

Objetos de aprendizaje en la práctica docente: uso de la tecnología centrada en el estudiante



María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilariño Ayala

Editoras

**Objetos de aprendizaje en la práctica docente:
uso de la tecnología centrada en el estudiante**

Objetos de aprendizaje en la práctica docente: uso de la tecnología centrada en el estudiante

María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilariño Ayala

Editoras

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Rectora: María Lilia Cedillo Ramírez
Secretario General: Damián Hernández Méndez
Vicerrector de Extensión y Difusión de la Cultura: Rosalinda Merino Calderón
Director General de Publicaciones: Mary Kriss Parra Górriz

Primera edición 2026
ISBN: 978-968-9744-45-0

D.R. © Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
4 Sur 104, Centro Histórico, Puebla, Pue., CP 72000
Teléfono: 222 229 55 00
www.buap.mx

Dirección General de Publicaciones
2 Norte 1404, Centro Histórico, Puebla, Pue., CP 72000
Tels.: 222 246 85 59
libros.dgp@correo.buap.mx | www.dgp.buap.mx

Diseño de portada: Abigail Gonzalez Medina

Hecho en México
Made in Mexico

Prólogo

Los estudiantes son la razón de ser de los procesos educativos. Los capítulos del libro “Objetos de aprendizaje en la práctica docente: uso de la tecnología centrada en el estudiante”, describen propuestas de objetos de aprendizaje dirigidos a estudiantes de nivel básico, medio superior, superior y posgrado, a través de las actividades y prácticas sugeridas por los docentes, se busca fortalecer la adquisición y la aplicación de conocimientos. Los objetivos pedagógicos de estos objetos cubren temáticas transversales como habilidades cognitivas, competencias emocionales, aspectos relacionados con la salud física y mental, así como temas específicos de matemáticas, ingeniería, gastronomía o historia.

Los objetos de aprendizaje están implementados en tecnologías diversas como aplicaciones para dispositivos móviles, para la web o de realidad virtual, *chatbots* y herramientas de inteligencia artificial, recursos educativos abiertos y digitales, plataformas de gestión del aprendizaje y elementos multimedia. Así, el **Capítulo 1** presenta una aplicación móvil multiplataforma, de código abierto y arquitectura limpia, que provee recursos educativos confiables y útiles para la resolución de ejercicios, tareas o proyectos de materias relacionadas con el desarrollo de software. El **Capítulo 2** explora los beneficios y las limitaciones de herramientas de inteligencia artificial para apoyar la ejecución de tareas de diseño instruccional como revisión de instrucciones, generación de instrumentos de evaluación o elaboración de resúmenes de cursos. A diferencia de los dos primeros capítulos, en donde los estudiantes son de nivel superior, en el Capítulo 3 y 4 se considera un público general. El **Capítulo 3** aborda el diseño y la validación de una encuesta sobre la usabilidad de un video que promueve la donación de sangre, en tanto, el **Capítulo 4** describe un recurso educativo abierto que permite a los estudiantes acceder a apuntes, diapositivas, enlaces a sitios de internet, visualizar elementos multimedia o realizar actividades interactivas para reforzar el aprendizaje de conceptos relacionados con la salud mental.

El **Capítulo 5** analiza los resultados de aplicar el cuestionario “Perfil de Competencia Emocional” a estudiantes de posgrado y propone la construcción de un objeto de aprendizaje. El **Capítulo 6** aborda la estimulación de habilidades cognitivas básicas como recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear, para estudiantes de primaria, mediante el uso de la plataforma Moodle. El **Capítulo 7** compara la identificación de preferencias sensoriales de estudiantes de nivel superior mediante la aplicación de un cuestionario sobre estilos de aprendizaje y una propuesta digital interactiva basada en recursos educativos digitales. El **Capítulo 8** expone un recurso educativo que despliega una visualización dinámica del flujo de sangre a través de una vena, el contexto de uso incluye a un micromotor vibrador que forma parte de un sistema de realimentación háptico. El **Capítulo 9** se refiere al diseño, desarrollo y evaluación de un chatbot del área de matemáticas, está dirigido a estudiantes de nivel medio superior acorde con el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior en México.

El **Capítulo 10** explica el desarrollo de una aplicación móvil diseñada para profesores y estudiantes de gastronomía con el propósito de reducir el tiempo en la creación de planes

nutricionales a partir de la implementación de ciertos cálculos. La valoración de objetos de aprendizaje se trata en los Capítulos 11 y 12. El **Capítulo 11** describe un estudio en el que 27 docentes y estudiantes participan en la evaluación de la interacción, la usabilidad y la comprensión de "Independiente", un prototipo de juego serio diseñado para fortalecer el aprendizaje de hechos históricos sobre el movimiento de la Independencia de México acorde al contenido del bloque 5 del libro de Historia que utilizan los estudiantes de cuarto año de primaria. El **Capítulo 12** aborda la implementación del ciclo planificar, hacer, verificar y actuar en sistemas de gestión de seguridad informática mediante el desarrollo de un objeto de aprendizaje; éste se valida a través de una prueba de usabilidad aplicada a 49 estudiantes de dos instituciones de educación superior.

El **Capítulo 13** propone una herramienta complementaria a las de simulación basada en la virtualización de una planta o proceso lineal e invariante en el tiempo, que está implementada en un dispositivo programable de propósito general. El análisis y la implementación de un caso de estudio muestran la factibilidad de la propuesta y sus beneficios en entornos académicos para estudiantes de ingeniería.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a los autores de cada capítulo por su valiosa aportación, a nuestros revisores por su invaluable labor, a la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por apoyar la realización de esta obra y a todos aquellos cuya participación favoreció la publicación de este libro, entre ellos, a los profesores integrantes de los Cuerpos Académicos reconocidos ante el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) con clave CA-UPPue-1 y BUAP-CA-385.

Las Editoras,
María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilariño Ayala

Índice general

Prólogo	4
Capítulo 1. Aplicación móvil para repositorios de aprendizaje	8
<i>David Constantino Gutiérrez Gutiérrez, María Teresa Torrijos Muñoz, Carlos Leopoldo Carreón Díaz, Daniel Marcelo González Arriaga</i>	
Capítulo 2. Uso de modelos de lenguaje de IA en el diseño instruccional: Una experiencia práctica	18
<i>Dorian Ruiz Alonso</i>	
Capítulo 3. Apoyo a la psicoeducación para donación de Sangre	29
<i>Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza, Abraham Sánchez López, Claudia Zepeda Cortés, Marisol Huitzil Juárez</i>	
Capítulo 4. Recurso educativo abierto para el aprendizaje de la salud mental utilizando <i>eXeLearning</i> en el marco de la educación para la salud	35
<i>Mario Rossainz López, María Deysi Tapia Álvarez, Etelvina Archundia Sierra</i>	
Capítulo 5. Propuesta de un objeto de aprendizaje sobre competencia emocional	46
<i>José Luis García Cué, Luis Carlos Garay Becerra, Armando Lozano Rodríguez</i>	
Capítulo 6. Estimulación de habilidades cognitivas básicas a través de un entorno virtual tipo Moodle	57
<i>Miriam Salcedo Haro, Claudia Zepeda Cortés</i>	
Capítulo 7. Revisitando al modelo VALK: la integración de recursos educativos digitales	73
<i>Ismael Esquivel Gámez, Martín Guerrero Posadas, Nancy Araceli Olivares Ruiz</i>	
Capítulo 8. Sistema de retroalimentación háptica en un recurso educativo enfocado en la práctica y entrenamiento del pulso	85
<i>Edgar Serrano Pérez, Anabelem Soberanes Martín, Mónica Celis Guzmán</i>	

Capítulo 9. Desarrollo de un <i>chatbot</i> educativo para la enseñanza aprendizaje de matemáticas en nivel medio superior	93
<i>Aldair Rufino Toribio Olmedo, Marco Alberto Mendoza Pérez, Cristina Juárez Landín, José Ramón Silverio García Ibarra</i>	
Capítulo 10. <i>FoodTrack</i> : una aplicación móvil para estudiantes de Gastronomía.....	105
<i>Marco Antonio Algalán Martínez, Jonathan Fernández Flores, María José Llerena Rendón, Marcela Rivera Martínez, Luis René Marcial Castillo</i>	
Capítulo 11. Evaluación de "Independiente": un prototipo de juego serio..	114
<i>Rebeca Rodríguez Huesca, Gudelia Pilar Pérez Conde, Yesenia Pérez Reyes, Jorge de la Calleja Mora, María Auxilio Medina Nieto</i>	
Capítulo 12. Objeto de aprendizaje para apoyar la implementación de sistemas de gestión de seguridad informática mediante el ciclo Deming	125
<i>José Luis Castillo Mendoza, Fabián Soberanes Martín, Aideé Peña Martín</i>	
Capítulo 13. Co-simulación analógica de sistemas LIT virtualizados para experiencias educativas de sistemas de control	136
<i>Alejandro Carlos Pérez Flores, Jesús Darío Mina Antonio</i>	
Índice de autores	146
Compiladoras	148
Revisores	149
Editoras	150

Capítulo 1

Aplicación móvil para repositorios de aprendizaje

Daniel Constantino Gutiérrez Gutiérrez, María Teresa Torrijos Muñoz
Carlos Leopoldo Carreón Díaz, Manuel Marcelo González Arriaga

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

david.gutierrezgut@alumno.buap.mx,
teresa.torrijos@correo.buap.mx,
carlos.carreon@correo.buap.mx,
daniel.gonzalezarr@correo.buap.mx

Resumen. En el marco de trabajo de Scrum, se utilizó tecnología *Flutter*, lenguaje Dart y una arquitectura limpia para desarrollar una aplicación móvil para repositorios de aprendizaje multiplataforma. La aplicación está dirigida a estudiantes de nivel superior de Ingeniería en Ciencias de la Computación o carreras afines que, por la naturaleza de su programa de estudios, así como de sus programas de asignatura, requieran del apoyo para realizar actividades, tareas o proyectos que consideren generar código para la construcción de software.

Palabras clave: aplicación móvil, repositorio OA, *Flutter*, arquitectura limpia.

1. Introducción

El programa educativo de Ingeniería en Ciencias de la Computación (ICC) que se oferta en una universidad pública y autónoma de Puebla se imparte en modalidad escolarizada, está estructurado para que el estudiante concluya en 10 semestres y en cada semestre se cursan entre 3 y 5 asignaturas disciplinares. En el programa de cada asignatura se establece el número de horas que se deben dedicar para abordar la teoría y para realizar las prácticas bajo la conducción del docente, particularmente para las asignaturas disciplinares se establece que, para propiciar el aprendizaje en el estudiando y lograr el objetivo propuesto, se requiere de 3 horas de teoría y 2 horas de práctica a la semana, más el trabajo independiente del estudiante en función de sus conocimientos, aptitudes y habilidades. Las horas de práctica se llevan a cabo en los laboratorios de hardware, redes y cómputo, y en este sentido el 40% de las asignaturas del plan de estudios requieren laboratorio de cómputo para la construcción de software (Facultad de Ciencias de la Computación, 2017).

El interés auténtico que tienen los estudiantes de la carrera de ICC en su formación

académica, particularmente en las materias relacionadas con la construcción de software, muchas veces los lleva a invertir más tiempo que el estimado para lograr el desarrollo exitoso de sus ejercicios, tareas o proyectos y esto frecuentemente genera frustración, implica un doble esfuerzo, sobre todo cuando el tiempo que invierten en encontrar los recursos confiables en Internet y que les ayuden al desarrollo de su actividad es mayor al tiempo real que invierten en el desarrollo propiamente de la actividad (Gaeta y Cavazos, 2016), (Marcén y Martínez, 2012).

Por otro lado, la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023, realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en conjunto con el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), revela que el 81.4% de la población mexicana de seis años o más hace uso de un teléfono celular. Además, el 95.5% de estos usuarios dispone de un teléfono inteligente (smartphone), y el grupo de jóvenes entre 18 y 24 años se posicionaba como el principal usuario de internet, con un 96.7% (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023).

En este escenario, los dispositivos móviles se han convertido en herramientas comunes dentro del entorno académico. Estudios como el de Lavín et al. (2019) indican que una gran proporción de estudiantes los emplea con fines educativos. En particular, los estudiantes de ICC cuentan con dispositivos móviles y con acceso a internet, tanto inalámbrico como cableado, proporcionado por la Dirección General de Cómputo y Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Estas condiciones crean un entorno propicio para el desarrollo de herramientas integradas a los programas de estudio para mejorar el aprovechamiento del tiempo, disminuir la frustración durante la búsqueda de recursos educativos y facilitar la realización eficiente de tareas, ejercicios y proyectos, todo ello mediante el uso estratégico de sus propios dispositivos móviles (Novak E. et al., 2023).

Lo anteriormente descrito motiva la implementación de la aplicación móvil para repositorios de aprendizaje que aquí se presenta y que pretende contribuir a resolver la problemática planteada integrando recursos con código en distintos lenguajes incluyendo los elementos de hardware y software que se requieren para su correcta funcionalidad.

Este artículo se estructura en 6 secciones que se describen a continuación. En la sección 2 se presentan investigaciones preliminares referentes al uso de dispositivos móviles en el aprendizaje; en la sección 3 se describe la metodología usada para el desarrollo de la aplicación móvil; en la sección 4 se describe el *framework*, la arquitectura y los mecanismos de seguridad; en el apartado 5 se presentan los resultados en términos de la funcionalidad de la aplicación. Finalmente, en el apartado 6 se presentan las conclusiones.

2. Preliminares

Vaca Orellana, C.F. et al (2016), propusieron un marco de referencia para los elementos del diseño de recursos de aprendizaje para dispositivos móviles considerando en la capa exterior los objetivos, contenidos, actividades de aprendizaje, elementos de

conceptualización y evaluación; y en la capa interior, la accesibilidad, portabilidad, interoperabilidad, durabilidad y reusabilidad del objeto de aprendizaje. Asimismo, resaltaron la importancia de la intención del aprendizaje, el uso de estándares y concluyeron que no hay diferencia significativa en el aprovechamiento de los estudiantes que consultaron objetos de aprendizaje en otros medios y objetos de aprendizaje en dispositivos móviles. Ramírez Arellano, A. et al (2014), elaboraron un guía útil para poder construir un objeto de aprendizaje para los dispositivos móviles (OAM), el cual tiene una intención de aprendizaje y que además cumple con las siguientes características: Reusable, Interoperable, Modular, Accesible, Portable. En su guía se menciona la integración de sistemas que utilizaron en AOM para que este cumpliera con ser de aprendizaje, un sistema que utilizaron fue un Sistema de Administración del Aprendizaje (LMS por sus siglas en Inglés) el cual mantiene comunicación con AOM para compartir información acerca de la interacción del estudiante con la misma. Esta comunicación se lleva a cabo mediante la API ECMAScript de la IEEE.

Calderón Loeza, G. Y. y Sánchez Escobedo, P. (2021), analizaron el impacto del uso de dispositivos móviles en el aprendizaje. Realizaron una comparación del impacto en el aprendizaje con dispositivos móviles en adolescentes de entre 10 a 21 años, para dar a conocer si el impacto es positivo, neutro o negativo. En su investigación descubrieron que, de acuerdo con diversos estudios realizados por otros investigadores dio como resultado que el 70% presentan un impacto positivo en el aprendizaje; 20% un impacto neutro; y menos del 10% un impacto negativo, concluyendo así un gran cambio tras la pandemia COVID-19 en el mundo.

Cruz Barragán y Barragán López (2014), realizaron una investigación con el objetivo de describir la experiencia del aprendizaje móvil (*m-learning*) que es una forma de enseñanza a través de los dispositivos móviles. Dicha experiencia fue obtenida durante un curso en enfermería, donde los alumnos pudieron interactuar con Apps educativas y gratuitas, para enfermería, en sus dispositivos móviles. En esta investigación se muestra que esta experiencia fue positiva ya que se pudo observar cómo los estudiantes tuvieron apertura a la interactividad y participación en la actividad, principalmente en la investigación para la construcción de su aprendizaje, ya que descubrieron que pueden usar sus dispositivos móviles como un apoyo para su formación académica a través de las Apps educativas.

Con base en las investigaciones descritas, considerando que los estudiantes de ICC cuentan con un dispositivo móvil y también cuentan con el servicio de Internet proporcionado por la institución educativa, se implementó una aplicación móvil que integra, en el mismo, repositorios y metadatos de información útil para complementar el aprendizaje en el aula de las asignaturas de su programa educativo que incluyan desarrollo de software.

Se pretende que con la ayuda de la aplicación el estudiante obtenga información precisa y pueda optimizar el tiempo que invierten en el desarrollo de una actividad, proyecto o tarea a realizar, de forma individual o de forma colaborativa.

3. Metodología

Se hizo uso de la metodología Scrum para el desarrollo de la aplicación móvil, esto con base al estudio realizado por Molina et al (2021), en el que se precisa que, en el desarrollo de aplicaciones móviles, no es posible hacer uso de cualquier metodología ágil debido a la parte estructural que generalmente se encuentra enfocada al desarrollo de software o sistemas web y concluye que la metodología Scrum se considera con mayor frecuencia para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Scrum proporciona las ventajas siguientes: favorece el trabajo iterativo e incremental, permite adaptarse a cambios en los requisitos durante el desarrollo, involucran al cliente constantemente, se entregan funcionalidades utilizables en cada iteración (sprint). Investigaciones como la de Castillo et al (2023), Scharff y Verma (2010) y Resmi Rachmawati et al (2023) respaldan la elección de Scrum como una metodología adecuada para el desarrollo de aplicaciones móviles, tanto en entornos educativos como en proyectos reales, debido a su enfoque centrado en el usuario, su adaptabilidad y su capacidad para mejorar la calidad del producto final.

La metodología Scrum se basa en tres pilares: Eventos, Roles y Artefactos. Además, se trabaja en sprints de una duración determinada y al final de cada sprint se genera un incremento que se suma al resto de producto desarrollado.

4. Desarrollo

4.1 Framework

Para la construcción de la aplicación móvil se utilizó *Flutter* que es un *framework* de código abierto desarrollado por Google y que tiene como lenguaje de uso base a Dart basado en C++. *Flutter* permite crear aplicaciones nativas para múltiples plataformas (iOS, Android, Web y escritorio) a partir de una única base de código, lo que representa una ventaja significativa en términos de eficiencia, mantenimiento y tiempo de desarrollo. Gracias a su enfoque centrado en widgets reutilizables, su alto rendimiento gráfico y su

creciente comunidad de desarrollo, *Flutter* se ha posicionado como una de las tecnologías más recomendadas para la creación de aplicaciones móviles multiplataforma (Anwar, M. et al., 2021).

