos de aprendizaje planteados y el tipo de contenido a trabajar, todo ello, teniendo en cuenta el perfil del público destinatario. Un modelo instruccional es ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), como se explica en el trabajo de investigación [4] es un proceso para crear experiencias de aprendizaje de formación con el propósito de potenciar habilidades y conocimientos de los estudiantes. ADDIE es una metodología que puede utilizarse cuando se pretende integrar e implantar algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que permite definir el público objetivo y seleccionar la muestra de estudio para realizar mediciones antes y después de su integración en el entorno de aprendizaje, sirviendo de guía en el diseño y desarrollo de herramientas para la educación empleando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El tipo de software implantado mediante la aplicación de ADDIE está relacionado con simulaciones por computadora, definidas en el trabajo de investigación [5] como el programa que trata de reproducir a través de visualizaciones los diferentes estados de un fenómeno natural, en donde cada estado está descrito mediante un conjunto de variables que cambian con la interacción en el tiempo de un determinado algoritmo.

Debido a la naturaleza de b-learning el proceso de enseñanza-aprendizaje se debe apoyar en la combinación de tecnologías para su uso presencial y no presencial (virtual), por tal razón la arquitectura de implantación consistió en un sistema distribuido, que de acuerdo a [6] se define como una colección de computadoras independientes pero que son presentadas ante el usuario como una única computadora en donde las innovaciones tecnológicas que soportan los sistemas distribuidos son el microprocesador y las redes de computadoras, así mismo, los sistemas distribuidos tienen como parte de su taxonomía una clasificación específica definida como *sistemas con software débilmente acoplado en hardware débilmente acoplado*, que permiten integrar una arquitectura cliente-servidor de cuatro capas, explicada en [7] como la arquitectura de sistemas de cómputo que está en un solo servidor o de forma distribuida por varios servidores, en otras palabras que tenga una *capa de presentación* distribuida entre miles de servidores, una *capa de negocios* y una *capa de datos* que pueden estar en el mismo servidor y una cuarta *capa de servicios* que permite que la funcionalidad entre aplicaciones sea accesible. Específicamente se tomó como la capa de presentación a las aplicaciones de software que generan las simulaciones virtuales distribuidas en Internet, así mismo se utilizó un sistema web que integra la capa de datos y de servicios de las simulaciones virtuales para proporcionarlas a la capa de negocios comprendida por un *Sistema de Gestión de Aprendizaje* o LMS. Los conceptos, características y funciones de un LMS están descritas en el trabajo de investigación [8] como la unión de tecnología, comunidad y negocio para crear y gestionar entornos de aprendizaje en línea simple y automatizada, con la posibilidad de combinarse o no con el aula tradicional.

La finalidad de este artículo es mostrar que, al emplear el modelo ADDIE, se incidió en la aplicación de tecnología de cómputo distribuido en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la materia de Física para secundaria, brindando la oportunidad de aprender haciendo a través de experimentos mediante simulaciones virtuales que de otra forma no serían posibles por cuestiones de seguridad, costo y tamaño, anulando el riesgo físico o daños materiales, considerando además que el resultado de la implantación integra los lineamientos definidos por la SEP para el aprendizaje de las ciencias de nivel secundaria.

2. Metodología utilizada

El objetivo principal que guió este trabajo de investigación consistió en implantar un sistema distribuido con software y hardware débilmente acoplados de tipo cliente-servidor de cuatro capas, que sirviera como una herramienta educativa b-learning que permitiera un mayor grado de autonomía en el aprendizaje que es dirigido por el profesor. Para facilitar el logro de este objetivo, se decidió usar como marco conceptual el Modelo ADDIE por ser una metodología sistemática para el desarrollo de material educativo adecuado a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, ya que puede utilizarse en contextos de clase presencial y virtual cuyo enfoque es el lograr crear una guía de referencia para desarrollar recursos de aprendizaje y productos educativos, con el propósito de facilitar la construcción de conocimiento y habilidades durante episodios de aprendizaje guiado. Los pasos propuestos por la metodología instruccional ADDIE facilitaron la tarea de implantación, debido a que es un modelo instruccional que se integra de cinco etapas ordenadas, que son: *Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación*.

Específicamente en este proyecto su aplicación consistió en abordar cada una de las etapas como se explica en las secciones siguientes.

2.1. Análisis

En esta etapa se definió la identificación del público objetivo, así como, los temas y tareas a desarrollar logrando contextualizar el marco de trabajo para la enseñanza con TIC.

2.1.1. Análisis del público objetivo

Para lograr la identificación del público objetivo se recurrió al uso de tres descripciones, la primera especificada en el documento de Estrategias de Comunicación y Educación para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [9], la cual define a los *adoptantes*; la segunda descripción fue tomada del perfil de egreso del estudiante al término de la educación secundaria determinado por la SEP [1], esta considera centrarse en los ámbitos *pensamiento matemático, pensamiento crítico y solución de problemas, colaboración y trabajo en equipo, y habilidades digitales*;

para la tercera descripción se consideraron las características deseables para aprender con TIC a través de un LMS planteadas en [10], siendo estas el liderazgo, y aprender con modelos y determinantes.

Con apoyo de las tres descripciones anteriores se identificó al público objetivo, el cual, está formado por los estudiantes y profesores de la materia de ciencias-física de secundaria. Los estudiantes son el *público primario* por ser aquellos a los cuales estarán dirigidas las estrategias y acciones. Los docentes son el *público secundario* identificado como aquellos que tendrán acceso a mensajes y acciones sin ser el foco principal, pero es importante enterarlos.

2.1.2. Análisis de temas y tareas

Se planteó la definición del contenido del curso y la selección de los temas propuestos que serían acompañados de simulaciones virtuales, mediante la revisión del plan de estudios de la SEP de la materia de Física en educación básica nivel secundaria, para llevar a cabo esto y cumplir con la aplicación de la metodología ADDIE, se consideró usar el *método de análisis de temas*. El análisis de temas tuvo como finalidad la identificación del contenido del curso, así como, clasificar los elementos del mismo, logrando con esto el contenido para un curso de tipo b-learning [4].

Tomando en cuenta lo anterior se procedió a considerar los 24 libros de textos oficiales de la SEP, mismos que están disponibles en la página web de la Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG) [11].

Continuando con el análisis se encontró que en la investigación de [12] se realizó una comparativa por parte de profesores de secundaria, entre 11 libros de texto utilizados para el estudio de las ciencias en México con énfasis en Física a nivel secundaria en donde el libro *Ciencias 2. Física - Ediciones Castillo - 2008 - Autores: Gutiérrez, Israel; Gabriela Pérez; Guadalupe Osorio; Eva Piñón e Isaías Herrera*, presentó más trabajos de experimentos con 47 prácticas y fue el tercero en proponer proyectos de ciencias, con 28 en total, a razón de estos resultados este libro se consideró como el más adecuado para la identificación y el análisis del contenido a realizar. Comprobando con la lista derivada de la revisión realizada anteriormente de los libros de física para secundaria disponibles en el sitio de CONALITEG, se halló que el libro *Ciencias 2 Física. Fundamental - Ediciones Castillo - Quinta Reimpresión abril 2018 - Autores: Gutiérrez Israel; Gabriela Pérez y Ricardo Mendel*, formó parte del estudio comparativo en [12], debido a que se relacionan a la misma editorial Castillo, así como, a dos autores, generando una evidencia de vinculación en ambos libros. Cabe resaltar que por la organización de cada tema en este libro, que consiste en tres secciones fundamentales: situación inicial, desarrollo y cierre; se facilitó la identificación de los temas principales propuestos en el contenido.

Concluyendo con el análisis de temas y tareas, en este trabajo de investigación se obtuvo como guía y

bibliografía principal para desarrollar los contenidos del curso práctico propuesto, al libro *2 Física. Fundamental - Ediciones Castillo - Quinta Reimpresión abril 2018 - Autores: Gutiérrez Israel; Gabriela Pérez y Ricardo Mendel*, disponible para su consulta en [13] y [14]. Una vez definida la bibliografía de estudio y revisado su contenido se propuso que los temas acompañados por simulaciones virtuales, estarían basados en el Bloque I – Tema 1 de los libros de física disponibles para consulta en el sitio Web de la CONALITEG. A continuación, se muestran los temas mencionados.

Bloque I: La descripción del movimiento y la fuerza

- Tema 1. El movimiento de los objetos
 - Marco de referencia y trayectoria; diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida
 - Velocidad; desplazamiento, dirección y tiempo
 - Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo
 - Movimiento ondulatorio, modelo de ondas, y explicación de características del sonido

2.2. Diseño

En la etapa de Diseño, se buscó identificar los *objetivos de aprendizaje* esperados al término del estudio de los temas definidos, al igual que la *metodología para la enseñanza con TIC*, que se emplearon para el uso de las *simulaciones virtuales de física* propuestas para el Bloque I - Tema 1: Movimiento de los objetos, así como su aplicación.

2.2.1. Objetivos de aprendizaje

Para identificar los objetivos de aprendizaje se tomó nuevamente la fuente bibliográfica [14]. A continuación, se establecen los objetivos de aprendizaje:

- Comprender fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Comprender los alcances y limitaciones de la ciencia, así como el desarrollo tecnológico en diversos contextos.
- Tomar decisiones informadas para el cuidado del ambiente y promoción de la salud orientada con la cultura de la prevención.