Con el objetivo de garantizar una estructura sólida, escalable y mantenible para el proyecto, se implementó la arquitectura limpia (*clean architecture*), propuesta por Martin R.C. (2012). Esta arquitectura organiza el sistema en capas con responsabilidades bien definidas —como dominio, casos de uso, datos y presentación— lo que permite un bajo acoplamiento entre componentes y facilita la evolución del software. Su adopción permite mejorar la “testabilidad”, la reutilización de código y la separación clara entre la lógica de negocio y los detalles de implementación técnica, aspectos fundamentales para el desarrollo de soluciones sostenibles en el tiempo. El uso de esta arquitectura permitió poder los módulos para traer la información del *back-end* de una manera más detallada, de tal forma que, si la API Rest consumida desde la aplicación llega a cambiar, o bien se necesita agregar o adquirir data de otra API no es necesario reestructurar o modificar partes importantes de la aplicación y así simplemente puede modificarse o bien agregarse otro archivo que contenga las características de la API.

El uso de la arquitectura limpia en el proyecto es importante para la comunicación de estados entre pantallas asimismo evita modificaciones al código para su mantenimiento cuando ocurre un cambio en la API. La arquitectura limpia permite que el código en cada archivo sea más legible, entendible y que se integre en un solo archivo guardando relación y coherencia con lo que se está haciendo.

4.2 Arquitectura

Los datos que requiere la API para la creación, modificación, y lectura se encuentran en un solo archivo que fue llamado *Repositorio.dart*, declarados en este archivo, van a ser manejados en la aplicación cuando se genere un nuevo repositorio, se edite o sea leído desde el *back-end*; para almacenar datos del usuario como el inicio de sesión o el registro, fue necesario agregar un archivo que pudiera manejar todos los datos solicitados por la API, se detalló de una manera muy similar a la de *Repositorio.dart*; para poder comunicar cada módulo dentro de la aplicación, fue necesario hacer uso la tecnología de *Riverpod* que se caracteriza por su manejo de estados reactivos dentro de aplicaciones móviles.

Los archivos se componen de tres etapas, la primera es el estado; la segunda etapa es la de notificación, que es quien comunicará los estados y propagará la información por toda la aplicación; por último, necesitamos el *State Notifier Provider*, que será llamado en cada una de las pantallas donde se requiera la gestión de un estado.

La aplicación móvil consume una API Rest que es lo que fue diseñado en el *back-end* y la forma en cómo se comunica con la base de datos, esta misma fue desarrollada con el *framework Nest* que está basado en *Node.js*.

Dentro de la creación del *back-end* se tomaron en cuenta, la facilidad del consumo de la API por parte de quien lo requiriera y también la seguridad, sin estos dos elementos es muy probable que el proyecto no tuviera la facilidad de comunicarse con las aplicaciones web, móvil o escritorio, ya que, al no tener una clara información brindada por parte del *back-*

end hacia el front-end es muy posible que la aplicación que consumiera esta API se enfrentara a diversos problemas que el back-end debía resolver.

Los problemas más usuales que se suelen contener dentro del back-end, son el tipo de respuesta al consumir la API, si es para subida de archivos que estatus son los que maneja, si es para consulta de datos que tipos de respuesta son los que puede brindar después de realizar las operaciones de éxito o fracaso, la edición de los mismos archivos o datos.

Dentro de la creación de la API, fue muy importante proveer de seguridad para impedir la filtración de datos o la modificación de esta sin consentimiento, esta misma seguridad fue implementada con JWT (Json Web Token) en donde se generan tokens dependiendo del rango del usuario de la aplicación, en particular son 4 usuarios, que van de menor a mayor rango como se citan a continuación: *Not user*, *user*, *superuser* y *admin*.

Not user: es el rango más bajo dentro de la clasificación de seguridad y la única función posible que puede realizar, es consultar todos los datos de la base de datos; *user*: es el rango siguiente, el cual tiene permitido, consultar datos mediante la API, puede crear un repositorio nuevo, y por último que, aunque está restringido, puede enviar una sugerencia de edición a un repositorio. Cuando se refiere a sugerencia de edición, quiere decir que el rango *user* puede editar las características del repositorio, sin embargo, estos al guardarse generan cambios, por eso es la parte restrictiva, sin embargo, los cambios realizados se almacenan en un *end-point* que eventualmente se envían a revisión para saber si su estatus es aprobado o no; *superuser*: rango superior dentro del back-end con permisos de creación de repositorios, modificación de repositorios, aprobación de estatus para su publicación, y consulta de repositorios; y *admin*: el rango más alto dentro de los 4 mencionados, este rango permite, crear, editar, consultar, aprobar, inhabilitar y eliminar, tanto repositorios, como usuarios de la aplicación.

El *back-end* también por la parte de seguridad fue diseñado de tal manera que requiere a quien consume su *end-point* obedecer las directrices de tipos, ya que de no ser así se manejan estatus de servicio desde el estatus 1 hasta el 500 dependiendo de la consulta hacia la API.

5. Resultados

Se implementó una aplicación móvil multiplataforma, de código abierto y arquitectura limpia para repositorios de aprendizaje que provee recursos confiables que brindan apoyo a los estudiantes de ICC en la resolución de ejercicios, tareas o proyectos de materias particularmente relacionadas con la construcción de software. Se muestra la funcionalidad de búsqueda, creación y actualización de repositorios.

5.1 Buscar repositorio

Como se puede observar en el flujo de la Fig. 1, es necesario autenticarse para que se despliegue la interfaz de inicio y a partir de ahí puede realizarse la búsqueda mediante el

ícono de la lupa o dar el recorrido por todos los repositorios y se muestran las materias y los docentes asociados. Ver Fig. 2

5.2 Crear / Actualizar repositorio

Una vez autenticado, como se observa en la Fig. 3., la aplicación mostrará un formulario para capturar los metadatos. Los datos obligatorios se mostrarán con un indicador (*). Después se muestra una sección donde se podrá subir el contenido necesario al repositorio, estos pueden ser archivos que sean únicamente visibles, como office, PDF, imágenes, etc., así como también, los programas hechos por los usuarios, contando con la validación de que no contengan contraseñas, no sean archivos maliciosos, y estén con alguna extensión de archivo de compresión.

6. Conclusiones

La aplicación móvil para repositorios de aprendizaje es una herramienta de apoyo para estudiantes de ICC en la resolución de ejercicios, tareas o proyectos de materias particularmente relacionadas con la construcción de software, esta aplicación pretende ayudar a los estudiantes proporcionándoles recursos confiables entre una cantidad excesiva de recursos y distractores digitales que se pueden encontrar en Internet, también pretende evitar frustración y pérdida de confianza en sus propias habilidades.

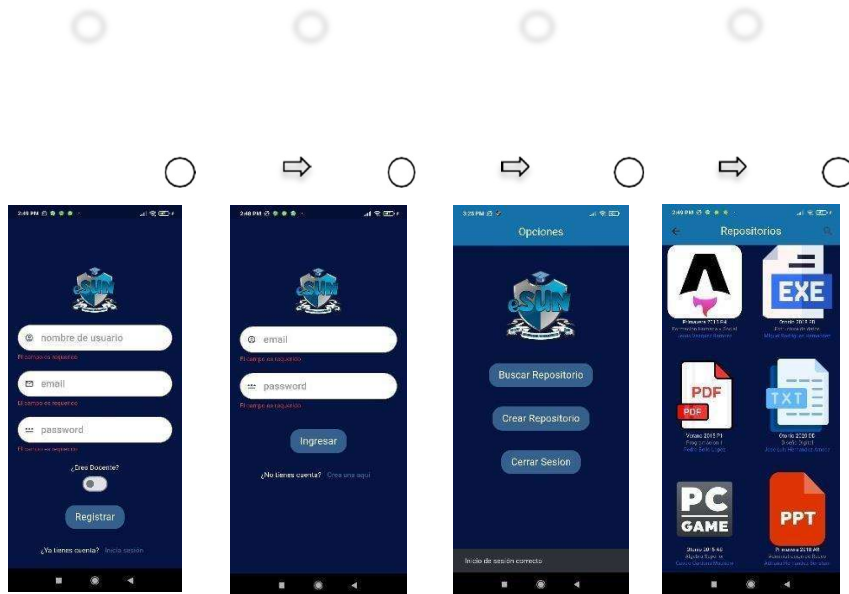


Fig. 1. Flujo de búsqueda del repositorio

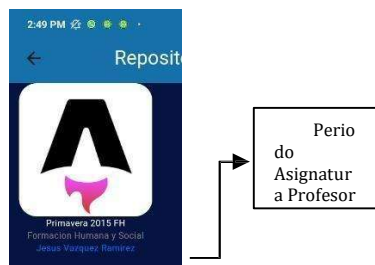


Fig. 2. Materia y docente asociado al repositorio

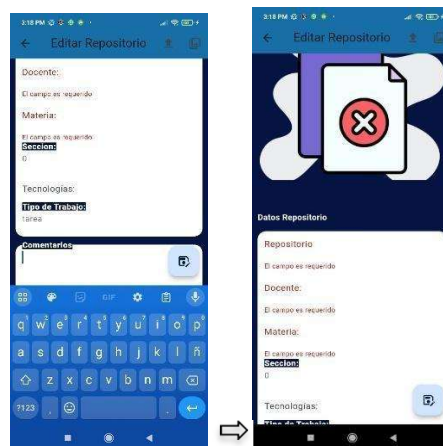


Fig. 3. Agregar repositorio

Referencias

- Anwar, M., Aziz, A., y Javed, M. Y. (2021). Comparison of Flutter with Native Android and React Native. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 12(3), 558-563.
- Calderón Loeza, G. Y., y Sánchez Escobedo, P. (2021). *Impacto del uso de dispositivos móviles en el aprendizaje de estudiantes adolescentes*. Recuperado de: <https://revistas.ujat.mx/index.php/emerging/article/view/4040>
- Castillo, Eslava, de la Cruz y Ortega. (2023). *Agile, User-Centered Design and Quality in Software Processes for Mobile Application Development Teaching*. Recuperado de: <https://arxiv.org/pdf/2311.03361>
- Cruz Barragán, A., y Barragán López, A. D. (2014). *Aplicaciones Móviles para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Enfermería*. Recuperado de: <https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/view/81>
- Facultad de Ciencias de la Computación. (2017). *Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación*. Recuperado de: <https://www.cs.bua.mx/~secreacademica/MumMapas/Semestres/planEstud/Programa%20Educativo%20Sintesis%20ICC%202016.pdf>
- Gaeta y Cavazos. (2016). *Relación entre tiempo de estudio, autorregulación del aprendizaje y desempeño académico en estudiantes universitarios*. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082016000200142&lng=es&tlng=es
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los hogares (ENDUTIH) 2023*. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENDUTIH/ENDUTIH_23.pdf

- Lavín Zatarain, S., Zaldívar Colado, A., Rodelo Moreno, J. A., y Zaldívar Martínez, J. J. (2019). *Utilización del smartphone por estudiantes de nivel superior*. Recuperado de: <https://riti.es/index.php/riti/article/view/97/118>
- Martin, R. C. (2017). *Clean architecture: a craftsman's guide to software structure and design*. Pearson.
- Marcén y Martínez. (2012). *Gestión eficiente del tiempo de los universitarios: evidencias para estudiantes de primer curso de la Universidad de Zaragoza*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-50512012000100010&script=sci_arttext
- Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira Souto, N., y Pardo León, H. (2021). *Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles*. Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/28449/Pedreira-Souto_Nieves_2021_Metodolog%ca3%adas_aplicaciones_m%ca3%b3viles.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Novak E., McDaniel K. y Li Jian. (2023). *Factors that impact student frustration in digital learning environments*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666557323000319>
- Ramírez Arellano, A., Rodríguez Mancera, J. A., y Acosta Gonzaga, E. (2014). *Guías útiles para la construcción de objetos de aprendizaje para dispositivos móviles (AOM)*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/264871508_Guias_utiles_para_la_construccion_de_Objetos_de_Aprendizaje_para_dispositivos_Moviles_AOM
- Resmi Rachmawati, O. C., Deyana Kusuma Wardani, Wifda Muna Fatihia, Arna Fariza, y Hestiasari Rante. (2023). Implementing agile scrum methodology in the development of SICITRA mobile application. *Journal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 7(1), 41 - 50. <https://doi.org/10.29207/resti.v7i1.4688>
- Scharff y Verma (2010). *Scrum to support mobile application development projects in a just-in-time learning context*. Recuperado de: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1833310.1833315>
- Vaca Orellana, C. F., Naranjo Toro, M. E., Besantes Andrade, A., y Benítez Bastidas, N. (2016). Objeto de aprendizaje móvil en el aula para estudiantes de la carrera de nutrición y salud comunitaria. Universidad Técnica del Norte. Recuperado de: <http://201.159.222.149/index.php/lauinvestiga/article/view/229>

Capítulo 2

Uso de modelos de lenguaje de IA en el diseño instruccional: Una experiencia práctica

Dorian Ruiz Alonso

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Dirección General de Cómputo y Tecnologías de la Información y Comunicaciones

dorianr@gmail.com

Resumen. En este trabajo se presenta una experiencia práctica de cómo se ha utilizado la inteligencia artificial en el ámbito del diseño instruccional para apoyar el diseño de evaluaciones, revisión y clarificación de instrucciones e instrumentos de evaluación, obtención de ideas creativas para la generación de actividades y resumen de cursos. Se exploran los beneficios y limitaciones encontradas durante su uso.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa, diseño instruccional, LLM.

1 Introducción

La inteligencia artificial se está usando en varias dimensiones de nuestras vidas incluida la educación, puede utilizarse para superar algunos de los retos a los que se enfrenta la educación en línea y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Dogan et al 2023; García-Peñalvo et al, 2024; Mendiola y Degante 2023).

Muchos de los estudios sobre la inteligencia artificial (IA) en la educación en línea tienden a centrarse en aspectos técnicos, mientras que a menudo ignoran cuestiones cruciales relacionadas con el diseño instruccional, la pedagogía, y el currículo (Dogan et al 2023).

El diseño instruccional según Bruner (1969 cit. en. Belloch, 2012) se encarga de la planeación, la preparación y el diseño de recursos junto con los ambientes necesarios para que se lleve a cabo el aprendizaje.

En ese sentido, la importancia del diseño instruccional radica en que este debe llenar el vacío entre las capacidades técnicas de la IA y las necesidades pedagógicas de los estudiantes (Dogan et al, 2023). Así, el diseño instruccional debería centrarse en cómo la IA puede servir al aprendizaje en lugar de simplemente implementar tecnologías sin considerar cómo afectan a la experiencia educativa (Mendiola y Degante 2023).

En este trabajo se presenta una experiencia del uso de la inteligencia artificial generativa en el proceso de diseño instruccional que se lleva a cabo en una institución de educación superior pública en México en el desarrollo de materiales educativos para modalidad en línea.

Las secciones siguientes se presentan los preliminares del trabajo, caso práctico y conclusiones.

2 Preliminares

2.1 Inteligencia artificial generativa

La inteligencia artificial generativa es una rama de la inteligencia artificial que se refiere a la creación de contenido original en forma de texto, imágenes, video y audio a partir de datos que ya existen y en respuesta a comandos o prompts (Dogan et al 2023). Estos modelos aprenden patrones y estructuras de los datos que se les proporcionan y crean contenido nuevo similar a los datos de entrenamiento (Dogan et al 2023; García-Peñalvo et al, 2024). En los últimos años han ocurrido avances notorios en esta área con la aparición de los modelos de lenguaje masivos (LLM por sus siglas en inglés) que son modelos de gran tamaño que a través de redes neuronales son entrenados para aprender y reproducir la estructura del lenguaje (Dogan et al., 2023). Estos modelos permiten realizar procesamiento de lenguaje natural, traducción, generación automática de textos (Cordera, 2023; Dogan et al., 2023).

La fácil disponibilidad de los LLM junto a su uso sencillo, gratuito o de bajo costo genera oportunidades para actividades de aprendizaje, enseñanza y evaluación por tal motivo la comunidad docente, líderes educativos y estudiantes deben reflexionar sobre estas herramientas y aprenderlas a utilizarlas con eficiencia, profesionalismo y ética, así como dialogar con pares académicos, estudiantes y autoridades sobre las acciones a tomar a corto y largo plazo para su adecuada implementación en beneficio de los estudiantes (Dogan et al., 2023; Ruiz-Rojas et al 2023).

2.2 Beneficios de la IA generativa

La inteligencia artificial generativa ha mostrado tener potencial para transformar la educación universitaria, se ha evidenciado su apoyo a los docentes en diversas tareas que incluye analizar escritos y respuestas de estudiantes, crear exámenes de diferente complejidad, proporcionar retroalimentación personalizada, planificar la estructura didáctica de las clases, diseñar actividades de aprendizaje problematizadoras, asistir a estudiantes con problemas de aprendizaje, analizar trabajos científicos, generar propuestas de investigación, diseñar actividades de desarrollo profesional, crear instrumentos para ahorrar tiempo en tareas repetitivas, y utilizarlas como ayuda en general (Dogan et al 2023; García-Peñalvo et al, 2024). Esto puede aliviar la sobrecarga de trabajo y liberar tiempo para aspectos más humanos de la docencia.

A los estudiantes le puede apoyar a desarrollar habilidades de escritura y lectura, como un "copiloto" o compañero de estudio, para generar preguntas, análisis y soluciones de problemas, aprender idiomas, generar hipótesis, comprender problemas y diseñar soluciones, autoevaluarse y evaluar a sus pares, organizar y sintetizar material, analizar escritos críticamente, desarrollar habilidades de investigación, definir estrategias para el aprendizaje colaborativo, y para actividades de aprendizaje personalizado y empoderamiento de estudiantes con capacidades diferentes (Dogan et al 2023).