2.2.2. Metodología para la enseñanza con TIC

Las características de la metodología de enseñanza para el público objetivo definido que usaría las simulaciones virtuales, debería considerar que estos tienen diferentes capacidades para alcanzar nuevos niveles de desarrollo, además de que el contexto en el aula es heterogéneo, por ello, se propuso el uso de la metodología *Flipped Classroom*, descrita en [10] como un modelo pedagógico que cambia la estructura del aula relacionándola al término *darle la vuelta a la clase*, se planteó el poner

atención en el cambio del papel del docente y del alumno. Se procuró que el papel del docente se transformara en un facilitador de conocimiento y aprendizaje significativo y constructivista, que, al incorporar nuevas tecnologías en el aula, no lo relegue a un segundo plano, si no que en realidad estas le sirvieran de herramientas para mejorar la enseñanza, la estimulación de la creatividad, el espíritu crítico y la resolución de problemas. Mientras que el alumno al entrar en el aula, a partir de algunos conocimientos previos que ha adquirido fuera de la misma con la ayuda de las nuevas tecnologías, supere el modelo pasivo en el aula, convirtiéndose en el verdadero protagonista de su propio aprendizaje.

En este proyecto de investigación se propuso que los estudiantes tuvieran acceso a los contenidos de la materia a través de una plataforma de tipo LMS, y con ello permitir su revisión desde cualquier lugar geográficamente fuera del aula, pero es dentro del aula y acompañados del profesor donde se aplicará la teoría a través de la práctica. Este modelo metodológico puede ser aplicado al b-learning por ser una metodología mixta que conjunta el desarrollo de los contenidos de forma presencial y en línea, además es adecuada para la era digital al integrar las TIC como herramienta de trabajo entre personas, lo que se conoce como aprendizaje P2P (Peer to Peer) o aprendizaje entre iguales [15].

2.2.3. Aplicación de las simulaciones virtuales

Para lograr los objetivos de los temas determinados para el público objetivo identificado y a través de la metodología de enseñanza con TIC definida, se estableció el orden siguiente de actividades para aplicar las simulaciones virtuales: Conferencia impartida por el profesor explicando un tema seleccionado, acceso virtual a contenidos, uso de simulaciones virtuales. Además de las actividades, se definió la estrategia de aprendizaje y los medios a emplear para cada una.

2.3. Desarrollo

En esta etapa se desarrolló el contenido, estableciendo los ejercicios prácticos planteados en el Bloque I del libro de texto referido anteriormente, para la elección de las simulaciones virtuales. Considerando lo anterior se propuso utilizar simulaciones virtuales disponibles en diferentes sitios web previamente elegidas, que hacen referencia al tema correspondiente del Bloque I.

2.3.1. Simulaciones virtuales de física propuestas para el Tema 1: Movimiento de los objetos

Las simulaciones virtuales determinadas para los subtemas del Tema 1 Movimiento de los objetos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Simulaciones virtuales propuestas de física del Bloque I – Tema 1: Movimiento de los objetos

Subtemas	Nombre de la simulación	Fuente
Velocidad: desplazamiento, dirección y tiempo	Simulación 1-1 Imágenes fantasmales	EjsS
	Simulación 1-2 Juego Rana	EjsS
Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo	Simulación 2-1 Movimiento de un proyectil	walter-fendt
Movimiento ondulatorio, modelo de ondas, y explicación de características del sonido	Simulación 3-1 Onda en una cuerda	Phet
	Simulación 3-2 Onda armónica transversal	Física básica
	Simulación 3-3 Onda armónica longitudinal en un tubo de gas	física básica
	Simulación 3-4 Interferencia de ondas	Phet
	Simulación 3-5 Refracción	walter-fendt

Cada una de las fuentes donde se hallaron las simulaciones virtuales indicadas en la tabla 1, se explican a continuación.

Simulaciones con Easy Java/Javascript Simulations (EjsS). Se realizó una investigación en la biblioteca digital comPADRE que forma parte de la Biblioteca Nacional de Ciencias Digitales, una red en crecimiento de colecciones de recursos educativos que apoyan a profesores y estudiantes en Física y Astronomía, dentro de la cual, existe una colección de simulaciones en el campo de modelado por computadora disponibles en *the open source physics collection* u OSP Collection [16]. Las simulaciones de EjsS están desarrolladas con tecnología JavaScript y HTML.

Simulaciones con Phet. La descripción referida en [17] para Phet explica que son simulaciones interactivas de la Universidad de Colorado en Boulder para ciencias y matemáticas. Las simulaciones virtuales utilizadas están desarrolladas con Flash, JavaScript y HTML5.

Simulaciones con walter-fendt. En el sitio web [18] están disponibles simulaciones interactivas de física construidas con HTML y JavaScript, cada simulación recrea de forma sencilla el fenómeno objeto de estudio y el sistema de medición en donde es posible cambiar las condiciones iniciales, así como, los valores de las constantes.

Simulaciones de física básica. En el sitio web [19] se encuentran animaciones implementadas con Adobe Flash para los temas de interés del presente trabajo de investigación.

2.4. Implementación

En esta sección se describen las tecnologías elegidas para la construcción del software que facilitó la integración de simulaciones virtuales en una arquitectura de sistemas distribuidos que incluyó el uso del Moodle como LMS.