2.3 Retos de la IA generativa

Es importante considerar que la comunidad académica global ha reaccionado de diversas maneras a la aparición de la inteligencia artificial generativa, desde el temor y el rechazo hasta la sensación de un cambio disruptivo (Dogan et al., 2023; Ruiz-Rojas et al 2023). Se señala que es crucial tomar en serio los posibles efectos adversos de la inteligencia artificial generativa para poder manejarlos adecuadamente los cuales incluyen el sesgo algorítmico que señala el riesgo de que se genere información tendenciosa debido a los sesgos presentes en los datos de entrenamiento, la generación de información falsa ("alucinaciones") ya que se ha detectado que los LLM pueden generar información inventada y falsa, riesgos para la privacidad y uso indebido de información dado que los sistemas generadores no siempre están obligados a cumplir con las leyes de protección de datos o derechos de autor, su uso inapropiado y poco ético, riesgo de dependencia tecnológica como la posibilidad de caer en una dependencia de sistemas complejos sin comprender completamente su funcionamiento, la brecha digital y de competencias en su uso, influencia de grandes empresas tecnológicas ya que grandes empresas tecnológicas tienen un enorme poder y sus intenciones no siempre son transparentes, lo que puede llevar a un uso inadecuado con apropiación de información privada (Dogan et al. 2023).

2.4 Diseño instruccional

El diseño instruccional es el arte y ciencia aplicada de crear un ambiente instruccional, junto con materiales claros y efectivos, que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas (Cruz, 2017).

El diseño instruccional es necesario en cualquier modalidad, para organizar de una manera sistemática no solo la enseñanza sino también el aprendizaje (Murcia, 2020).

De acuerdo con Murcia (2020), el diseño instruccional considera 5 etapas que son: (1) selección del tema y planificación del diseño instruccional, (2) diseño pedagógico, (3) diseño de recursos educativos digitales, (4) implantación tecnológica en un ambiente virtual de aprendizaje y (5) autoevaluación del diseño e implementación de la propuesta formativa. A continuación, se detalla cada etapa

El diseño instruccional inicia con definición del tema por desarrollar en la propuesta formativa el cual dará la directriz sobre la pertenencia, extensión y metas de aprendizaje.

En la segunda etapa de diseño pedagógico se definen las unidades o ejes temáticos, el número de actividades que componen la propuesta formativa, se describen las actividades, se redactan las instrucciones que debe seguir el estudiante, se definen los elementos didácticos y recursos educativos disponibles para el desarrollo adecuado de la propuesta,

se establecen los criterios de evaluativos, las evidencias y la retroalimentación que darán cuenta de la evolución del estudiantes en cada momento formativo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La tercera etapa del diseño corresponde al diseño de los recursos educativos digitales que será el material de apoyo, consulta e interacción con los que el estudiante cuenta para alcanzar las metas de aprendizaje y las competencias de cada actividad. Este diseño implica una reflexión sobre las opciones que tiene el estudiante para autorregular su proceso de formación, la facilidad de acceso a plataformas que soportan estos materiales y los estilos de aprendizaje de quienes interactúan con los recursos.

La cuarta etapa del diseño de ambientes virtuales de aprendizaje relacionada con los espacios en línea en el que se lleva a cabo toda la actividad formativa en el cual se consideran las diversas herramientas para integrar recursos y actividades, así como configurar las condiciones de acceso a la propuesta educativa.

La quinta etapa de autoevaluación del diseño e implementación de la propuesta formativa busca autoevaluar la efectividad, pertinencia y el proceso de producción de la intención formativa es un ejercicio de reflexión y de acción para la mejora continua, su finalidad es la garantía de la calidad y la satisfacción de quien opta.

Este trabajo se centra en el uso de la inteligencia artificial generativa en la etapa del diseño pedagógico.

3 Caso práctico: uso de la IA generativa en el diseño instruccional

En la institución donde se realiza este estudio se ha utilizado la inteligencia artificial generativa para apoyar el diseño instruccional, específicamente en las etapas de diseño pedagógico y diseño de recursos educativos.

Ha contribuido a las tareas de elaboración de autoevaluaciones, revisión y clarificación de indicaciones, mejora de instrumentos de evaluación, obtención de ideas creativas sobre actividades de aprendizaje y resumen de contenidos.

Para su uso se han elaborado prompts siguiendo los modelos propuestos por Morales (2023) para mejorar la efectividad de los resultados.

3.1 Diseño de autoevaluaciones

La inteligencia artificial generativa ha apoyado en el diseño de autoevaluaciones que ayudan al estudiante validar su progreso de aprendizaje. Esta tarea requiere de tiempo adicional para la revisión de recursos, detección de conceptos clave y diseño de reactivos que dadas las cargas de trabajo de la institución solían no hacerse.

Con el apoyo de los LLM se han podido generar preguntas de opción múltiple, verdadero/falso o preguntas abiertas basadas en el contenido del curso asegurando que los reactivos estén alineados a los objetivos de aprendizaje.

A continuación, se presenta un ejemplo de prompt utilizando un contenido sobre Teoría de producción y costos y su respectiva respuesta:

- **Prompt 1:** “Actúa como un experto en educación y evaluación. A continuación, te proporcionaré un texto o contenido (lectura) y te pediré que generes un conjunto de preguntas basadas en ese contenido. Las preguntas pueden ser de tres tipos: opción múltiple, verdadero/falso o preguntas abiertas, según lo especifique el usuario. También deberás incluir la respuesta correcta para cada pregunta y una retroalimentación explicativa que justifique por qué esa respuesta es correcta.

Instrucciones:

1. Proporciona el número de preguntas que se te solicite.
 2. Distribuye los tipos de preguntas equitativamente (por ejemplo, si se piden 6 preguntas, genera 3 de opción múltiple, 3 de verdadero/falso a menos que se especifique lo contrario).
 3. Para preguntas de opción múltiple:
 - a. Incluye 4 opciones (A, B, C, D).
 - b. Marca claramente la respuesta correcta.
 - c. Proporciona una retroalimentación que explique por qué la respuesta es correcta y por qué las demás son incorrectas.
- **Respuesta:**

1. ¿Qué representa la función de producción $Q=f(L,K)$?
 - A) El costo total de producción.
 - B) La cantidad máxima de output obtenible con insumos dados.
 - C) El beneficio económico de la empresa.
 - D) El ingreso total por ventas.

Respuesta correcta: B

Retroalimentación: La función de producción $Q=f(L,K)$ muestra la cantidad máxima de producción (output) que se puede obtener con combinaciones específicas de insumos como trabajo (L) y capital (K), dada la tecnología disponible. Las otras opciones no describen este concepto: A se refiere a costos, C a beneficios y D a ingresos.

2. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de costo fijo en el corto plazo?
 - A) Salarios de los trabajadores temporales.
 - B) Materias primas utilizadas en la producción.
 - C) Alquiler de las instalaciones.
 - D) Energía eléctrica consumida en la fábrica.

Respuesta correcta: C

Retroalimentación: El alquiler de las instalaciones es un costo fijo porque no varía con el nivel de producción. Los salarios temporales (A), las materias primas (B) y la energía eléctrica (D) son costos variables, ya que dependen del volumen de producción.

Revisión y clarificación de instrucciones

La inteligencia artificial generativa de igual forma se ha utilizado como apoyo en la revisión de instrucciones para asegurar que estén alineadas a los objetivos de aprendizaje y sean claras comprensibles para los estudiantes.

A partir de proporcionarle a un LLM el objetivo e instrucciones de una actividad de aprendizaje se ha logrado que éstos sean más específicas, claras, comprensibles y que incluyan ejemplos de lo que se espera logre el estudiante, facilitando su comprensión y la reducción de consultas innecesarias sobre lo que debe realizar.

A continuación, se presenta un ejemplo del prompt para la revisión y corrección de indicaciones y su respectiva respuesta:

- **Prompt 2:** “Actúa como un diseñador instruccional experto con amplia experiencia en la creación y evaluación de secuencias didácticas efectivas. Tu tarea es revisar y mejorar las siguientes indicaciones para asegurar que sean claras, coherentes, alineadas con los objetivos de aprendizaje y pedagógicamente sólidas.

Para cada indicación:

- Evalúa si está claramente redactada y es comprensible para el público objetivo.
- Identifica posibles ambigüedades o errores conceptuales.
- Propón mejoras específicas para hacerla más precisa y efectiva.
- Complementa con elementos adicionales (si es necesario) para garantizar que la secuencia didáctica sea completa y esté alineada con las mejores prácticas educativas.

Además, considera los siguientes aspectos durante tu revisión:

- ¿Está claro el propósito de cada actividad?
- ¿Se fomenta el pensamiento crítico y la participación activa del estudiante?
- ¿Las instrucciones son lo suficientemente detalladas para que el estudiante sepa exactamente qué hacer?
- ¿Se incluyen recursos o ejemplos adecuados para apoyar el aprendizaje?
- ¿La secuencia promueve una progresión lógica en el aprendizaje?

Por favor, proporciona una versión revisada manteniendo la esencia de las indicaciones originales aplicando las recomendaciones. Aquí están las indicaciones a revisar: [Propósito: Aplica los postulados básicos correspondientes a la NIF A-2 a través del análisis situacional que viven las entidades financieras

Indicaciones:

Actividad individual

1. Consulta el siguiente recurso: Unidad 5. Postulados Básicos
2. Recupera la actividad 1, 2 o 3 de la unidad III (según indicaciones de tu facilitador) y, descarga el documento “Los postulados en los registros contables de las empresas” y responde lo que se indica.

3. Analiza nuevamente cada uno de los asientos de la actividad y escribe en la columna “Asiento”, la operación correspondiente.
4. Llena la columna “Postulado”, con el o los postulados básicos que consideres que aplicaste de acuerdo a la NIF A-1, capítulo 20.
5. Llena la columna “Justifica tu respuesta” describiendo de manera clara y concisa por qué consideras que aplicaste el postulado básico en cada asiento a partir de la información de la NIF A-1, capítulo 20.
6. Guarda tu documento en formato PDF y súbelo al enlace de la actividad en plataforma.
7. Consulta los criterios que te serán evaluados mediante la lista de cotejo.]”

- **Respuesta:**

Propósito: Aplicar los **postulados básicos de la NIF A-2** mediante el análisis de registros contables en entidades financieras, desarrollando habilidades de **razonamiento contable y evaluación crítica**.

Indicaciones

Tipo de actividad: Individual

1. **Consulta del material de referencia**

- Revisa el contenido de la **Unidad 5: Postulados Básicos**, disponible en la plataforma.
- Este material te proporcionará los fundamentos teóricos necesarios para realizar la actividad.

2. **Recuperación y análisis de actividad previa**

- Identifica cuál de las actividades **1, 2 o 3 de la Unidad III** debes utilizar, según las indicaciones de tu facilitador.
- Descarga el documento **"Los postulados en los registros contables de las empresas"**, disponible en la plataforma.

3. **Desarrollo de la actividad**

- **Análisis de asientos contables**
 - Revisa los asientos contables registrados en la actividad seleccionada.
 - En la columna **"Asiento"**, escribe la operación correspondiente a cada caso.
- **Identificación de postulados**
 - En la columna **"Postulado"**, indica el o los **postulados básicos de la NIF A-2** que consideres aplicables a cada operación.
- **Justificación del análisis**
 - En la columna **"Justificación"**, explica de manera clara y fundamentada por qué aplicaste el postulado en cada asiento contable.

- Basa tu argumentación en los principios establecidos en la NIF A-2.

4. Entrega del trabajo

- Guarda tu archivo en **formato PDF** con el siguiente nombre: **Apellidos_Nombre_PostuladosNIFA2**.
- Sube tu documento en el enlace correspondiente dentro de la plataforma.

5. Consulta los criterios de evaluación

- Antes de enviar tu trabajo, revisa la **lista de cotejo** disponible en la plataforma para asegurarte de cumplir con todos los criterios establecidos.

3.2 Mejora de instrumentos de evaluación

La inteligencia artificial generativa ha facilitado el análisis y mejorar rúbricas, matrices de evaluación o criterios de calificación al identificar posibles ambigüedades en los criterios de evaluación y sugerir formas más precisas de expresarlos dando como resultado evaluaciones más equitativas y transparentes que facilitan el proceso tanto para instructores como para estudiantes.

A continuación, se presenta un ejemplo del prompt utilizado para la revisión de instrumentos de evaluación.

- **Prompt 3:** Actúa como un experto en diseño educativo y evaluación. A continuación, te proporcionaré un instrumento de evaluación, que puede ser una lista de cotejo o una rúbrica, y tu tarea será revisarlo para asegurar que cumpla con los siguientes criterios:
 - Claridad: Todas las instrucciones, categorías y criterios deben ser fáciles de entender para los usuarios (estudiantes, profesores u otros evaluadores).
 - Comprensión: El propósito del instrumento debe ser evidente, y cada ítem debe estar alineado con el objetivo de aprendizaje o competencia que se evalúa.
 - Especificidad: Los criterios deben ser precisos y medibles, evitando ambigüedades o términos vagos.
 - Coherencia: Las categorías y niveles de desempeño deben ser consistentes y no superponerse entre sí.
 - Usabilidad: El instrumento debe ser práctico y fácil de aplicar durante la evaluación.

Instrucciones:

- Analiza el instrumento proporcionado y señala cualquier área que necesite mejora en términos de claridad, comprensión, especificidad, coherencia o usabilidad.
- Proporciona una versión revisada y ajustada del instrumento, incorporando mejoras específicas basadas en tu análisis.

- Explica brevemente cada ajuste realizado, justificando cómo mejora el instrumento.

3.3 Ideas creativa actividades a realizar

La inteligencia artificial generativa también, ha ayudado a obtener ideas creativas sobre actividades de aprendizaje, proyectos colaborativos o ejercicios prácticos.

Cuando se ha necesitado diseñar una actividad interactiva sobre un tema complejo, la IA sugiere varias opciones, como debates guiados, mapas conceptuales colaborativos y simulaciones simples lo que ha contribuido a la diversificación de actividades.

A continuación, se presenta un ejemplo de prompt para sugerencia de actividades.

- **Prompt 4:** “Actúa como un experto en diseño instruccional y educación en línea. A continuación, te proporcionaré la siguiente información:
 - Expertise del profesional: El área de especialización o conocimiento del profesional (por ejemplo, ingeniería, psicología, diseño gráfico, etc.).
 - Contenidos temáticos: Los temas específicos que se abordarán en el curso o módulo.
 - Objetivos de aprendizaje: Las habilidades, conocimientos o competencias que los estudiantes deben adquirir al finalizar el curso o módulo.

Tu tarea es proponer actividades de aprendizaje en línea que permitan a los estudiantes alcanzar los objetivos de aprendizaje de manera efectiva. Estas actividades deben ser interactivas, prácticas y adaptadas al formato en línea. Además, considera lo siguiente:

- Diseña actividades que fomenten la participación activa del estudiante.
- Asegúrate de que las actividades estén alineadas con los contenidos temáticos y los objetivos de aprendizaje.
- Incluye una breve descripción de cada actividad, explicando su propósito y cómo contribuye al logro de los objetivos.

3.4 Resumen de contenidos

La inteligencia artificial generativa ha apoyado en la curación de contenidos a partir de general resúmenes concisos y claros de textos largos o complejos. Para contenidos extensos se ha solicitado a la IA genere resúmenes breves que destaquen los puntos clave, facilitando el estudio autónomo de los estudiantes.

A continuación, se presenta un ejemplo del prompt utilizado para esta tarea.

- **Prompt 5:** “Actúa como un especialista en diseño instruccional. Te proporcionaré un documento y quiero que generes un resumen claro, conciso y comprensible para estudiantes de nivel licenciatura. El resumen debe incluir:
 - Los conceptos clave o ideas principales del texto.
 - La finalidad o propósito general del documento.

- Una conclusión breve que invite a la reflexión o revisión crítica del contenido.

Usa un lenguaje accesible para estudiantes, evita tecnicismos innecesarios y mantén un tono formal pero cercano. Si hay ejemplos relevantes en el documento, menciona al menos uno para ilustrar el contenido.

Una vez que te proporcione el documento, responde únicamente con el resumen solicitado.”

4. Reflexión crítica: ventajas y desafíos

Durante el uso de la inteligencia artificial generativa se ha logrado evidenciar que permite automatizar tareas repetitivas, liberando tiempo para realizar otras actividades como el diseño de materiales más interactivos. De igual forma ha proporcionado acceso a ideas frescas y perspectivas innovadoras sobre cómo validar el aprendizaje de los estudiantes.

Además de los beneficios de estas herramientas se han detectado limitaciones en cuanto a la precisión o contextualización de las respuestas generadas, la necesidad de revisar y ajustar el contenido generado para asegurar su calidad y relevancia además de tener presentes las consideraciones éticas sobre el uso de IA y la autoría de los materiales.

La inteligencia artificial generativa permite automatizar tareas repetitivas, liberando tiempo para aumentar la producción de materiales o buscar otras áreas de mejora que mejoren el aprendizaje.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una experiencia en el uso de la inteligencia artificial generativa como apoyo en el diseño instruccional en la elaboración de materiales educativos.

Se destacan los beneficios sobre automatización de tareas y mejoras en indicaciones e instrumentos de evaluación que pueden impactar de manera positiva en el desempeño de los estudiantes.

Para el uso de la inteligencia artificial generativa se deben definir claramente los objetivos antes de usarla, se debe validar y ajustar el contenido generado para que se alinee con los estándares y el contexto del curso.

Es importante tener presente que la IA es una herramienta de apoyo, no un reemplazo para el juicio profesional.

Referencias

- Belloch, C. (2012). Diseño Instruccional. Recuperado de:
<http://www.uv.es/~bellohc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Corredera, J. C. (2023). Inteligencia artificial generativa. In *Anales de la Real academia de Doctores* (Vol. 8, No. 3, pp. 475-489).
- Cruz, N. A. (2017). *Manual de diseño instruccional: una propuesta con tareas integradoras (TI)*. Editorial Digital UNID.
- Dogan, M. E., Goru Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9-39.
- Mendiola, M. S., & Degante, E. C. (2023). La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria: ¿Salió el genio de la lámpara? *Perfiles educativos*, 45(Especial), 70-86. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61692>
- Morales-Chan, M. A. (2023). Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza.
- Murcia, M. A. (2020). *Diseño instruccional para profes: guía para la innovación educativa con TIC* (1st ed.). Ediciones USTA.
- Ruiz-Rojas, L. I., Acosta-Vargas, P., De-Moreta-Llovet, J., & Gonzalez-Rodriguez, M. (2023). Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. *Sustainability*, 15(15), 11524.