Como se ha mencionado se requirió de una arquitectura distribuida cliente-servidor de cuatro capas. En la figura 1 se muestra la propuesta de la arquitectura cliente-servidor de cuatro capas que se utilizó, en donde se observa un sistema distribuido con software y hardware débilmente acoplados conteniendo una aplicación web y la herramienta Moodle como LMS.

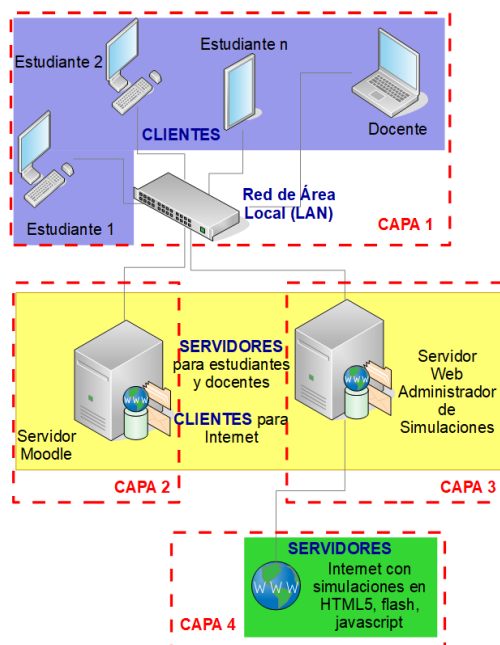


Figura 1. Sistema distribuido propuesto con arquitectura de cuatro capas cliente-servidor

Fuente: elaboración propia.

El sistema web administró simulaciones virtuales de ciencias con énfasis en física para nivel secundaria seleccionadas del Internet, mientras que por su parte el sistema Moodle integró las simulaciones dispuestas en el sistema web dando un contexto de estudio teórico-práctico con estructura y colaboración que permitió tanto a los estudiantes como a los docentes estar en un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en b-learning.

La arquitectura cliente-servidor de cuatro capas del sistema distribuido propuesto mostrado en la figura 1 integró los datos y servicios permitiendo actuar a los estudiantes como clientes estando aislados de toda la complejidad inherente, ya que únicamente los clientes del sistema global hacen solicitudes al servidor que contiene el Moodle, olvidándose de las transacciones que hacen de un servidor a otro.

Los elementos que integran la arquitectura cliente-

servidor de cuatro capas del sistema distribuido propuesto fueron:

- Capa 1: Los clientes
- Capa 2: Servidor Moodle como integrador del sistema web
- Capa 3: Servidor como Sistema web administrador de simulaciones virtuales de física
- Capa 4: Servidores en Internet

En las siguientes secciones se describirán cada uno de estos elementos.

2.4.1. Capa 1: Los clientes

Las computadoras personales y dispositivos móviles que ejecutan una aplicación de tipo navegador de Internet como Explorer, Firefox, Chrome entre otros, con los cuales interactuaron los estudiantes y docentes se desempeñaron como los clientes en la herramienta educativa implementada como sistema distribuido.

Específicamente en esta capa el acceso a los repositorios de datos no es una responsabilidad de los clientes, ya que simplemente solicitan la ejecución de procesos del servidor y despliegan los datos recibidos, de esta forma el procesamiento de cómputo como el de las simulaciones está ajeno a los clientes, quienes en el rol de estudiantes seleccionan el tema de estudio que desean visualizar y con ello puedan ejecutar las simulaciones de física disponibles en el servidor de Moodle las veces que sea necesario, y los clientes en el rol de docentes interactúan con el sistema web administrador para gestionar las simulaciones y con el Moodle para establecer los contenidos teórico-práctico de la materia de Física.

2.4.2. Capa 2: Servidor Moodle como integrador del sistema web

En la figura 1 se observa que las máquinas que ejecutaron el sistema Moodle y la aplicación web como administradora de simulaciones fungieron como el servidor en algunos casos y cliente en otros para la herramienta educativa implementada como sistema distribuido, debido a que manejaron las funciones requeridas de concurrencia y acceso a datos compartidos. En esta capa el sistema Moodle cuando actúa como servidor procesa de forma concurrente todas las peticiones sobre una conexión de red de los clientes, pudiendo ser tanto estudiantes como profesores y actuará como cliente cuando consuma los servicios organizados en el sistema web administrador de simulaciones de física.

Debido a la posibilidad de integración en Moodle mediante una URL, el sistema web como administrador de simulaciones virtuales está publicado en un contenedor de aplicaciones Tomcat 9, mediante el cual, se genera una dirección de Internet única para cada simulación virtual denominada como URL y se asigna a cada una de las simulaciones virtuales como recursos disponibles en la red con la finalidad de que puedan ser localizados e identificados. Esto permitió integrar cualquier simulación

del sistema web al Moodle mediante la opción de *añadir una actividad* o *recurso* como página y posteriormente desplegar las características a configurar en la sección de contenido para agregar la URL generada por el sistema web en combinación con el código iframe.

El propósito de integrar simulaciones virtuales mediante un sistema web construido a la medida es no depender de plugin de terceros, ya que cuando existe pérdida de disponibilidad del sistema Moodle la información puede llegar a borrarse. Además, se propuso que la complejidad de programación y técnica en la integración de diferentes tecnologías se quedara en otro sistema. En esta capa el único impacto identificado que pudiera presentarse en Moodle es que no se vean las simulaciones, debido a que el servidor del sistema web no estuviera funcionando, pero todos los contenidos propuestos para el curso y trabajo colaborativo seguirán en uso en el sistema LMS. En contraparte, si el sistema Moodle perdiera su funcionamiento entonces el sistema web continuaría concentrando las simulaciones virtuales organizadas por temas y secuencias, por tanto, este serviría como herramienta aislada.

La figura 2 muestra una simulación virtual que fue agregada en Moodle.



Figura 2. Simulación agregada al curso de física para secundaria creado en Moodle
Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Capa 3: Servidor como Sistema web administrador de simulaciones virtuales de física

El *sistema web* actuó como servidor cuando puso a disposición las simulaciones virtuales al sistema Moodle y proporcionó los mecanismos de administración de las mismas al docente. En la figura 1 de la arquitectura distribuida de cuatro capas también el sistema web toma el rol de cliente cuando consume los servicios de simulaciones virtuales dispuestas en el Internet con tecnologías heterogéneas como JavaScript, Adobe Flash y HTML5 desarrolladas con versiones y tiempos diferentes.

El *sistema web* se construyó con las tecnologías Java Server Pages (JSP), Servlet, HTML5, JavaScript, Bootstrap 4 y MySQL, adicionalmente mediante el uso de Apache Tomcat 9 como contenedor de aplicaciones web pudo accederse a través de algún navegador de Internet. Aunque existen diversas opciones de tecnología de desarrollo web como Grails, Angular, React, entre otras,

JSP es una alternativa que presentó como ventaja para este proyecto, una estructura de proyecto flexible que permitió la integración de subproyectos heterogéneos además de que JSP como se explica en [20] es una tecnología basada en la plataforma Java 2 que simplifica el proceso de desarrollo de sitios web dinámicos ya que tanto los desarrolladores como los diseñadores web pueden incorporar de forma rápida elementos dinámicos en páginas web, utilizando código Java y una serie de etiquetas especiales determinadas.

La figura 3 muestra la impresión de pantalla principal del sistema web desplegado en el servidor Tomcat, conteniendo un menú de las diferentes simulaciones seleccionadas con base en la sección Desarrollo de contenidos previamente definidos.



Figura 3. Pantalla principal del sistema integrador de simulaciones virtuales
Fuente: elaboración propia.

El sistema web como se observa en la figura 3 presenta en forma de lista las simulaciones correspondientes a cada uno de los temas del Bloque I de los libros de física para secundaria de la SEP, es decir una base inicial de simulaciones que integra de Internet. A continuación, se explica su funcionamiento al administrar las simulaciones:

Paso 1: El usuario considerado para operar el sistema es el docente quien fue definido como público objetivo secundario.

Paso 2: Mediante un clic en cualquiera de los nombres de la lista de las simulaciones virtuales se presenta en una nueva página web la simulación correspondiente.

Paso 3: La aplicación web da la posibilidad al docente de agregar cualquier otra simulación virtual en la temática y secuencia que considere pertinente, para realizar esta acción se da clic en el botón Agregar Simulación, la figura 4 muestra la página web para agregar una nueva simulación virtual.

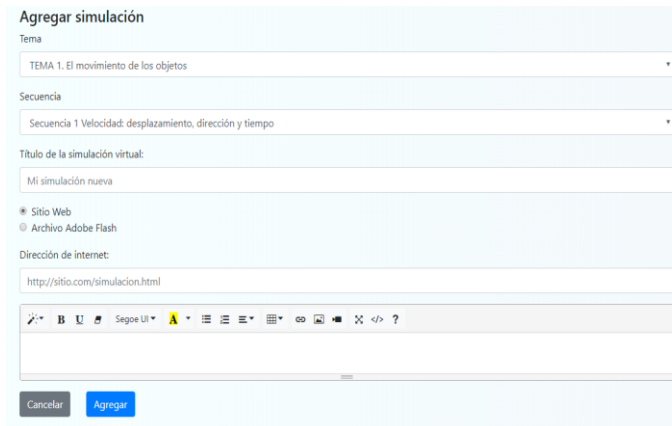


Figura 4. Agregar simulación virtual al sistema web.
Fuente: elaboración propia.

Paso 4: Los datos requeridos para agregar una simulación virtual como se muestra en la figura 3 son la selección de un tema y una secuencia descritas en la tabla 1. El título de la simulación virtual es un texto libre ingresado por el usuario para hacer referencia a lo que será mostrado.