Capítulo 3

Apoyo a la psicoeducación para donación de sangre

Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza, Abraham Sánchez López,
Claudia Zepeda Cortés, Marisol Huitzil Juárez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

`hilda.castillo@correo.buap.mx, jose.carballido@correo.buap.mx,
abraham.sanchez@correo.buap.mx, marisol.huitzil@alumno.buap.mx`

Resumen. Donar sangre es un acto necesario e indispensable que toda persona que tenga condiciones para llevarlo a cabo debería hacerlo. A este respecto, en este trabajo se describe el procedimiento inicial para validar una encuesta de usabilidad de material multimedia para la donación de sangre. Esto permite contar con una herramienta útil para verificar futuros cuestionarios que ayuden a mejorar futuro material multimedia que desarrollemos en nuestro equipo de trabajo.

Palabras clave: Donación de sangre, instrumentos de validación de encuestas.

1 Introducción

La donación de sangre es un acto generoso que tiene un impacto directo y positivo en la salud y el bienestar de las personas en todo el mundo. Sin donantes voluntarios, muchos pacientes no recibirían el tratamiento vital que necesitan para sobrevivir y recuperarse. Si bien puede haber fluctuaciones en los niveles de donaciones en diferentes regiones y momentos, la donación de sangre sigue siendo esencial para mantener los suministros y salvar vidas en todo el mundo. Hay varios factores (American Red Cross, 2020; World Health Organization, 2019; Carson et al, 2012) que pueden influir negativamente en las personas para donar sangre, algunos de ellos son:

1. Pandemias y crisis de salud pública: Durante pandemias como la de COVID-19, las donaciones de sangre pueden disminuir debido a preocupaciones sobre la seguridad y el distanciamiento social. Además, las restricciones y los cierres pueden afectar la capacidad de los centros de donación para operar con normalidad.
2. Falta de conciencia: Algunas personas pueden no estar al tanto de la importancia de donar sangre o pueden no entender cómo pueden contribuir.
3. Mitos y preocupaciones: Existen algunos mitos y preocupaciones sobre la donación de

sangre que pueden disuadir a las personas de donar, como el miedo a las agujas, la creencia de que la donación de sangre es perjudicial para la salud o la preocupación por la seguridad de la sangre donada.

4. Falta de acceso: En algunas áreas geográficas o comunidades, puede haber una falta de acceso a centros de donación de sangre, lo que dificulta que las personas donen incluso si están dispuestas a hacerlo.

5. Cambios en la población y en la demografía de donantes: Con el envejecimiento de la población en muchas partes del mundo, puede haber una disminución en el número de personas elegibles para donar sangre, ya que algunos requisitos de salud pueden volverse más difíciles de cumplir con la edad.

A pesar de lo anterior, las organizaciones de salud y los centros de donación continúan promoviendo la importancia de donar sangre. De aquí que, con el afán de colaborar en esta labor, el objetivo de este proyecto es apoyar a verificar la usabilidad del material multimedia que hemos desarrollado para psicoeducar sobre la importancia de la donación de sangre.

Los apartados siguientes se describen a continuación. En la sección 2 se describen algunas preliminares o conceptos útiles que permitirán entender mejor este trabajo; la secciones 3 y 4 describen la metodología usada y los resultados. Por último, la sección 5 muestra las conclusiones.

2 Marco teórico

En esta sección se da una breve descripción de los antecedentes teóricos necesarios para entender este trabajo y se indican las referencias básicas para profundizar más en ellos.

2.1 Contenido multimedia y usabilidad

Al momento de diseñar y desarrollar contenido multimedia, como los videos, se deben tomar ciertas características de usabilidad en cuenta (Ridge, 2024.):

- Color: la paleta de colores debe ser coherente y agradable a la vista, siempre facilitando la comprensión del contenido sin causar distracciones
- Tipografía: las fuentes deben ser claras y fáciles de leer, con tamaño adecuado y contraste suficiente
- Composición: analiza la disposición de los elementos visuales. Una buena composición guía la atención del espectador de manera efectiva y mantiene equilibrio visual
- Calidad de imágenes y sonido: imágenes de alta resolución y sonido claro son esenciales para una buena experiencia de usuario

- Animaciones y movimiento: deben ser fluidas y no excesivas, contribuyendo a la narrativa sin distraer al espectador
- Legibilidad y accesibilidad: facilidad con la que el contenido puede ser leído y comprendido. Incluye subtítulos y descripciones de audio.
- Claridad del mensaje: el contenido debe ser directo y fácil de entender, evitando ambigüedades
- Duración: la longitud del video debe ser lo suficientemente largo para cubrir el tema, pero lo suficientemente corto para mantener la atención.

La usabilidad es una disciplina que estudia la manera de diseñar un producto para que los usuarios de este puedan interactuar con él de la manera más sencilla, efectiva, eficaz y satisfactoria posible en un contexto de uso definido (Universitat Oberta de Catalunya, s.f.). Para el software, la usabilidad es la capacidad para que este pueda ser comprendido, aprendido y utilizado para resultar atractivo al usuario cuando se utiliza en condiciones determinadas. En las redes sociales, definir la usabilidad es más complejo, debido a que estas son un servicio en el que los usuarios buscan entretenerse, por lo que, para adaptar la usabilidad a las tecnologías emergentes, Quesenbery en 2004 propuso el modelo de usabilidad de las 5Es (dado que en inglés cada elemento que integra el modelo se escribe con la letra E al inicio): efectivo (Effective), permite al usuario alcanzar metas de forma correcta; eficiente (Efficient), provee la velocidad y precisión para completar las tareas; cautivador (Engaging), influencia las emociones de los usuarios; tolerante a errores (Error-tolerant), tiene la habilidad de ayudar al usuario en caso de cometer algún error; fácil de aprender (Easy-to-learn), provee al usuario con orientación inicial y mayor entendimiento entre más se utilice.

2.2 Psicoeducación

Evidencia de la utilización de material multimedia para la psicoeducación por parte de profesionales que tienen la intención de ayudar al desarrollo y calidad de vida de las personas, se muestra a continuación.

La Universidad Internacional de La Rioja (Universidad Internacional de La Rioja, 2020) define la psicoeducación como un paso previo a la intervención. La cual consiste en educar e informar sobre las características y síntomas de alguna patología o trastorno como pueden ser ansiedad, estrés y depresión, así como sus síntomas y cómo gestionarla para minimizar sus efectos en el desarrollo y mejorar la calidad de vida. Paola Andrea Camero Callo en su tesis titulada “Diseño de material psicoeducativo para contribuir en el bienestar psicológico afectado por la infodemia por covid-19 en jóvenes cusqueños”, analizó la afectación del bienestar psicológico como consecuencia de la infodemia en el periodo del inicio de la pandemia de Covid-19 en la ciudad del Cusco (Camero et al., 2023); se muestra evidencia del incremento de casos de depresión y ansiedad por lo que ella realizó diseños editoriales e ilustraciones para la psicoeducación como una herramienta de aprendizaje lúdico y didáctico que contribuye como material de trabajo para profesionales en psicología durante el proceso psicoterapéutico.

2.3 Validación de cuestionarios

“Los cuestionarios son instrumentos diseñados para medir una serie de parámetros que, en muchas ocasiones, son conceptos teóricos o abstractos. Estos objetos de medición no directamente observables se denominan constructos” (Yébenes et al., 2009, pág 172). A continuación, se muestra una tabla con las distintas dimensiones de evaluación de un instrumento con su correspondiente técnica.

Tabla 1. Características de los instrumentos de medición (Yébenes et al. ,2009).

Término	Sinónimo	Aspectos que se deben considerar	Técnica de análisis
Viabilidad	<i>Feasibility</i>	Tiempo empleado Claridad de preguntas Registro, codificación Interpretación de resultados	Estudio piloto
Fiabilidad	<i>Reliability</i>	Consistencia interna Intraobservador Interobservador	Alfa de Cronbach CCI, índice kappa, método gráfico de Bland y Altman
Validez	<i>Validity</i>	Lógica (<i>face validity</i>) De contenido De constructo De criterio	Redacción de las preguntas Opinión de expertos Constructo análisis factorial
Sensibilidad al cambio	<i>Responsiveness</i>	Intrínseca Extrínseca	Pruebas diagnósticas En función del diseño y del tipo de cambio previsible

3 Metodología

Con el propósito de llevar a cabo la validación de una encuesta que mida la usabilidad de videos informativos de donación de sangre se siguió el siguiente procedimiento. Primeramente, desarrollar una encuesta para medir la usabilidad de un video informativo acerca de la donación de sangre. Posteriormente, validar la encuesta mediante juicio de expertos y una prueba piloto. No se deben olvidar las consideraciones éticas tales como: obtener el consentimiento informado de todos los participantes, participar voluntaria y anónimamente, utilizar los datos recolectados únicamente para fines de investigación.

Para la elaboración del instrumento se tomó como base material educativo acerca de la donación de sangre realizado con anterioridad por estudiantes afines a este proyecto. Considerando el proceso de operacionalización de variables, se identificaron las principales variables y dimensiones que se evaluarían, estas variables fueron tomadas tanto del material educativo de la donación, así como de la usabilidad de videos. Se plantearon diversas preguntas con respuestas cerradas, con opción dicotómica.

El tipo de encuesta que se elaboró es cuantitativo ya que se puede responder mediante respuestas cerradas, que permiten obtener datos a los que se les puede analizar estadísticamente, facilita el reconocimiento de frecuencias, preferencias, entre otros. La escala de medición de las preguntas es del tipo dicotómica (Sí/No). El público al cual es

dirigida la encuesta es el misma al cuál se enfoca el video de donación de sangre, en este caso, se dirige a adultos entre 18 y 65 años, residentes del estado de Puebla.

La encuesta constará de las siguientes secciones:

1. Comprensión de la información clave presentada
2. Evaluación de la claridad del contenido del video
3. Evaluación del atractivo visual
4. Evaluación del impacto y utilidad del video
5. Evaluación de la retención de la atención

Con respecto a la validación de la encuesta se debió garantizar una evaluación precisa y objetiva de ella, lo cual se llevó a cabo con ayuda de profesionales expertos en el área de ingeniería de software, dado que la usabilidad es un tema que ellos dominan. A estos profesionales se les envió tanto la encuesta como la ficha de evaluación. Los aspectos que ellos evaluaron son: preguntas claras y que no generan interpretaciones ambiguas; preguntas que cubren adecuadamente los aspectos relacionados con la usabilidad de los videos, instrumento idóneo como herramienta para medir los aspectos propuestos.

Se llevó a cabo una prueba piloto para verificar la confiabilidad de un instrumento, en este caso la encuesta se aplicó a una muestra de la población objetivo, todos mayores de edad. Se implemento la encuesta a través de la plataforma de google forms. Previo a responder a la encuesta se mostró un enlace al video informativo de donación de sangre. Se aplico a 30 personas de entre 20 y 60 años.

4 Resultados

El método para estimar la confiabilidad es llamado técnicas de Kuger Richardson. Dado que los índices de dificultad de los reactivos son distintos, se utilizó la fórmula de KR20.

$$KR-20 = [K/K-1] * [1-(\Sigma p*q)/Var]$$

Donde K es tamaño de la muestra para la prueba, Var es la varianza, p es la proporción de personas que aprueban el ítem y q es la proporción de personas que fallan en el ítem. Para realizar el cálculo se descargaron todas las respuestas del formulario de la plataforma de forms, para transformar las respuestas a valores números de (0,1). Una vez transformados los datos se hizo el cálculo de la varianza poblacional de la cantidad de respuestas contestadas afirmativamente y la sumatoria de p multiplicada por q de cada reactivo (el producto de la proporción de personas que aprueban el ítem por la proporción de las personas que fallan). Sustituyendo las variables en la fórmula, el resultado arroja un índice de confiabilidad de 0.80, lo cual se considera aceptable.

5 Conclusiones y trabajo a futuro

En este documento, se describe la propuesta del diseño y validación de una encuesta para medir la usabilidad de un video psicoeducativo relacionado con la concientización de donar sangre. A pesar de que el proyecto y la investigación continúan en desarrollo, se puede concluir que la usabilidad se puede aplicar a diversos rubros de la tecnología, incluidos elementos multimedia. Como aportación, en redes sociales, la usabilidad puede ser definida como la capacidad de una red social para ajustarse a las expectativas del usuario y cautivarlo para realizar distintas interacciones con el contenido mostrado. Se espera que en el transcurso de esta investigación se pueda evaluar cada video creado en psicoeducación y con los resultados obtenidos, crear nuevos videos con buena usabilidad para transmitir la información a la población destino de manera exitosa.

Agradecimiento Al apoyo que nos proporcionó el programa “Proyectos VIEP 2024 y 2025 de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla”, para la realización de este trabajo.

Referencias

- American Red Cross. (2020). *Why donate blood?* Recuperado de: <https://www.redcrossblood.org/donate-blood/how-to-donate/how-blood-donations-help/blood-needs-blood-supply.html>
- Carson, J. L., Grossman, B. J., Kleinman, S., Timmouth, A. T., Marques, M. B., Fung, M. K., Holcomb, J. B., Illoh, O., Kaplan, L. J., Katz, L. M., Rao, S. V., Roback, J. D., Shander, A., Tobian, A. A. R., Weinstein, R., Swinton McLaughlin, L. G., Djulbegovic, B., & Red. (2012). Blood cell transfusion: a clinical practice guideline from the AABB. *Annals of Internal Medicine*, 157 (1), 49-58. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-157-1-201206190-00429>
- Universidad Internacional de La Rioja. (2020). *Psicoeducación, ¿en qué consiste la intervención socioeducativa?* [en línea]. Disponible en: <https://www.unir.net/educacion/revista/psicoeducacion/>
- Camero Callo, P. (2023). *Diseño de material psicoeducativo para contribuir en el bienestar psicológico afectado por la infodemia por Covid-19 en jóvenes cusqueños*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Yébenes, M. J. G., Salvanés, F. R., Ortells, L. C. (2009). *Validación de cuestionarios*. Reumatología clínica. Recuperado en Mayo 25 del 2024 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3009793>

Capítulo 4

Recurso educativo abierto para el aprendizaje de la salud mental utilizando eXeLearning en el marco de la educación para la salud

Mario Rossainz-López, María Deysi Tapia-Álvarez, Etelvina Archundia-Sierra

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación
Avenida San Claudio y 14 Sur, Colonia San Manuel. Ciudad Universitaria, Puebla 72570, México

{mario.rossainz, etelvina.archundia}@correo.buap.mx,
maria.tapiaalvarez@viep.com.mx

Resumen. Se muestra la creación del Recurso Educativo Abierto (REA) para el aprendizaje de la salud mental desarrollado en el curso Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a la Educación para la Salud del Doctorado en Investigación y Educación para la Salud (DIES) del ICUAP de la BUAP. Se pretende que este recurso digital sea utilizado por profesores y alumnos inicialmente del doctorado, pero también por la comunidad universitaria en general al ser un recurso educativo abierto. Para ello en un futuro deberá ser sometido a evaluación por parte de la Dirección de Educación Superior (DES) para su publicación y disposición en el repositorio institucional ecoBUAP. Se utilizó la herramienta eXeLearning para su elaboración como una herramienta apropiada para desarrollar recursos educativos y poder incluir en el REA de manera sencilla recursos digitales diversos tales como apuntes, diapositivas, enlaces o ligas a sitios de internet, elementos multimedia y actividades interactivas junto con sus respectivas rúbricas de evaluación, entre otros recursos que lo conforman.

Palabras clave: REA, educación abierta, *ExeLearning*, EcoBuap, salud mental.

1. Introducción

Hoy en día trabajamos de manera natural con una educación virtual, a distancia y en línea de forma colaborativa y ya no sólo de manera presencial. La tecnología y las áreas de oportunidad que se nos presentan en la vida (como lo fue la pandemia del COVID-19) han

hecho posible esto. Ahora es normal trabajar con la tecnología de nuestro lado para el aprendizaje en prácticamente todos los ámbitos, lo mismo en las ingenierías que en las áreas sociales, naturales, exactas y de la salud por mencionar algunas. Se ha dado un cambio generacional en cómo aprendemos con la tecnología de nuestro lado. Parte de ese cambio generacional es la construcción de recursos educativos digitales que podemos compartir a través del internet, a través del correo electrónico o a través de las redes sociales. Existen organismos internacionales como la UNESCO que impulsan oportunidades de aprendizaje que garanticen el acceso universal a una educación de calidad. La invención del concepto de “metadatos” dio origen a la compartición de recursos educativos, pues el objetivo de éstos es que la existencia de dichos recursos en el internet, sean fácilmente rastreables y accesibles a cualquier persona que los requiera. Esto es precisamente lo que dio origen a los REAs o Recursos Educativos Abiertos los cuales pueden ser reutilizados, adaptados y redistribuidos sin costo alguno por cualquier persona que así lo requiera. Los REAs se conforman de distintos materiales digitales tales como textos, imágenes, canciones, sonidos, iconos, videos, unidades de aprendizaje o didácticas, software libre, etc., y mediante un diseño instruccional pueden representar desde una unidad de aprendizaje de algún tópico o área de conocimiento, hasta un objeto de aprendizaje o incluso todo un curso de una materia. Para desarrollar un REA se hace uso de herramientas como eXeLearning que es de código abierto y facilita la creación de contenido educativo con plantillas personalizables de acuerdo con la temática de un curso o unidad de aprendizaje, además, proporciona opciones para mostrar el REA en distintos formatos tales como HTML, SCORM, IMS, etc. Esta herramienta permite la publicación del REA con licencias de código abierto como Creative Commons. En este contexto, mostramos la creación del REA para el aprendizaje de la Salud Mental como una propuesta de un REA que surge como una actividad evaluativa del curso de TIC del Doctorado en Investigación y Educación para la Salud (DIES) adscrito al ICUAP-BUAP y cuyo objetivo es ponerlo a disposición de la comunidad de profesores y alumnos de éste posgrado pero también de la comunidad universitaria en general pues en un futuro será sometido a evaluación y posterior publicación en el repositorio del ecosistema ecoBUAP (VD-BUAP, 2022). La estructura del presente escrito es la siguiente: ésta introducción como sección 1, la sección 2 que habla de la educación abierta, la sección 3 que corresponde al estado del arte, la sección 4 que habla sobre los REAS, una sección más, la 5 correspondiente a la plataforma del eXeLearning, en la sección 6 se explica el desarrollo del REA propuesto y las conclusiones son detalladas en la sección 7. Finalmente se listan las referencias bibliográficas.

2. La educación abierta

De acuerdo con el Open Education Global (<https://www.oeglobal.org/>), existe la necesidad de compartir y crear conocimientos a través de la tecnología del siglo XXI con el objetivo de crear un conjunto de recursos educativos que sean compartidos de manera abierta. Con

ello se garantiza el diseño, producción y evaluación de aprendizajes con una apertura visionaria, operativa y legal que garantice el acceso universal a la educación de calidad. Un poco de historia: en 1969 Jack Myers inventa el término “metadato”. Esto logró hacer visible la existencia de archivos que puedan ser rastreados en el internet. En 1994 Willey define el término Objeto de Aprendizaje (OA) y en 1998 crea el concepto de Contenido Abierto (CA), donde menciona que el contenido que se puede encontrar en la red debe ser para democratizar el conocimiento y la educación, generando las pautas del inicio de la educación abierta (Farnos, 2020). En 2002 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), oficializa el concepto de “Educación Abierta” en el foro sobre materiales de cursos abiertos para la educación superior en los países en vías de desarrollo, cuya ratificación se hace en 2005 con la aprobación de la agenda 2030, donde se habla de educación de calidad como parte del desarrollo sostenible de un país (ODS); los detalles se pueden encontrar en (UNESCO, 2023). Dentro de este contexto encontramos seis elementos importantes a considerar:

- **Producción**, hace referencia a plataformas de aprendizaje para garantizar el acceso a la educación como los REAs.
- **Selección**, entendida como la discriminación de material educativo (REAs) para adecuarlo según las competencias de aprendizaje.
- **Diseminación**, que es el conjunto de acciones que ayudan a que la educación se disperse para llegar a más personas y lograr un mayor impacto.
- **Movilización**, la cual se entiende como el uso de los materiales por parte de toda aquella persona que quiera utilizarlos.
- **Diseño universal del aprendizaje**, es el acceso efectivo, inclusivo y equitativo al conocimiento sin importar el género o las discapacidades.
- **Fomento a la cooperación internacional**, para generar y crear redes colaborativas entre investigadores, entre universidades y entre centros educativos y de investigación.

De esta manera, la educación abierta combina la compartición y creación de conocimientos con las ventajas de la tecnología del siglo XXI, lo que permite crear REAs compartidos de forma libre mientras se aprovecha el espíritu colaborativo para desarrollar enfoques educativos que respondan mejor a las necesidades actuales y futuras de los estudiantes (Farnos, 2020).

3. Estado del arte

Hoy en día, los REAs son vistos como herramientas digitales que buscan democratizar el acceso al conocimiento, particularmente en áreas como la salud mental. El objetivo de ofrecer estos recursos de forma gratuita usando licencias abiertas es que estén accesibles a cualquier tipo de persona que quiera utilizarlos para su adaptación y redistribución. Particularmente las instituciones educativas, organizaciones de salud y colectivos comunitarios lo están realizando para fomentar la educación y sensibilizar el bienestar

psicológico (Hilton, 2016). Algunos ejemplos concretos que ilustran la diversidad de los REAs en el entorno de la salud mental son los siguientes:

1. El **NIMH** (Instituto Nacional de Salud Mental) ofrece una variedad de materiales educativos gratuitos en español, incluyendo trípticos, hojas de datos y recursos digitales sobre diversos temas de salud mental como depresión, ansiedad, esquizofrenia y prevención del suicidio (NIMH, 2024).
2. El sitio web español denominado “**Plena Inclusión**” proporciona guías, infografías, cursos en línea y videos centrados en el apoyo conductual del individuo. Estos recursos se orientan a mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad intelectual, abordando aspectos de salud mental y bienestar emocional (Plena Inclusión, 2023).
3. **Verywell Mind** es un sitio que destaca a personas influyentes en el ámbito de la salud mental que utilizan sus plataformas para compartir evidencias y experiencias propias a través de la creación de recursos digitales accesibles sobre el cuidado de la salud mental (Verywell Mind, 2025).
4. En el caso de nuestro país, el **IEEPO** (Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca) ha desarrollado materiales como cuadernos digitales y guías dirigidas a estudiantes de educación básica donde incorporan actividades enfocadas en la promoción de la salud mental y el bienestar emocional en el entorno escolar (IEEPO, 2023).

4. Recursos Educativos Abiertos o REAs

El Centro Nacional de Desarrollo Curricular (CEDEC) de España define a los REAs como aquellos materiales de enseñanza aprendizaje o investigación que deben ser de dominio público o con una licencia abierta, que permita su adaptación y distribución, sin restricción o con restricción limitada según Butcher, (2015), cumpliendo así las recomendaciones de la UNESCO en su declaración en 2012 sobre este tema, entre las que destacan:

- **Promover la conciencia y el uso de los REA:** Se alienta a los gobiernos y partes interesadas a fomentar el conocimiento sobre qué son los REAs y cómo pueden ser utilizados para mejorar la calidad de la educación.
- **Facilitar entornos propicios para los REAs:** Se recomienda establecer políticas y marcos que promuevan su desarrollo y uso, incluyendo infraestructura, conectividad y apoyo institucional.
- **Fomentar el desarrollo de estrategias y políticas de los REAs:** Los países deben integrarlos en sus políticas educativas para garantizar su sostenibilidad y adopción a largo plazo.
- **Promover la creación y adaptación de los REAs en diferentes idiomas y contextos culturales:** Se subraya la importancia de la diversidad lingüística y cultural promoviendo su traducción, adaptación y localización.
- **Fomentar la investigación en los REAs:** Se sugiere invertir en investigación sobre su impacto, eficacia y mejores prácticas.

- **Fomentar la cooperación internacional:** La UNESCO invita a los países a colaborar globalmente para compartir recursos, conocimientos y experiencias relacionados con los REAs.

Según el CEDEC (Alberdi, 2022) un REA se forma de tres capas:

1. **La apertura técnica:** Que consiste en utilizar una herramienta de software libre que facilite la creación de recursos educativos abiertos que promuevan la transformación metodológica y digital de las aulas, por ejemplo, la herramienta abierta eXeLearning.
2. **Los valores:** el REA debe poder utilizarse, redistribuirse y modificarse libremente para la adquisición de un conocimiento libre. Todo ello gracias a la licencia abierta de publicación del material (Creative Commons).
3. **Las ideas:** Los REAs deben ser innovadores para poder utilizarlos de forma creativa en el aula.

En UNESCO (2023), se propone que los REAs no sólo deben estar disponibles en línea a través de repositorios (ecosistemas de aprendizaje abierto) en formato digital, sino también para su descarga y su uso impreso. Un REA debe responder a las 4R: Revisarse, Recombinarse, Reutilizarse y Redistribuirse; esto con el objetivo de generar una cadena de “buenas prácticas”. Un REA pueden incluir material didáctico para una unidad de aprendizaje, objetos de aprendizaje o incluso instrumentos de evaluación, siempre tomando en cuenta el uso en formatos abiertos; lo cual incluye la búsqueda y gestión del contenido de aprendizaje; así como las herramientas y sus licencias de manera visible para que, de esta forma, se pase a la distribución (CEDEC, 2025). En resumen, los REAs son cualquier tipo de material educativo de dominio público o de licencia abierta; abarcan desde libros de texto hasta planes de estudio, programas académicos, notas de conferencias, asignaciones, pruebas, proyectos, audio, video y animación. Además, deben permitir a los usuarios utilizar, copiar, adaptar y volver a compartir contenidos de forma legal y libre, de acuerdo con las licencias Creative Commons específicas.

4.1. Principios en la creación de un REA

Para la creación de un REA se consideran los siguientes principios según el proyecto CREA nacido en España (CEDEC, 2023):

1. **Accesibilidad:** Un REA debe estar disponible en la Web. Este principio responde a un enfoque centrado en el usuario. A modo de contexto la idea surge como la “Iniciativa de Accesibilidad” en 1997 la cual se actualiza en el 2008, incluyendo ahora el acceso al REA a través de las redes sociales y otras nuevas plataformas (Shawn, 2019). Particularmente en México a partir del año 2017 se otorga el carácter legal a la inclusión de los REAs en la Web a través del enfoque de derechos humanos. Los detalles se pueden consultar en (CNDH, 2017).
2. **Identidad Digital:** Un REA debe de estar vinculado en primera instancia con su autor para facilitar su reconocimiento y después con las buenas prácticas que ayuden a

identificar la institución o proyecto bajo el cual el autor crea el REA. Parte importante no sólo es la creación del REA sino también la visibilidad que éste puede tener cuando se publica, es decir, es importante para saber el grado de utilidad del recurso: cuantas personas lo están reutilizando, en donde lo están usando, para que fines están utilizando el recurso. Además, cuanta conversación se genera entre pares, con la comunidad y con la sociedad respecto al REA publicado. Finalmente, también es importante saber cómo hacer que su contenido sea utilizado de forma simultánea en multiplataformas, multiservicios y como un recurso inagotable (Williman, 2020).

3. **Licencias Abiertas:** Para poder compartir un REA y que otras personas puedan reutilizarlo, complementarlo y redistribuirlo es indispensable publicarlo con una licencia abierta. Creative Commons proporciona licencias de acceso libre que son utilizadas en todo del mundo para la distribución de los REAs, (Ruiz, 2017). Con ello se protege los derechos de autor dentro de entornos digitales.
4. **Formatos Abiertos:** Los materiales que conforman a un REA deben estar disponibles dentro del REA usando formatos abiertos para su creación y de acceso universal sin necesidad de limitar el acceso excluyendo a otros usuarios. Formatos como RTF, TXT, HTML, XML, WP, PDF, etc., deben ser abiertos y accesibles por todo el mundo (Ruiz, 2017).
5. **Aprendizaje Multimedia:** Los materiales que conforman la construcción de un REA deben ser creados utilizando los siguientes principios: Multimedia (uso de imágenes más texto, en vez de sólo texto), Contigüidad (despliegue de imágenes junto a sus respectivos textos), Temporalidad (publicación de imágenes y sus textos al mismo tiempo), Modalidad (imágenes más narración es mejor que imágenes más texto), Redundancia (uso de imágenes más narración o imágenes más texto pero no los tres juntos), Coherencia (si no es relevante y no apoya el aprendizaje, no considerarlo), Señalización (uso de elementos gráficos para indicar donde poner atención), Segmentación (desplegar el contenido en secciones cortas), Pre-Entrenamiento (antes de mostrar los contenidos, introducir los conceptos), Personalización (utilizar tonos cercanos antes que formales al narrar algún contenido), Voz (preferencia por la voz humana antes que pasar texto o audio). Los detalles se encuentran en (Ávila, 2021).

4.2 Estructura básica de un REA

1. **Portada:** incluye el título del recurso, la presentación del tema general y los objetivos de aprendizaje.
2. **Instrucciones:** son indicaciones generales de las actividades de aprendizaje que se van a realizar. Situación o pregunta inicial junto con la descripción completa de la actividad.
3. **Tareas de desarrollo:** descripción de las actividades de enseñanza aprendizaje, así como de las estrategias didácticas que se ocuparán, tales como mapas mentales, infografías, reportes de lecturas, maquetas, presentaciones, portafolios digitales, etc.

4. **Tareas finales:** Acciones de verificación relevantes tales como, revisión del producto final, publicación o publicación del REA en algún o algunos formatos como SCORM, ELP, página web, etc., y agregar referencias bibliográficas o electrónicas.
5. **Instrumento de evaluación:** definir el tipo de ponderación a ocupar para evaluar las actividades, así como los detalles finales (itinerario, temporización, recomendaciones y sugerencias, recursos adicionales, etc.).

5. *eXeLearning*

La herramienta eXeLearning es abierta y de software libre y se utiliza para crear recursos educativos interactivos de una manera sencilla (Exelearning, 2021). Se encuentra disponible para los sistemas operativos Linux, Windows y MacOS. Proporciona opciones para incluir todo tipo de contenidos: textos, enlaces, imágenes, videos, etc., e insertar materiales creados con otras herramientas, incluso ofrece la posibilidad de incluir actividades interactivas, juegos, galería de imágenes, archivos adjuntos, etc. Posibilita la catalogación de los contenidos y su publicación en diferentes formatos: sitio web navegable y adaptable a diferentes dispositivos (diseño responsivo), estándar educativo, para trabajar con Moodle y otros sistemas de gestión de conocimiento, (eXeLearning, 2021). Nace en Nueva Zelanda como un proyecto apoyado por diferentes organismos públicos y empresas; actualmente se coordina desde el CEDEC que como ya se ha mencionado es un organismo dependiente del Ministerio de Educación y Formación Profesional de la Junta de Extremadura en España. Personas voluntarias, administradores y empresas colaboran para la mejora continua de esta herramienta ofreciendo a sus usuarios soporte y ayuda a través de los foros en la web (eXeLearning, 2021).

No obstante, existen otras herramientas, aunque con ciertas restricciones de uso que permiten la creación de REAs como, por ejemplo, “H5P” que se utiliza para crear contenido interactivo (cuestionarios, presentaciones, videos, líneas de tiempo, etc) y se puede integrar fácilmente con Moodle. “Book Creator” es una herramienta que permite crear libros digitales, los cuales incluyen texto, imágenes, audio y video. “Canva for Education” es una plataforma que permite el uso de plantillas para crear presentaciones, infografías, posters y diversos materiales educativos personalizables en formatos abiertos. Finalmente “Open Ahutor” es un editor que permite crear, adaptar y publicar REAs usando OER Commons (Wiley y Hilton, 2018). Se eligió a eXeLearning para la creación del REA propuesto por contener todos los elementos sugeridos por la UNESCO para su creación y porque la DGES evalúa a la correcta creación de un REA en base a las características en las secciones anteriores mismas que son proporcionadas por eXeLearning.

6. Desarrollo del REA para el aprendizaje de la salud mental

En el periodo de otoño 2024 dentro del Doctorado en Investigación y Educación para la Salud (DIES) del Instituto de Ciencias de la BUAP (ICUAP) se impartió el curso de Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a la Educación para la Salud. Esta asignatura obligatoria para los doctorantes en su formación tiene como objetivo contribuir al desarrollo de competencias digitales y disciplinares en el uso de las TIC en la educación para la salud para el diseño, desarrollo y gestión de entornos de aprendizaje en distintas modalidades educativas aportando a la innovación en la investigación para la educación para la salud. Consta de 4 unidades: Unidad 1: Nuevas tecnologías aplicadas a la educación para la salud, Unidad 2: Modalidades educativas y las TIC, Unidad 3: Herramientas y recursos digitales para el aprendizaje, Unidad 4: Diseño y evaluación de entornos digitales de aprendizaje. Para cada unidad se desarrollaron distintas actividades evaluativas de aprendizaje; particularmente la actividad de aprendizaje de la unidad 4 constó del desarrollo del REA (VD-BUAP, 2022) cuya temática de aprendizaje es la Salud Mental. Los temas abordados fueron: **Introducción a la Salud Mental** (¿Qué es la Salud Mental?, la importancia del bienestar emocional, psicológico y social, mitos y realidades sobre la salud mental), **Conociendo Tus Emociones** (¿cómo afectan las emociones y los pensamientos al organismo?), **Manejo del estrés y la ansiedad** (técnicas de relajación, planificación del tiempo para reducir estrés académico, construyendo resiliencia frente a los retos), **Relaciones Interpersonales Saludables** (importancia del apoyo social). La Fig.1 muestra la parte inicial del REA con los temas iniciales. Cada tema en el REA se compone de videos, imágenes, estilos de tipos de letra, se incluye la filosofía del color en las correspondientes secciones (para enfatizar las emociones) y se definieron actividades evaluativas (ver Fig.2). Además, el REA incluye una evaluación de final del curso como una actividad evaluativa de peso (ver Fig.3).



Fig. 1. Portada del REA Salud Mental

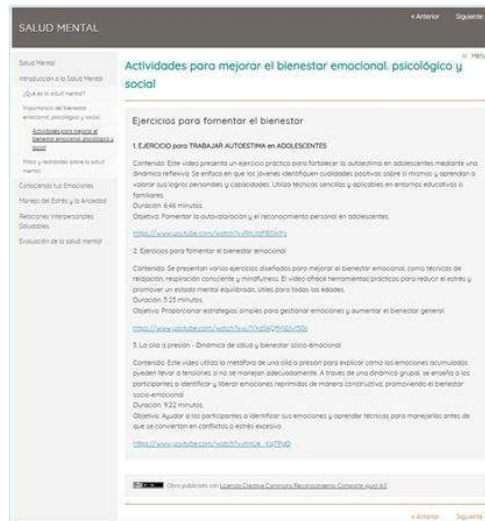


Fig.2. Actividades y Ejercicios incluidos en el REA para la Salud Mental



Fig. 3. Actividad evaluativa final del REA para la Salud Mental

Es importante mencionar que el REA fue construido con la estructura definida en la sección 4.2. de este escrito utilizando la herramienta eXeLearning. El diseño instruccional del REA

para la Salud Mental se conformó de: la descripción general del curso, el plan de actividades por unidad de aprendizaje, el registro de las actividades y finalmente la descripción a detalle de cada una de las actividades. Se finaliza este diseño instruccional con actividades evaluativas.

7. Conclusiones

Se ha mostrado el desarrollo del Recurso Educativo Abierto o REA para la Salud Mental como parte de las actividades evaluativas del curso de Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a la Educación para la Salud dentro del Doctorado en Investigación y Educación para la Salud (DIES) del ICUAP de la BUAP. Aunque la creación del REA se llevó a cabo como una actividad evaluativa del curso citado, éste cuenta con todas las características para ser considerado un material educativo de acceso libre y abierto ya que la herramienta del eXeLearning con la que fue creado incluye la licencia de Creative Commons como parte del diseño y desarrollo del REA. Es por ello que en un futuro inmediato se solicitará a nuestra Benemérita Institución su incorporación en el repositorio institucional ecoBUAP para su evaluación por parte de la Dirección de Educación Superior (DES), su validación y su posterior publicación para que esté disponible a toda la comunidad universitaria que quiera usarlo, reusarlo, modificarlo, distribuirlo e incluso imprimirlo (VD-BUAP, 2022). La evaluación del REA para su publicación tiene que ver con la flexibilidad tecnológica que tiene respecto a la adopción de las buenas prácticas, pues se evaluará considerando: objetivos, temática, visibilidad, evaluación, usabilidad, ejercicios, aprendizaje profundo y accesibilidad. Pretendemos que esta propuesta del REA tenga una aceptación de estos elementos en promedio entre el 70% y 100% con una calificación de aceptación no menor al 80%. Cabe mencionar que el REA propuesto también considera dentro del atributo de la accesibilidad el uso de ayuda técnica a personas que lo requieran, particularmente a personas con capacidades limitadas de la vista, ofreciendo como tecnología de asistencia un amplificador de pantalla que permita mostrar los temas, actividades y demás elementos con un aumento o zoom para una mejor visibilidad.