Paso 5: En cuanto a seleccionar entre un sitio web o un archivo de adobe flash se determinan acciones particulares e independientes, para el caso de sitio web el usuario ingresará la dirección de internet en donde esté publicada la simulación virtual de forma distribuida en el Internet, para el caso de un archivo adobe flash será seleccionado del sistema de archivos del usuario del sistema para ser cargada en la base de datos y posteriormente mostrado en una nueva página web.

Paso 6: Respecto al editor de texto final proporcionado por [21] el usuario podrá hacer una redacción agregando estilos de texto e imágenes en caso requerido.

Paso 7: Posterior a que el usuario agregue la simulación virtual determinada por una temática y una secuencia, la pantalla principal del sistema web mostrará las simulaciones virtuales agregadas y un botón de eliminar, la figura 3 muestra el resultado descrito.

2.4.4. Capa 4: Servidores en Internet

En la figura 1 de la arquitectura distribuida de cuatro capas se observan los servidores en Internet, que son los que contuvieron simulaciones virtuales de física implementadas en diferentes tecnologías de cómputo como HTML5, Adobe Flash y Javascript, pero por sus características de programación deben ejecutarse en Internet, aunque en algunos casos las simulaciones pueden descargarse y ejecutarse en una computadora de forma local, pero una parte de ellas sigue dependiendo de pequeñas aplicaciones llamadas librerías gráficas que necesitan conectarse a Internet para su funcionamiento, es por esta razón, que el sistema web en su rol de cliente depende de los servidores en Internet para ejecutar de forma correcta las simulaciones virtuales de física.

2.5. Evaluación

El presente proyecto de investigación para la etapa de evaluación valoró la herramienta educativa b-learning resultante a través de un caso de estudio en una escuela secundaria.

El proceso metodológico para la evaluación de la herramienta educativa b-learning se dividió en cuatro etapas: Etapa 1- Determinar el contexto de aplicación de la propuesta metodológica, Etapa 2- Identificar indicadores y fuentes de información, Etapa 3- Recolectar los datos, Etapa 4- Analizar los datos y consolidar resultados.

Para la elección de unidades de análisis (indicadores o criterios) convenientes se consideraron las del proyecto [22] en combinación con la propuesta del proyecto de investigación [23]. El proyecto [22] propone indicadores básicos para la evaluación del b-learning en estudiantes de secundaria. En [23] se propone un criterio de representatividad de los participantes referido por el interés en el uso de recursos tecnológicos innovadores, determinando la representatividad en el actual proyecto por los docentes y los alumnos, debido a que los primeros pueden integrar recursos tecnológicos en su ejecución de clase, mientras que los segundos participan en la modalidad de enseñanza b-learning.

3. Caso de estudio para evaluar la herramienta educativa b-learning generada

Cabe aclarar que para este artículo solo se describirán las tres primeras etapas del proceso metodológico determinado en la sección 2.5 para la aplicación del caso de estudio.

3.1. Determinar el contexto de aplicación de la propuesta metodológica

3.1.1. Seleccionar la secundaria

Para seleccionar las escuelas secundarias se consideraron los aspectos: Infraestructura de cómputo con la que contaban, el uso de las TIC en sus procesos de enseñanza-aprendizaje y su localización geográfica perteneciente al municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca.

3.1.2. Establecer información de la secundaria

Para establecer información de la secundaria perteneciente al municipio de Oaxaca de Juárez se consultó el padrón de escuelas disponible en el sitio web del municipio [24]. Esta información mostró entre otros datos el nombre de la escuela, su domicilio y el número de alumnos por grado escolar, resultando la elección de la Escuela Secundaria Técnica No. 1 o EST No. 1, debido a que tiene la mayor población de estudiantes de aproximadamente 1452, de los cuales, 470 son de segundo grado, además de contar con dos centros de cómputo equipados con Internet,

mismos que son ocupados para impartir clases de informática.

3.1.3. Seleccionar los grados y la asignatura

La selección de grado y la asignatura, se realizó con base en lo dispuesto por la SEP para la enseñanza de las ciencias-física impartida en el segundo grado de secundaria.

3.2. Identificar indicadores y las fuentes de información

3.2.1. Identificar indicadores

Se identificaron los indicadores a utilizar para valorar los resultados de la implantación de la herramienta de enseñanza b-learning en el caso de estudio, siendo estos: las características de la institución educativa respecto a su infraestructura; los relacionados con el docente para conocer la inclusión de las tecnologías en su proceso de enseñanza-aprendizaje y el interés por participar en la aplicación del estudio académico relacionado con tecnologías de cómputo; los relacionados con el uso y aprovechamiento de las simulaciones virtuales y la plataforma virtual dirigidos al estudiante y al docente.

3.2.2. Especificar fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas fueron directas e indirectas. En las fuentes de información directas se realizaron entrevistas con los directivos de la institución educativa y los docentes que imparten la materia de Física. Respecto a las fuentes de información indirectas se llevó a cabo la aplicación de encuestas. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

Actividad 1: Presentar el proyecto con autoridades y docentes de la escuela.