Referencias

- Alberdi L. (2022). *Capas de un Recurso Educativo Abierto*. Proyecto EDIA. CEDEC. España. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/capas-de-un-recurso-educativo-abierto/>
- Ávila A. (2021). *11 principios de Aprendizaje Multimedia*. E-Learning y Diseño Instruccional. Recuperado de: <https://www.alejandraavila.com/11-principios-de-aprendizaje-multimedia/>
- Butcher N. (2015). *Guía básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. UNESCO. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232986>

- CEDEC (2025). *Proyecto EDIA: Recursos Educativos Abiertos*. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/proyecto-edia/>
- CEDEC (2023). *Principios de un Proyecto de Creación de REA*. Centro Nacional de Desarrollo Curricular. Extremadura, España. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/principios-de-un-proyecto-de-creacion-de-rea/>
- CNDH (2017). *Ley de la accesibilidad de la Ciudad de México*. Subdirección de Informática Jurídica. Recuperado de: <https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Programas/Discapacidad/Ley-Accesibilidad-CDMX.pdf>
- eXeLearning (2021). *¿Qué es eXeLearning?* Recuperado de: <https://exelearning.net/caracteristicas/>
- Farnos J.D. (2020). *Los ecosistemas de aprendizaje abiertos entran en ecologías dinámicas en escenarios transdisciplinares*. Recuperado de: <http://juandomingofarnos.wordpress.com/2020/07/11/los-ecosistemas-de-aprendizaje-abiertos-entran-en-ecologias-dinamicas-en-escenarios-transdisciplinares/>
- Hilton, J. (2016). *Open educational resources and college textbook choices: A review of research on efficacy and perceptions*. Educational Technology Research and Development, 64(4), 573–590.
- IEEPO (2023). *Activación para la comunidad escolar en conmemoración del “Día Mundial de la Salud Mental”, Salud Mental, Salud Mundial. Un derecho universal*. Recuperado de: <https://www.oaxaca.gob.mx/ieepo/materiales-de-apoyo-dia-mundial-de-la-salud-mental/>
- NIMH (2024). *Recursos Digitales para compartir sobre la salud mental*. Recuperado de: <https://www.nimh.nih.gov/get-involved/digital-shareables/espanol/recursos-para-compartir-sobre-la-salud-mental-en-espanol>
- Pena Inclusión (2023). *Salud mental en personas con discapacidad intelectual y del desarrollo*. Recuperado de: <https://www.plenainclusion.org/l/salud-mental/>
- Ruiz A.C. (2017). *Las licencias Creative Commons: qué son, por qué utilizarlas y cómo hacerlo*. CEDEC. Extremadura, España. Recuperado de: <https://cedec.intef.es/las-licencias-creative-commons-que-son-por-que-utilizarlas-y-como-hacerlo/>
- Shawn L. (2019). *Introducción a la Accesibilidad WEB*. W3C. Recuperado de: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/es>
- UNESCO (2023). *Ecosistemas de Aprendizaje. Instituto para el Aprendizaje a lo largo de Toda la Vida*. Recuperado de: <https://www.uil.unesco.org/es/node/156>
- Verywell Mind (2025). *The Thought Leaders, Experts, and Advocates Making a Difference in Mental Health*. Recuperado de: <https://www.verywellmind.com/the-verywell-mind-25-7481998>
- VD-BUAP (2022). *Taller Autogestivo de Capacitación Docente, con actividades sencillas para diseñar y subir Recursos Educativos Abiertos de un tema específico*. Consultoría Tecnologías y Gestión del Conocimiento S.A. de C.V. Recuperado de: <http://ecosistema.buap.mx/rea/course/panel/topics/2/module/1>
- Williman, A. (2020). *Identidad digital. REA - Ceibal*. Recuperado de: https://rea.ceibal.edu.uy/identidad_digital?utm_source=chatgpt.com
- Wiley D. y Hilton J.L. (2018). *Defining OER-enabled pedagogy*. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 19(4), 133–147.

Capítulo 5

Propuesta de un objeto de aprendizaje sobre competencia emocional

José Luis García Cué¹, Luis Carlos Garay Becerra², Armando Lozano Rodríguez²

¹Colegio de Postgraduados, PSEI – Estadística, México

²Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Educación

jlgcue@colpos.mx, luis.garay171559@potros.itson.edu.mx,
armando.lozano@itson.edu.mx

Resumen. El trabajo tuvo como objetivo proponer un Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) sobre Competencia Emocional (CE) basado en los resultados del análisis de Perfil de CE de alumnos de postgrado. Se inició con las teorías que dieron fundamento a la Competencia Emocional, su definición y dimensiones que la integran. Más adelante, se propuso la metodología, siendo esta de tipo no experimental, descriptiva y transversal. La población se constituyó con los estudiantes de un curso de Estadística impartido entre los meses de enero-abril de 2025. Se aplicó de manera presencial a los discentes el Cuestionario Perfil de Competencia Emocional (PEC) junto con distintas preguntas socio académicas en el mes de enero. Los datos se analizaron con estadísticos descriptivos, análisis de conglomerados jerárquicos y se identificaron los puntajes de las dimensiones y subdimensiones de la competencia emocional predominantes. Una vez realizado el estudio, se propuso la elaboración de un Objeto de Aprendizaje Móvil sobre Competencia Emocional (OAM-CE) utilizando tanto la metodología PADPEEM como el Sistema Web-App usado en otros proyectos. El OAM-CE planea destacar sobre la importancia que tienen las emociones en la educación, además, dejar accesible el cuestionario vía web para uso académico donde el profesor pueda identificar las emociones de sus aprendices y se propongan estrategias pedagógicas que las incluyan.

Palabras clave: objeto de aprendizaje móvil, competencia emocional, padpeem

1. Introducción

El Colegio de Postgraduados de México (CP) es una institución enfocada en Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de otras especialidades que fue fundado en 1959. Dentro del CP, está el programa de Socioeconomía, Estadística e Informática (PSEI) que tiene cuatro orientaciones de postgrado, una de ellas es Estadística y Ciencia de Datos (García et al, 2024).

A partir de mayo de 2023, todo el CP regresó a la llamada nueva normalidad, después del Covid 19, regresando a clases de manera presencial y otras apoyadas de tecnología en modalidad mixta (b-learning). En un curso de Estadística impartido en b-learning, se detectó que tanto profesores como alumnos fueron afectados de diversas formas por la pandemia y se buscaron parámetros para identificarlos (García et al, 2023). Se trabajó con datos sobre Estilos de Aprendizaje, Ansiedad y algunas técnicas de Inteligencia Emocional.

En el caso de la Ansiedad se utilizó el Inventario de Beck para detectar discentes con este padecimiento en especial aquellos evaluados como de Moderada a Severa. Se detectó que fue disminuyendo este problema con el paso de los diferentes periodos de cursos desde mayo de 2023 hasta agosto de 2024 pasando del 66% al 40%. En enero de 2024 se propuso un Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) sobre Ansiedad para resaltar más este tema y se automatizó el Inventario de Beck. Sobre Estilos de Aprendizaje se utilizó el OAM Quirón Test EA, diseñado en el 2021, que sirvió para identificar las preferencias en cuanto al aprendizaje que tienen los alumnos y para proponer estrategias didácticas adecuadas para los estudiantes (Lozano-Rodríguez et al, 2016; García et al, 2024).

Por otro lado, se agregaron algunas técnicas de Inteligencia Emocional (IE), en especial Empatía y Motivación propuestas como competencias de Goleman (1993), pero no había suficiente información del impacto de este tema en los discentes. Por lo anterior, en enero de 2025 se decidió probar la Competencia Emocional para obtener información más particular de los alumnos sobre IE, y además, seguir trabajando con temas de Ansiedad y Estilos de Aprendizaje.

La Competencia Emocional (CE) se basa en distintas teorías y se destacan alguna de ellas:

- Inteligencias Múltiples de Gardner que explican que las personas no son poseedoras de una única y cuantificable inteligencia, sino de por lo menos ocho inteligencias diferentes como lo son: la musical, corporal-cinestésica, lingüística, lógico-matemática, espacial, intrapersonal, interpersonal y naturalista. (Gardner, 1983). Gardner definió la inteligencia como la capacidad de resolver problemas, desarrollar destrezas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas.
- Inteligencia Emocional (IE) propuesta por Goleman (1993) que retomó las ideas de Gardner y se enfocó en dos tipos de inteligencias múltiples: la intrapersonal e interpersonal. La primera permite entendernos a nosotros mismos y la segunda nos permite entender a los demás. La IE determina la capacidad de dirigir la vida de las personas de una manera satisfactoria.

- Comunicación Emocional que fue descrita por Benaiges (2014) y que hace referencia a la transmisión de las propias emociones a otras personas, es decir, incorporar nuestras emociones en lo que se comunica, utilizando las emociones para que el mensaje sea más eficaz, ya que al controlar las emociones es una forma de convencer.

La Competencia Emocional (CE) se define como la capacidad de las personas para manejar la información emocional intrapersonal o interpersonal, es decir, cómo identifica, expresa, comprende, regula y utiliza sus propias emociones o las de los demás (Brasseur et al, 2013).

Mayer y Salovey (1997), Mikolajczak (2009) y Brasseur et al (2013) coinciden en que hay dos dimensiones de Competencia Emocional, y cada una de ellas divididas en cinco subdimensiones:

- La dimensión intrapersonal permite el auto entendimiento de las emociones y engloba cinco subdimensiones: Identificación, Comprensión, Expresión, Regulación y Utilización.
- La dimensión interpersonal permite entender a los demás y engloba cinco subdimensiones: Identificación, Comprensión, Entender-empatizar, Regulación y Utilización.

Para medir las dimensiones y las subdimensiones se han elaborado distintos instrumentos probados científicamente. Se destaca el Perfil de Competencia Emocional (de sus siglas en inglés PEC de Profile of Emotional Competence) diseñado por Brasseur et al (2013) y una adaptación al español de Páez et al (2016).

Páez et al (2016) también propusieron un baremo para describir las dos dimensiones y el total de la suma de ambas, estas fueron: Intrapersonal: 84 o menos, baja enfocada al conocimiento, 85-99 media que trata sobre la habilidad y de 100 o más alta orientada a la disposición; para la Interpersonal: 83 o menos baja enfocada al conocimiento, 84-95 media que trata sobre la habilidad y alta 96 o más orientada hacia la disposición; De igual manera, para la puntuación Total: 169 o menos baja dirigida al conocimiento, 170-192 media orientada a la habilidad y alta 193 o más encaminada hacia la disposición. Para obtener las puntuaciones anteriores, los autores sugieren invertir las puntuaciones de algunos ítems.

Para explicar las características de cada baremo Wranik et al (2007) definieron los siguientes niveles:

- Conocimiento (Baja): Lo que la gente detecta en una situación emocional dada, identificando lo que funciona y lo que no en distintas situaciones.
- Habilidad (medio): La capacidad de implementar una estrategia dada en una situación emocional.
- Disposición (alto): La propensión a comportarse de una determinada manera en situaciones emocionales.

Al finalizar la información sobre el tema de CE, se señalan las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué Competencia Emocional tienen los alumnos asistentes a un curso de estadística de nivel postgrado en el período comprendido entre enero y abril de 2025?

¿Cómo se propone un Objeto de Aprendizaje Móvil que explique sobre Competencia Emocional apoyado en los resultados y que además automatice el cuestionario PEC?

Para dar respuesta a estas incógnitas, se desarrolló la presente investigación con el objetivo de proponer un Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) sobre Competencia Emocional (CE) basado en los resultados del análisis de Perfil de CE de alumnos de postgrado.

Esto debido a que se tiene escasa información sobre Competencia Emocional en el CP y la importancia de las emociones en la educación, así como el uso en estrategias didácticas que ayuden a su aplicación en el aula. Además, no hay ningún OAM que trate sobre el tema. Uno de los propósitos es que el OAM-CE pueda ser utilizado en cursos de diversas áreas del conocimiento. De igual manera, se quiere dar continuidad al proyecto de elaborar diferentes OAM bajo la metodología PADPEEM utilizando un sistema Web-App que sirvan con fines educativos y que se han mostrado en los distintos WSOA organizados por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

2. Metodología

Se propuso una investigación no experimental, transversal y descriptiva. La población fue de 19 alumnos asistentes a un curso de Estadística en el período enero-abril de 2025.

Se empleó el instrumento: Perfil de Competencia Emocional (PEC) propuesto por Páez et al (2016). El PEC se diseñó con 50 ítems de escala Likert que van del 0 al 7 (0= totalmente en desacuerdo hasta 7= totalmente de acuerdo). Se propuso un baremo para describir la información obtenida.

El PEC se aplicó de manera presencial a los alumnos en el mes de enero de 2025. También, al PEC se le adicionaron 15 ítems socio-académicos para identificar distintas características de los discentes participantes en el curso.

El análisis de datos se hizo con estadística descriptiva de los ítems socio-académicos y del PEC. Después, se hizo un análisis de conglomerados ($\alpha=0.05$) de los alumnos con las puntuaciones del PEC utilizando distancias euclidianas. Se utilizaron el software R V4.3.3 y SPSS V25 para Windows como apoyo en los cálculos.

Más adelante, se hizo la propuesta de un OAM para explicar sobre la Competencia Emocional utilizando la metodología PADPEEM –modificada del modelo instruccional por pasos ADDIE- y explicada más adelante (García et al, 2022).

3. Resultados

Los discentes que asistieron a un curso de Estadística de enero-abril de 2025 y que contestaron el cuestionario PEC fueron 19. Por género el 58% fueron femenino y el 42% masculino. Con un promedio de edad de 31.32 años y una desviación típica de 9.45. Por

estado civil se detectó que el 68.4% son solteros, 21.1% casados y 10.5% viven en unión libre. El 100% de los discentes hicieron su licenciatura en universidades públicas. En cuanto al nivel académico que estudian el 52.6% están matriculados en Maestría y el 47.4% en Doctorado; están matriculados en 12 distintos programas de postgrado. Además, el 28% estudia en el primer cuatrimestre, 47.4% segundo, 31.6% cuarto 15.8% y 5.3% quinto. El 94.7% de los encuestados han tomado cursos a distancia y el 63.2% saben trabajar con el Sistema Gestor del Conocimiento Moodle. Al 52.6% le gustan las clases a distancia.

Tabla 1. Dimensiones y subdimensiones del PEC, puntuaciones y evaluación.

Dimensiones	Subdimensiones	Puntuación Mediana	Evaluación
Intrapersonal	1. Identificación de las emociones propias	26	Alto
	2. Comprensión de mis propias emociones	25	Alto
	3. Expresión de mis propias emociones	21	Medio
	4. Regulación de mis propias emociones	24	Medio
	5. Utilización de mis propias emociones	23	Medio
Total Intrapersonal (T-Intra)		119	Alto
Interpersonal	1. Identificación de las emociones de los otros	26	Alto
	2. Comprensión de las emociones de los otros	24	Medio
	3. Entender y empatizar con las emociones de los otros	23	Medio
	4. Regulación de las emociones de los otros	24	Medio
	5. Utilización de las emociones de los otros	21	Medio
Total Interpersonal (T-Inter)		123	Alto
Total (T-Intra)+(T-Inter)		242	Alto

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos en las medianas en el PEC, así como su evaluación de acuerdo con el baremo de Páez et al (2016) en cada una de las dimensiones y en el total. Además, se propuso una manera de interpretar cada una de las subdimensiones ya que los autores no la propusieron, y fue la siguiente: 5-14 bajo, 15-24 medio y 25-35 alto.

De acuerdo con la tabla anterior, en la dimensión Intrapersonal, las subdimensiones 1 y 2 fueron evaluadas con valor alto y de la 3 a la 5 con medios. Se resalta que la mayoría

identifica sus emociones propias y comprende dichas emociones. La evaluación del total de esta dimensión (T-Intra) resultó evaluado como alto, esto es, tienen disposición a comportarse de manera adecuada cuando se presenta alguna situación que requiera del manejo de sus emociones.

En la dimensión Interpersonal, la primer subdimensión resultó con valor alto y las demás medio; esto es, la mayoría de los discentes identifica las emociones de los otros a un nivel de disposición, mientras que para el resto de subdimensiones alcanzan el nivel de habilidad. De igual manera, el total del constructo (T-Inter) resultó alto; esto es, tienen disposición a actuar debidamente cuando se presenta alguna situación emocional con sus compañeros, amigos, familiares y con cualquier persona de su entorno. El Total de las dos dimensiones fue evaluado como Alto, esto es, identifican sus emociones Interpersonales e Intrapersonales.

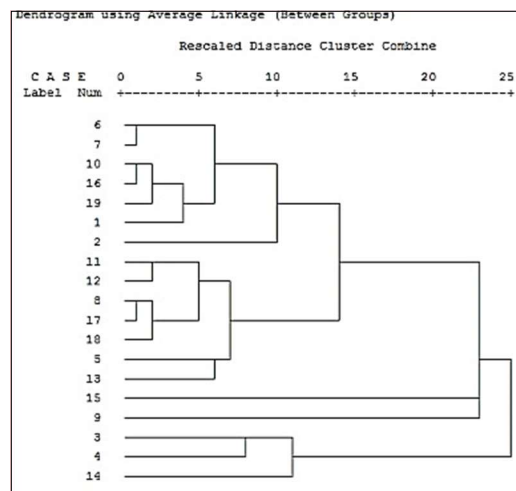


Fig. 1. Dendrograma del Análisis de Conglomerados del PEC

En la Fig. 1 se muestra el dendrograma del análisis de conglomerados del PEC. Se muestra que los alumnos son distintos en cuanto a las puntuaciones obtenidas en las 10 subdimensiones. Por ejemplo, los alumnos 6 y 7 tienen puntuaciones altas y similares, mientras que el alumno 14 es el más distinto al tener las puntuaciones más bajas.

Después de analizar los resultados, se vio conveniente elaborar un Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) para explicar más sobre la Competencia Emocional (CE) y además para automatizar el instrumento de Paéz et al (2016). La idea es que los profesores puedan distinguir los niveles emocionales intrapersonales e interpersonales para diseñar e implementar estrategias didácticas que permitan desarrollar estos aspectos emocionales en aquellos alumnos que se encuentran en un nivel bajo, a la vez de que el resto de los alumnos siga de igual manera mejorando con sus habilidades emocionales.

Al revisar sobre Competencia Emocional, se detectó poca información de este tema y poco uso del PEC en niveles de Postgrado en cursos de Estadística.

Por lo anterior, se decidió hacer la propuesta de un Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) utilizando la Metodología por etapas PADPEEM siglas que hacen referencia a Planeación, Análisis, Diseño, Producción, Estabilización, Evaluación y Mantenimiento (Fig. 2) propuestas por García et al (2022) donde colaboran de manera conjunta, en cada fase, un equipo de trabajo multidisciplinario de expertos en Cómputo, Pedagogos y Diseñadores Gráficos.

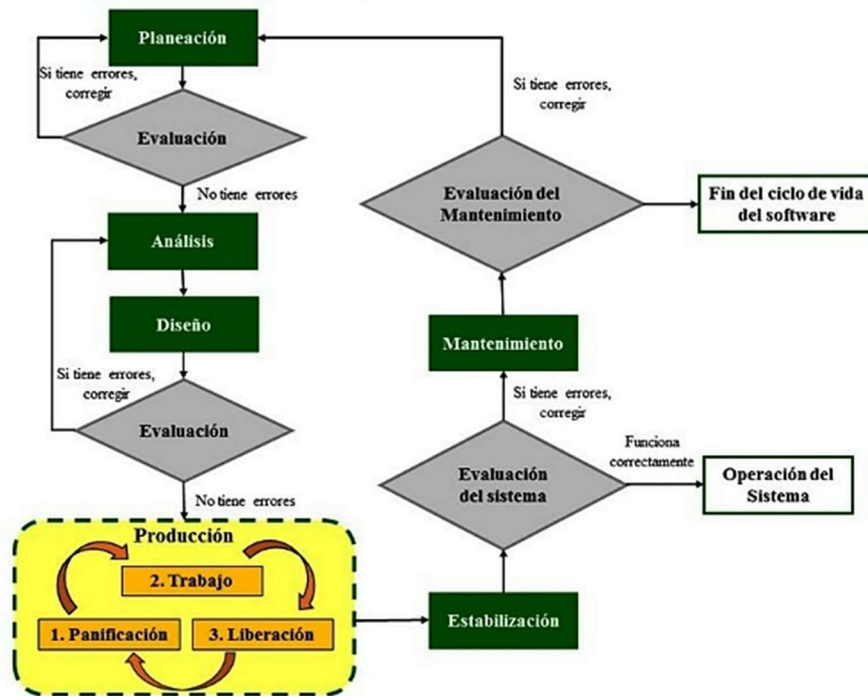


Fig. 2. Metodología PADPEEM
Fuente: García et al (2022)

El OAM-CE se pretende instalar en un Sistema Web-App propuesto por García et al (2022) y que fue utilizado anteriormente para otros OAM como Estilos de Aprendizaje, Regresión lineal simple y Captura de Carbono. El más reciente fue el de Ansiedad (García et al, 2024).

La Fig.3 muestra la propuesta para algunas ventanas que se verán en la App-CE (Competencia Emocional). Se comienza con la portada, después el menú principal, se sigue con los Objetivos y Contenido, la Teoría, las Actividades y la Evaluación. La estructura se hizo siguiendo otros OAM propuestos por García et al (2021) y García et al (2022).

4. Discusión y conclusiones

El objetivo de la investigación se cumplió. Se puede resaltar que esta investigación cuenta con un instrumento probado científicamente en el campo de la educación, para medir competencias emocionales de alumnos y para contribuir a la formación de recursos humanos en niveles de postgrado. El PEC únicamente se enfoca a dos dimensiones: intrapersonales e interpersonales. Se detectó que López-López et al (2022) probaron otro instrumento para adultos (ICEA) y llegaron a conclusiones similares en sus dimensiones autonomía emocional y competencias sociales, aunque ellos propusieron cuatro dimensiones.

Tanto en la dimensión Intrapersonal como en la Interpersonal fueron evaluadas como altas dando también un total alto con una puntuación de 242; esto es, la mayoría de los discentes suelen comportarse de una determinada forma en situaciones emocionales. Fernández-González y Ávila Muñoz (2018) encontraron información similar en una investigación a diversos docentes de distintos niveles educativos de España vía internet, la puntuación en Competencia Emocional total promedio usando PEC fue de 198 evaluada como alta.

También, se detectó que los alumnos tienen puntuaciones heterogéneas en las 10 subdimensiones, por lo que se debe trabajar de distintas formas las dos dimensiones en cuanto a Competencia Emocional.

El OAM-CE pretende que la gente conozca sobre la importancia que tienen las emociones en la educación, además, dejar accesible el cuestionario vía web para que el docente pueda identificar las emociones de los alumnos y proponga estrategias pedagógicas que las incluyan.

Para futuras investigaciones, se requiere la consideración de herramientas e instrumentos confiables que permitan medir las emociones que experimentan los estudiantes en contextos educativos. Importante es resaltar que se ameritan estudios con mayor cantidad de participantes que permitan generalizar los resultados obtenidos.

Las conclusiones mostradas en el presente estudio permiten sugerir la necesidad de diferenciar la dimensión intrapersonal de la interpersonal. Muchos estudiantes evidencian problemáticas similares a la hora de manifestar sus emociones. Por ello, el uso consciente de las emociones les permite un mejor dominio sobre sus propios comportamientos que inciden en su manera de actuar con y hacia los demás.



Fig. 3. Propuesta de ventanas de la App-CE

Lo anterior deriva en que los estudios sobre competencia emocional se vuelvan relevantes no solo para el actuar del estudiantado, sino para la planeación de las experiencias de aprendizaje que diseña el profesorado.

Referencias

- Benaigues, D. (2014) *¿Qué es exactamente la Comunicación Emocional?* Recuperado de <http://revista-digital.verdadera-seducion.com/que-esexactamente-la-comunicacion-emocional/>
- Brasseur S, Grégoire J, Bourdu R, y Mikolajczak M (2013). "The Profile of Emotional Competence (PEC): Development and Validation of a Self-Reported Measure that Fits Dimensions of Emotional Competence Theory". *PLoS ONE Vol. 8 No. 5. pp. 1-8.* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062635>
- Fernández-González, A., Ávila-Muñoz, A.M. (2018). "Perfil Docente, Bienestar y Competencias Emocionales para la Mejora de la Escuela" en Murillo, J. (Cord.). *Avances en Democracia y Liderazgo Distribuido en Educación* (pp. 481-484), Madrid: Red de Investigación sobre Liderazgo y Mejora de la Educación – RILME
- García, J.L., Márquez, S., Meraz, J.M., Medina, R.C., Zepeda, C., Castillo, y H., Ruiz, R. (2021). "Objeto de Aprendizaje Abierto en un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning" en Tovar, M., Zepeda, C., Castillo, H, Carballido, J.L. (eds), *Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual* (pp. 60-69), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- García, J.L., Sánchez, C., Meraz, J.M., Márquez, S., Zepeda, C., Castillo, H., y Ruiz, R. (2022). "Objeto de Aprendizaje de Estadística apoyado en un sistema Web-App" en Tovar, M., Zepeda, C., Castillo, H, Carballido, J.L. (eds), *Aplicaciones de los Objetos de Aprendizaje como apoyo en el proceso Enseñanza Aprendizaje* (pp. 52-61), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- García, J.L., Lozano, A., y Zepeda, C. (2023). "Propuesta de un Objeto de Aprendizaje para identificar ansiedad en alumnos de postgrado" en Tovar, M., Zepeda, C., Castillo, H, Carballido, J.L. (eds), *Recursos Digitales para apoyar a la docencia y el aprendizaje en diferentes niveles educativos* (pp. 89-96), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- García, J.L., Lozano, A., y Ruiz, D. (2024). "Objetos de aprendizaje para apoyar la docencia y el aprendizaje" de Aprendizaje de Estadística apoyado en un sistema Web-App" en Flores, G., Zepeda, C., Castillo, H, Carballido, J.L. (eds), *Objetos de aprendizaje para apoyar la docencia y el aprendizaje* (pp. 83-92), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Gardner, H. (1983). *The theory of multiple intelligences*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Goleman, D. (1993). *La inteligencia emocional*. Madrid: Kairós
- González, A. F., y Muñoz, A. M. Á. (2018). Perfil docente, bienestar y competencias emocionales para la mejora de la escuela. In *Avances en Democracia y Liderazgo Distribuido en Educación: actas del II Congreso Internacional de Liderazgo y Mejora de la Educación* (pp. 481-484). Red de Investigación sobre Liderazgo y Mejora de la Educación–RILME.
- López-López, V., Lagos-San Martín, N. G., y Hidalgo-Ortíz, J. P. (2022). "Validación del Inventario de Competencias Emocionales para Adultos (ICEA)". *Revista Educación*, Vol. 46, No. 2, pp .1-22.
- Lozano Rodríguez, A., Tijerina Salas, A. y García Cué, J. L. (2016). Implementación del instrumento *Quirontest* para medir estilos de aprendizaje en estudiantes de pregrado en línea. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, Vol. 9 No. 17, pp. 240-267.
- Mayer, J. D. y Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey & D. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications* (pp. 3-34)- New York: Basic Books.
- Mikolajczak, M (2009). "Going Beyond The Ability-Trait Debate: The Three-Level Model of Emotional Intelligence". *E-Journal of Applied Psychology* Vol. 5 No. 2, pp. 25-31. DOI:10.7790/ejap.v5i2.175

- Muñoz, A. M. Á. (2019). “Perfil docente, bienestar y competencias emocionales para la mejora, calidad e innovación de la escuela”. *Boletín Redipe*, Vol. 8, No. 5, pp. 131-144.
- Páez, D., Puente, A., Martínez, F., Ubillos, S., Filella, G., y Sánchez, F. (2016). Estructura del perfil de competencias emocionales (PEC) y su relación con el bienestar, la salud y el estrés laboral, así como con formas de regulación en una muestra española. *JL Soler, L. Aparicio, O. Chica, E. Escolano y A. Rodríguez. Inteligencia Emocional y Bienestar II*, 676-689.
- Wranik, T., Feldman Barrett, L., y Salovey, P. (2007). “Intelligent emotion regulation: Is knowledge power?”. En Gross, J.J. (Ed.). *Handbook of emotion regulation* (pp. 393-407). New York: Guilford.

Capítulo 6

Estimulación de habilidades cognitivas básicas a través de un entorno virtual tipo Moodle

Miriam Salcedo Haro¹, Claudia Zepeda Cortés²

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Instituto de Ciencias

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

`miri.salcedo@gmail.com, claudia.zepeda@correo.buap.mx`

Resumen. La estimulación de habilidades cognitivas básicas, como recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear, es indispensable para que los alumnos de educación básica puedan lograr un aprendizaje significativo y resolver los problemas que enfrentan a diario, sin embargo, por falta de tiempo durante las clases, muchas veces no es posible aplicar ejercicios que las estimulen. Este artículo describe el entorno virtual tipo Moodle utilizado por alumnos de una comunidad de educación básica con la finalidad de contribuir a la estimulación de sus habilidades cognitivas básicas.

Palabras clave: Habilidades cognitivas, estimulación, entorno virtual, cuestionario, aprendizaje significativo.

1. Introducción

La estimulación de habilidades cognitivas básicas como recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear, es una práctica importante en los primeros años de vida de una persona, ya que le permitirán lograr aprendizajes significativos de cada una de sus experiencias y de esta manera, tener los recursos necesarios para enfrentar las situaciones cotidianas de una manera más efectiva (Guaña & Cevallos, 2024).

El hecho de que una persona sea capaz de resolver sus propios problemas de manera habilidosa evitará sentimientos de frustración, desesperanza y estrés excesivo, lo cual tendrá un impacto positivo en su salud emocional (Bonilla-Flores et al., 2021).

Debido a que el aprendizaje durante los primeros años de vida se da principalmente en las escuelas, es importante integrar ejercicios de estimulación de habilidades cognitivas básicas de manera cotidiana en las clases y dinámicas que se llevan a cabo dentro de las

mismas. Sin embargo, debido a todos los temas que se tienen que cubrir y los cortos tiempos que los docentes trabajan de manera efectiva con sus alumnos, resulta complicado realizar estos ejercicios durante las horas de clase.

Los entornos virtuales brindan la ventaja de que los alumnos puedan realizar diversos tipos de ejercicios de manera autónoma, a cualquier hora y desde cualquier lugar que cuente con acceso a internet y que los docentes puedan monitorear y revisar el avance de sus alumnos de la misma manera. Estas ventajas hacen de estos entornos una buena herramienta para el trabajo extracurricular y fuera de clase, que complemente el trabajo presencial dentro de las aulas y ayude a mejorar el rendimiento académico de los alumnos (Rodríguez et al., 2023).

El presente artículo describe el entorno virtual tipo Moodle que utilizan los alumnos de una comunidad educativa particular de nivel básico, en el estado de Puebla, con la finalidad de contribuir a la estimulación de sus habilidades cognitivas básicas.

Las secciones siguientes definen el concepto de habilidades cognitivas y su taxonomía, así como la importancia de su estimulación en entornos académicos, las características y ventajas del uso de los entornos virtuales, la descripción de la utilización de los cuestionarios dentro de un entorno virtual tipo Moodle, la descripción de los ejercicios de estimulación de habilidades cognitivas utilizadas por los alumnos y por último las conclusiones.

2. Habilidades cognitivas

En la Psicología Educacional, las habilidades cognitivas son definidas como aquellas que permiten al individuo conocer, pensar, almacenar información, organizarla y transformarla hasta generar nuevos productos, realizar operaciones tales como establecer relaciones, formular generalizaciones, tomar determinaciones, resolver problemas y lograr aprendizajes perdurables y significativos (Gardner, 1985; Rath et al., 1991; Ianfrancesco 2003).

2.1 Taxonomía cognitiva de Bloom

La taxonomía cognitiva descrita por Bloom en 1956 ordena habilidades de pensamiento y objetivos a partir del dominio cognitivo. Esta taxonomía propone Habilidades de Pensamiento de Orden Inferior (LOTS) y Habilidades de Pensamiento de Orden Superior (HOTS) y las categoriza en seis niveles, los cuales van en orden de complejidad creciente y jerárquico de acuerdo con los procesos cognitivos (Fuller, y otros, 2007). Los niveles descritos son el conocimiento, la comprensión, la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación, cada nivel con subniveles identificados descritos por sustantivos (López, 2014; Forehand, 2011; Geoff, 1996; Hyder y Bhamani, 2016; Aliaga, 2012) (Tabla 1). El dominio

de cada nivel depende del dominio de los niveles que están por debajo del mismo (Barcia et al., 2017).

Tabla 1. Taxonomía de Bloom en el ámbito cognitivo (Aliaga, 2012)

Habilidades de Pensamiento de Orden Superior (HOTS)		Descripción
Evaluación		Habilidad para obtener juicios sobre el valor para ideas, trabajos, materiales, soluciones, métodos. Pueden ser cuantitativos y/o cualitativos. La evaluación se efectúa con respecto a criterios internos y/o externos.
Síntesis		Habilidad para agrupar elementos y partes para elaborar un todo nuevo, con énfasis de crear, a fin de elaborar un patrón o estructura que no se especifica.
Análisis		Habilidad que enfatiza en la descomposición de una o todas sus partes constituyentes.
Aplicación		Utilizar comprensiones logradas, para resolver un problema real o ideal, planteando términos científicos de forma relativa al fenómeno pertinente.
Comprensión		Comprender una comunicación, al lograrlo, el estudiante puede cambiar la comunicación para darle un mejor significado.
Conocimiento		Memorizar información que se expresa por "Reconocimiento, recuerdo", de hechos específicos aislados.
Habilidades de Pensamiento de Orden Inferior (LOTS)		

En 2001, la Taxonomía de Bloom es revisada por Lorin Anderson, quien propone en la publicación "Taxonomía Revisada de Bloom" el uso de verbos en lugar de sustantivos para describir de manera más clara las habilidades cognitivas que se requieren para dominar cada nivel de pensamiento y considera la creatividad en un orden superior a la evaluación, discriminando a la síntesis (Churches, 2009) (Tabla 2).

Tabla 2. Taxonomía revisada de Bloom, niveles y verbos (Churches, 2009).

Habilidades de Pensamiento de Orden Superior (HOTS)		Verbos
Crear		Diseñar, construir, planear, producir, idear, trazar, elaborar.
Evaluar		Revisar, formular hipótesis, criticar, experimentar, juzgar, probar, detectar, monitorear.
Analizar		Comparar, organizar, deconstruir, atribuir, delinear, encontrar, estructurar, integrar.
Aplicar		Implementar, desempeñar, usar, ejecutar.
Comprender		Interpretar, resumir, inferir, parafrasear, clasificar, comparar, explicar, ejemplificar.
Recordar		Reconocer, listar, describir, identificar, recuperar, denominar, localizar, encontrar.
Habilidades de Pensamiento de Orden Inferior (LOTS)		

Los verbos mencionados en la Tabla 2 son las habilidades cognitivas, que según el tipo de pensamiento también se pueden clasificar en básicas y superiores. Las básicas son consideradas como centrales y ayudan a construir las habilidades cognitivas superiores y pueden ser utilizadas en diferentes momentos del proceso de pensamiento y en más de una ocasión (Elizondo, Bernal & Montoya, 2010).

2.2 Importancia de la estimulación de habilidades cognitivas

La importancia de la estimulación de las habilidades cognitivas básicas desde edades tempranas radica en que el desarrollo y aprendizaje del ser humano se encuentra condicionado por las acciones de atención y estimulación adecuada en esta etapa de la vida caracterizada por una alta sensibilidad y plasticidad cerebral (Lozano, 2019).

Una estimulación constante de las habilidades cognitivas en el entorno escolar permitirá al alumno tener un aprendizaje significativo, el cual según Ausubel (1983) consiste en la asociación que realiza el alumno entre la información nueva que recibe y los conceptos que ya había adquirido previamente, es decir que un alumno forma su propio conocimiento a partir de la observación y revisión de los eventos vividos y su relación con los que está viviendo. Este aprendizaje se caracteriza por comprender los conocimientos adquiridos y generar nuevos conceptos, de tal manera que el procesamiento de esta información la haga útil y práctica para la vida académica y cotidiana.