Actividad 2: Aplicación de encuesta para determinar el uso los elementos de cómputo requeridos por la institución educativa para aplicar una herramienta de cómputo educativa.

Actividad 3: Aplicación de una encuesta para los profesores de física con el propósito de conocer la inclusión de las tecnologías que hacen en la clase y la aplicación con sus estudiantes.

3.2.3. Determinar la población

Se determinó que la población son los estudiantes de segundo grado de secundaria, debido a que en este grado se imparte la materia de ciencias con énfasis en Física. De acuerdo con [23] se estableció que debería ser una población finita que comprendiera a los profesores con su grupo de estudiantes. Para el caso de la EST No. 1 se identificó que 470 estudiantes pertenecen al segundo grado, con 3 profesores a cargo de la materia de Física.

3.2.4. Ajustar instrumentos de evaluación

Se ajustó el instrumento de evaluación en función de las características tecnológicas de la escuela secundaria seleccionada y de la práctica docente de los profesores de ciencias-física. Adicionalmente se realizaron las

siguientes actividades:

Actividad 4: Configurar la arquitectura propuesta de software educativo en la escuela secundaria.

Actividad 5: Capacitación a profesores que imparten la materia de Física.

Actividad 6: Adecuar conjuntamente con el profesor la clase presencial y complementarla con el uso de simulaciones virtuales.

3.3. Recolección de los datos

Se realizaron cuatro actividades para la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Actividad 7: Aplicación de tres encuestas previo a la ejecución de la clase combinada con la clase virtual, dirigida a profesores y alumnos con el propósito de conocer los indicadores de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de ciencias-física mediante el uso de las simulaciones virtuales y los indicadores relacionados con el uso y aprovechamiento de las simulaciones virtuales.

Actividad 8: Capacitar a los estudiantes en el uso del LMS.

Actividad 9: Ejecución de la clase presencial-virtual

En la figura 5 se observa a los estudiantes de segundo grado de secundaria de la EST No.1 participando en la ejecución de la clase presencial-virtual.



Figura 5. Ejecución de la clase presencial-virtual
Fuente: elaboración propia.

Actividad 10: Aplicación de las mismas tres encuestas posterior a la ejecución de la clase presencial-virtual.

3.2.5. Digitar los datos recolectados

Una vez recolectado las encuestas, se concentraron en un archivo de hoja de cálculo para analizar estadísticamente sus resultados y poder realizar gráficas.

Conclusiones

La propuesta presentada enfocada a la aplicación del modelo ADDIE para la obtención de una arquitectura de software distribuida, que facilitara el acceso a contenidos de estudio teórico relativo a la materia de Física de segundo de secundaria puede ser adoptada para cualquier

asignatura que busque el aprendizaje del tipo b-learning.

Para el estudio de las ciencias y en específico de la Física en la que se enfocó este proyecto de investigación, fue necesario generar un producto interactivo que ayudara a los estudiantes a realizar sus experimentos las veces que fuera necesario en un procedimiento paso a paso, proporcionando instrucciones y limitaciones, brindándole la oportunidad de aprender haciendo con accesos a experimentos, que de otro modo no serían posibles por cuestiones de seguridad, costo y tamaño, dando origen a un sistema distribuido en la web que incluyera en el sistema informático simulaciones virtuales similares a las prácticas de laboratorio que se realizan en un laboratorio físico con herramientas e instrumentos de medición. Se pudo observar en el caso de estudio que contar con la disponibilidad de este tipo de herramienta tecnológica modificó las condiciones de enseñanza-aprendizaje en la asignatura y posibilitó al estudiante el aprender independientemente cualquier tema que se requirió. Además, a través del presente trabajo de investigación se pudo apreciar en el caso de estudio el uso de la estrategia de enseñanza pedagógica que se sugirió en el proceso, la cual también sirvió para probar que la aplicación de una herramienta distribuida como la propuesta, representa una alternativa tecnológica para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado con los temas de la asignatura seleccionada.

El trabajo futuro del presente trabajo de investigación consistirá en realizar el análisis de los resultados generados para desarrollar una temática de análisis y discusión.

Agradecimientos

A la EST No1. por facilitar la aplicación del caso de estudio, a sus profesores de ciencias-física y al subdirector académico.

Referencias

- [1] Secretaría de Educación Pública, *Modelo Educativo para la Educación Obligatoria. Educar para la libertad y la creatividad*, 1ra ed., Ciudad de México, 2017.
- [2] L. G. Morales, “Metodología para el diseño instruccional en la modalidad b-learning desde la Comunicación Educativa,” *Revista Razón y Palabra*, vol. 21, no. 3_98, pp. 32-50, 2017.
- [3] L. G. Genskowsky, “Propuesta Metodológica para crear Cursos en modalidad B-learning,” presentado en Octava conferencia iberoamericana en sistemas, cibernética e informática, Orlando, Florida, EE.UU, 2009.
- [4] B. Ghirardini, *Metodologías de E-learning: una guía para el diseño y desarrollo de cursos de aprendizaje empleando tecnologías de la información y las comunicaciones*. Roma, Italia, 2014.

- [5] I. Lucero, “Resolviendo problemas de Física con simulaciones: un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria,” presentado en X Congreso sobre Tecnología en Educación, Corrientes, Argentina, 2015.
- [6] F. A. Lopez Fuentes, *Sistemas distribuidos*. Cuajimalpa, México: UAM, Unidad Cuajimalpa, 2015.
- [7] A. L. Cardador Cabello, *Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet*. Málaga, España: IC Editorial, 2014.
- [8] P. Martínez and E. Herriko, “Los LMS como herramienta colaborativa en educación,” presentado en V Congreso Internacional Latina de Comunicación Social (V CILCS), Universidad de La Laguna, País Vasco, 2013.
- [9] D. Solano, *Estrategias de Comunicación y Educación para el desarrollo sostenible*. Chile: UNESCO, 2008.
- [10] C. Lopez García, *Enseñar con TIC. Nuevas y renovadas metodologías para la enseñanza Superior*. Portugal: CINEP/IPC, 2016.
- [11] CONALITEG. [Online]. Available: <https://libros.conaliteg.gob.mx/content/common/consulta-libros-gb/> [Accessed May. 05, 2019].
- [12] J. L. Falcón, “Análisis del Programa de Estudios de Ciencias (énfasis en física, de secundaria), los libros de texto y la Competencia Científica de PISA,” *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, vol. 3, no. 2, May., 2009.
- [13] C. E. Castillo, [Online]. Available: <https://libros.conaliteg.gob.mx/content/restricted/libros/carrusel.jsf?idLibro=1876> [Accessed May. 18, 2019].
- [14] I. Gutiérrez, G. Pérez and R. Mendel, *Ciencias 2 Física. Fundamental*. México: Ediciones Castillo, 2018.
- [15] C. Li and J. Bernoff, *Groundswell, Expanded and Revised Edition: Winning in a World Transformed by Social Technologies*. Estados Unidos: Forrester Research Inc., 2014.
- [16] C. Wolfgang and D. College, “Open source physics,” [Online]. Available: <https://www.compadre.org/osp/index.cfm> [Accessed May. 11, 2019].
- [17] University of Colorado Boulder, “Simulaciones Interactivas para Ciencias y Matemáticas,” [Online]. Available: <https://phet.colorado.edu/es/> [Accessed May. 11, 2019].
- [18] W. Fendt, “Apps de Física,” [Online]. Available: <https://www.walter-fendt.de/html5/phys/> [Accessed May. 11, 2019].
- [19] T. Martín Blas, and A. Serrano Fernández, “Curso de Física Básica” [Online]. Available: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfísica/> [Accessed Oct. 10, 2014].
- [20] Á. Esteban, *Tecnologías de Servidor con Java: SERVLETS, JAVABEANS, JSP*. Madrid, España: Grupo EIDO, 2012.
- [21] Summernote Team, “Summernote,” [Online]. Available: <https://summernote.org/getting-started/#for-bootstrap-4> [Accessed 2019].
- [22] E. F. Mendoza-Ustariz and J. F. Seoanes –León. (2016). Indicadores básicos para la evaluación del b-learning y su incidencia en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de la secundaria y media vocacional: Caso de estudio Institución Educativa Técnico Upar-Valledupar Colombia. Presentado en Seminario Modelos innovadores en las aulas: aprender en la sociedad del conocimiento, escuelas y tecnologías. [Online]. Available: <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/4823>
- [23] M. Cerón Peralta, M. G. Gomez Zermeño and R.F. Abrego Tijerina, “Impacto de la modalidad B-learning en el aprendizaje del alumno, contextualizado en la asignatura de Ética Profesional del Centro Universitario Continental,” M. S. Thesis, Tecnológico de Monterrey EGE, México, 2013.
- [24] Municipio Oaxaca, “Padron de Escuelas Secundarias Publicas del Municipio de Oaxaca de Juárez,” [Online]. Available: https://www.municipiodeoaxaca.gob.mx/portal-transparencia/archivos/federal/70/XV/DS-ART70_FRACCXV_PADRON.pdf [Accessed May. 12, 2019].

Información de Contacto de los Autores:

Harim Castellanos Altamirano
 Huajuapán de León
 Oaxaca
 México
harim.castellanos@gmail.com

Everth H. Rocha Trejo
 Huajuapán de León
 Oaxaca
 México
everth@mixteco.utm.mx

Harim Castellanos Altamirano
 Ingeniero en Computación (Instituto de Computación – Universidad Tecnológica de la Mixteca), egresado de Maestría en Sistemas Distribuidos (División de Estudios de Posgrado – Universidad Tecnológica de la Mixteca).

Everth H. Rocha Trejo
 Maestra en Ciencias de la Computación (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), Línea de Investigación: Ambientes de aprendizaje con TIC. Profesora-Investigadora adscrita al Instituto de Computación. Universidad Tecnológica de la Mixteca.