De acuerdo con la definición anterior, el aprendizaje significativo requiere de la estimulación de habilidades cognitivas básicas que, según la Taxonomía de Bloom, son recordar, comprender y aplicar, para llegar a la resolución de problemas mediante las habilidades de orden superior. Para los alumnos que tienen dominio de las habilidades

cognitivas de las LOTS, es más fácil resolver los problemas planteados a diferencia de los que recuerdan o solo memorizan. Cuando se produce un aprendizaje importante, los datos se almacenan asociados entre sí, el cerebro almacena la información en conjunto, y cuando se recuerda un hecho, también se recordarán otros hechos, anécdotas o conocimientos previos en ese momento. Este fenómeno se llama propagación de la activación del sistema cognitivo y es la esencia del aprendizaje significativo (Barsalou, 1992).

La estimulación de una habilidad cognitiva se puede llevar a cabo en tres fases, como se muestra en la Fig.1. La primera fase consiste en el descubrimiento y/o reconocimiento de la habilidad a estimular; en la segunda fase se realiza la estimulación de la habilidad a través de la ejercitación y la práctica y en la última fase, el individuo se apropia de la habilidad y la interioriza de manera que la aplica de manera fluida y automática en las situaciones que la requieren (Ramos, Herrera, y Ramírez, 2019).

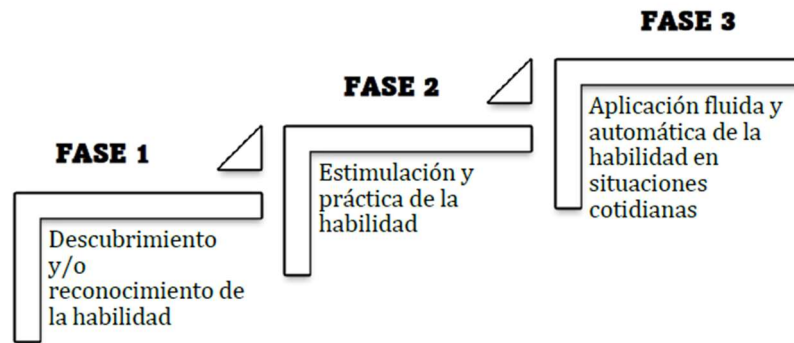


Fig. 1. Fases para adquirir una habilidad cognitiva (Ramos, Herrera, y Ramírez, 2019).

3. Ventajas de los entornos virtuales en la educación básica

Los Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) se definen generalmente como un proceso o actividad de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla fuera de un espacio físico, temporal y a través de Internet y que ofrecen diversidad de medios y recursos para apoyar la enseñanza (Vidal et al., 2008).

El uso de herramientas virtuales durante la pandemia de la COVID-19 dio un gran salto cualitativo, lo cual constituyó un claro ejemplo de su redefinición y usabilidad por la importancia y valor pedagógico que adquirieron (Fayed y Cummings, 2021).

Para que un entorno virtual pueda ser funcional en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje es aconsejable establecer, de primera instancia, el modo de interacción que

tendrán los participantes (Finkelstein, 2006). El modo de interacción que se puede establecer en estos entornos puede ser síncrono (en vivo) o asíncrono (diferida), lo cual permite elegir cómo será la interacción en el proceso de enseñanza.

El modo síncrono puede realizarse tanto dentro como fuera del aula, incluyendo de esta manera las actividades extracurriculares a través de vídeos, textos o audios (Sylvén & Sundqvist, 2017).

En el modo de enseñanza-aprendizaje asíncrono, docentes y alumnos no interaccionan en tiempo real, sino que las actividades se llevan a cabo de manera autónoma en el momento que el alumno lo disponga de acuerdo con las condiciones que el docente establezca. Entre las principales ventajas de esta modalidad están que el alumno es responsable del control de su avance, brinda una mayor flexibilidad en cuanto al tiempo que dedica a su aprendizaje, estimula una postura autónoma promoviendo una actitud de autorregulación de su propio aprendizaje (Muñoz-Basols & Gutiérrez, 2024).

Según Aguilar, Díaz & Revelo (2020) los EVEA se caracterizan por su escalabilidad, ya que pueden funcionar de manera equilibrada e igualitaria con pocos o gran cantidad de usuarios; flexibilidad, ya que permiten a los estudiantes acceder a los contenidos y clases en cualquier momento y lugar, lo que facilita la conciliación de la vida académica con otras responsabilidades; accesibilidad, ya que pueden llegar a un público más amplio, independientemente de su ubicación geográfica o condiciones físicas; personalización, ya que permiten adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes; inclusión, ya que reducen las barreras del acceso a la educación, al ser utilizadas por estudiantes con discapacidad o diferentes necesidades educativas especiales; ubicuidad, ya que permiten que los usuarios puedan ingresar a la plataforma desde cualquier lugar; interactividad, ya que permiten que los que usan las plataformas sean protagonistas de su formación educativa; y estandarización ya que permiten importar y exportar cursos educativos en formatos estándar.

Debido a lo descrito anteriormente, se puede decir que los EVEA ofrecen una diversidad importante de beneficios para la educación, los cuales pueden contribuir a mejorar la calidad del aprendizaje, siempre y cuando se utilicen de forma adecuada, lo cual se describe en numerosas investigaciones (Juca-Farfan, Espinoza-Rosado & Rumbaut-Rangel, 2024; Caisapanta & Trigueros, 2024; Colque Quispe & Arias, 2024; Ros, 2024; Chuchico et al., 2025).

4. Entorno virtual tipo Moodle

La plataforma Moodle ha sido adoptada por una amplia comunidad, como una importante herramienta para la creación de EVEA's, sobre todo, después de la pandemia por COVID-19 (Esawe et al., 2023). Esta plataforma es de código abierto y cuenta con diversas características que facilitan la participación de los alumnos fuera del aula, a través de actividades tanto colaborativas como autónomas (Lai et al., 2024). Para lograr el aprendizaje autónomo, la plataforma cuenta con recursos que facilitan el estudio

independiente, la autoevaluación y la gestión del tiempo (Altalbe, 2021). Uno de los recursos que potencian el aprendizaje autónomo son los cuestionarios, que según Romero et al. (2021) cuando incorporan retroalimentación inmediata y detallada, permiten a los alumnos verificar su comprensión, identificar áreas de mejora y autorregular su proceso de aprendizaje, lo cual resulta crucial para la estimulación de la metacognición y la autorregulación en el proceso de aprendizaje. El mecanismo de seguimiento y monitorización del progreso individual es otra funcionalidad importante que brinda la plataforma para que el aprendizaje autónomo sea eficiente (Martínez, Paredes & Chimbolema, 2025). Este mecanismo puede ser aprovechado tanto por docentes como por los propios alumnos. En el caso de estos últimos, la visualización de sus progresos les permitirá la comparación de sus resultados con objetivos predefinidos y el establecimiento de metas personalizadas, lo cual ha mostrado efectos positivos en su motivación y autonomía (Hamid et al., 2022), ya que facilita la planificación estratégica del aprendizaje y la gestión efectiva del tiempo.

Algunas de las características más importantes que poseen los cuestionarios son que se puede configurar para que los resultados puedan ser calificados automáticamente por la plataforma o manualmente por el docente, las preguntas se pueden organizar en una base de datos, llamada en la plataforma *Banco de preguntas*, por categorías (tema, tipo de pregunta, etc) de manera que puedan ser reutilizadas en diferentes cuestionarios; se puede configurar para que los resultados puedan ser calificados automáticamente por la plataforma o manualmente por el docente; pueden tener un límite de tiempo que regule la disponibilidad del mismo para ser contestado; permiten determinar si los cuestionarios pueden contestarse varias veces y si se mostrarán, o no, las respuestas correctas y los comentarios del docente; las preguntas y respuestas pueden mezclarse (aleatoriamente) para disminuir las posibilidades de copias entre los/las estudiantes; las preguntas pueden crearse en formato HTML, con imágenes o importarse desde archivos de texto externos; los intentos de responder un cuestionario pueden acumularse; pueden responderse en varias sesiones y se pueden reanudar desde la última página de la anterior sesión; las preguntas pueden contener vídeos o imágenes, estar numeradas, presentarse en forma de oración, tener múltiples opciones, incluir cálculos, incluir coincidencias, tener respuestas cortas (palabras o frases) o de tipo ensayo (redacción libre), además cada pregunta puede ser configurada para tener una única respuesta correcta, múltiples respuestas correctas o respuestas parcialmente correctas o con diversas ponderaciones (*Documentación de Actividad del Cuestionario*, Documentación de la página oficial de Moodle).

5. Diseño de los ejercicios de estimulación de habilidades cognitivas básicas en Moodle

Debido a lo descrito en la sección anterior, se eligió la herramienta de cuestionarios de la plataforma Moodle para la creación del entorno virtual que estimule las habilidades

cognitivas a través del diseño de ejercicios que puedan ser aplicados y resueltos por los estudiantes como una actividad extracurricular fuera de las aulas y los tiempos de clase.

Las preguntas dentro del banco de preguntas se clasifican de acuerdo con la habilidad que se pretende estimular, en relación con los verbos mencionados en la Tabla 2 de la Taxonomía de Bloom para las primeras dos habilidades básicas, es decir, reconocer, listar, describir, identificar, recuperar, denominar, localizar, encontrar, interpretar, inferir, parafrasear, clasificar, comparar, explicar, ejemplificar. Esto se realiza a través de ejercicios de comparación y observación, razonamiento abstracto, analogías, metáforas, sucesiones y matrices, perspectiva, razonamiento espacial y mecánico y anagramas, entre otros que se van incorporando según sea necesario.

Se utilizan mayormente preguntas de tipo opción múltiple, arrastrar y soltar, respuesta corta y emparejamiento.

Para fines prácticos se presentan capturas de pantalla de un “Test de habilidad cognitiva” aplicado a un grupo de estudiantes de tercer grado de nivel secundaria, el cual está configurado como un cuestionario de 90 preguntas con las siguientes características: no tiene temporalización de cierre del cuestionario, es decir, el usuario puede tomar el tiempo que le sea necesario para contestarlo, incluso, contestarlo en diferentes momentos o días; permite realizar múltiples intentos, es decir, el usuario puede terminar un intento (finalizar el cuestionario) y volver a intentarlo de nuevo en el momento que lo requiera, ni las preguntas ni las respuestas entre los intentos tendrán el mismo orden, ya que éste se configuró para ser a la azar; algunas preguntas tienen un comportamiento de tipo *interactiva con varios intentos*, es decir, que el usuario puede comprobar si su respuesta es correcta y en caso de que no sea así, puede volver a intentarlo una vez más, con una retroalimentación o pista que le ayude a resolverlo, en cada intento se reordenan las respuestas al azar; las opciones de revisión en cada pregunta es informar si la respuesta fue correcta, puntuación y retroalimentación durante el intento (una vez que el usuario contesta la pregunta) y después de terminado el cuestionario informa al usuario sus aciertos totales con un resumen detallado de cada pregunta.

Cada pregunta a su vez está configurada para dar una retroalimentación específica, general o pistas por cada intento, puede tener una respuesta correcta, parcialmente correcta o incorrecta y pueden darse diferentes ponderaciones a cada respuesta, cada vez que se intente la pregunta las respuestas se reordenan al azar.

El docente tiene la posibilidad de generar informes de tipo calificaciones, respuestas, estadísticas y calificación manual, esta última sólo se aplica a preguntas tipo ensayo.

En el caso del informe de tipo calificaciones mostrado en la Fig. 2, proporciona un registro de los estudiantes que ya han finalizado un intento y a los cuales ya se les ha asignado una calificación y los que aún están en curso, es decir, ya lo empezaron, pero aún lo no finalizan. Los datos que muestra este tipo de informe son el nombre del alumno, estado del cuestionario, fecha y hora de inicio y finalización, tiempo requerido, calificación final del cuestionario y calificación de cada pregunta.

☐	Apellido(s)	Dirección de correo	Estado	el	Finalizado	requerido	Calificación/10,00	/0,11	/0,11	/0,11	/0,11	/0,11	/0
☐	LP	Luis Eduardo Perez Revisión del intento	Finalizado	3 de abril de 2023 11:44	10 de abril de 2023 15:53	7 días 4 horas	7,78	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓
☐	CC	Cecilia Cortés Revisión del intento	Finalizado	13 de abril de 2023 16:32	5 de mayo de 2023 13:47	21 días 21 horas	7,18	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓
☐	BM	Barbi Montes Revisión del intento	En curso	23 de marzo de 2024 11:19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
☐	AB	Angy Brito Juárez Revisión del intento	Finalizado	11 de abril de 2024 19:57	11 de abril de 2024 21:05	1 hora 8 minutos	6,83	📧 0,06	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓
☐	LG	Lizeth Gonzalez Revisión del intento	Finalizado	25 de abril de 2024 11:41	25 de abril de 2024 14:21	2 horas 39 minutos	8,78	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓
☐	MM	Manuel Mogollán Revisión	En curso	22 de abril de 2025 13:58	-	-	-	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✓ 0,11	✗

Fig. 2. Informe de tipo calificaciones

Desde cada una de las preguntas y respuestas mostradas en este registro se puede acceder al detalle de cada una de éstas, como se muestra en la Fig. 3, en el cual se puede escribir un comentario para el alumno y/o corregir la calificación manualmente si es necesario.



Respuesta parcialmente correcta.
Ha seleccionado correctamente 2.

Escribir comentario o corregir la calificación

Historial de respuestas

Paso	Hora	Acción	Estado	Puntos
1	11/04/24, 19:57:10	Iniciado/a	Sin responder aún	
2	11/04/24, 19:59:32	Guardada: Zona para soltar 1 -> {1. 1} Zona para soltar 2 -> {2. 2} Zona para soltar 3 -> {4. 4} Zona para soltar 4 -> {3. 3}	Respuesta guardada	
3	11/04/24, 21:05:59	Intento finalizado	Parcialmente correcta	0,50

Fig. 3. Revisión de una pregunta específica.

En el caso de los informes de tipo respuestas, proporciona un informe parecido al de calificaciones, pero a diferencia de este último, despliega las preguntas y respuestas en el listado, como se muestra en la Fig. 4.

☐		/ Apellido(s)	Dirección de correo	Estado	Calificación/10,00	Pregunta 1	Respuesta 1	Respuesta correcta 1	Pregunta 2
☐	LP	Luis Eduardo Perez Revisión del intento	6d6354ece40846bf7fca65dfabd5d9d4	Finalizado	7,78	De acuerdo a las siguientes pistas, enumera correctamente a los niños de la imagen. PISTAS: La niña del número 3 está adelante que el niño del número 2. El del número 2 va detrás de otro niño, que tiene el número 1; [[Zona para soltar 1]] -> {1. 1 / 2. 2 / 3. 3 / 4. 4}; [[Zona para soltar 2]] -> {1. 1 / 2. 2 / 3. 3 / 4. 4}	✓ Zona para soltar 1 -> {1. 1} Zona para soltar 2 -> {2. 2} Zona para soltar 3 -> {3. 3} Zona para soltar 4 -> {4. 4}	Zona para soltar 1 -> {1. 1} Zona para soltar 2 -> {2. 2} Zona para soltar 3 -> {3. 3} Zona para soltar 4 -> {4. 4}	Encuentra los valores faltantes para completar el cuadrado mágico y arrástralos hasta su símbolo.; [[Zona para soltar 7]] -> {1. 0 / 2. 1 / 3. 2 / 4. 3 / 5. 4 / 6. 5 / 7. 6 / 8. 7}; [[Zona para soltar 8]] -> {1. 0 / 2. 1 / 3. 2 /

Fig. 4. Informe de tipo respuestas.

En el caso del informe de tipo estadísticas, proporciona un resumen con los datos mostrados en la Tabla 3, como se muestra en la Fig. 5.

Tabla 3. Elementos que presenta el informe de tipo estadísticas

Parámetro	Descripción
<i>Datos generales</i>	Nombre del cuestionario, nombre del curso, fechas de apertura y cierre del cuestionario (si fueron especificadas en la configuración del cuestionario).
<i>Intentos</i>	Número total de primeros intentos y de intentos calificados.
<i>Calificación promedio y calificación media</i>	Tanto del primer intento como de todos los intentos.
<i>Desviación estándar</i>	De las calificaciones globales.
<i>Asimetría y curtosis</i>	La puntuación que obtendría el estudiante al adivinar al azar sin conocer el tema.
<i>Ponderación prevista/efectiva</i>	De la distribución de pendientes.
<i>Coefficiente de consistencia interna</i>	También llamado Alfa de Cronbach. Mide si todos los ítems del cuestionario evalúan básicamente lo mismo. Por lo tanto, mide la consistencia de la prueba, que es un límite inferior de validez. Cuanto mayor sea el valor, mejor.
<i>Tasa de error</i>	La variación en las calificaciones proviene de dos fuentes. Primero, algunos estudiantes son mejores que otros en la prueba, y segundo, existe cierta variación aleatoria (por ejemplo, instrucciones incorrectas). La tasa de error estima qué parte de la variación se debe al error de medición o al azar. Por lo tanto, cuanto más bajos sean los valores, mejor.
<i>Error estándar</i>	Se deriva de la razón de error y mide la variación aleatoria en cada calificación de la prueba.

Nombre del cuestionario	Test de habilidad cognitiva
Nombre del curso	Curso Preparación
Número de primeros intentos completos calificados	4
Número total de intentos completados	4
Promedio de los primeros intentos	76,42%
Promedio de todos los intentos	76,42%
Calificación media de los últimos intentos	76,42%
Calificación media de los mejores intentos	76,42%
Mediana (de intentos con mejores calificaciones)	74,78%
Desviación estándar (para intentos con mejores calificaciones)	8,52%
Asimetría de la distribución de puntuaciones (para intentos con mejores calificaciones)	0,9064
Curtosis de la distribución de puntuaciones (para intentos con mejores calificaciones)	0,0330
Coefficiente de consistencia interna (para intentos con mejores calificaciones)	81,46%
Ratio de error (para intentos con mejores calificaciones)	43,06%
Error estándar (para intentos con mejores calificaciones)	3,67%

Fig. 5. Informe de tipo estadísticas.

Este tipo de informe también nos proporciona un resumen del análisis de la estructura del cuestionario con los datos mostrados en la Tabla 4, como lo muestra la Fig. 6.

Tabla 4. Elementos que presenta el informe “Análisis de la estructura del cuestionario”

Parámetro	Descripción
<i>Q#</i>	Muestra el número de pregunta (posición), el ícono del tipo de pregunta y los íconos de vista previa y edición.
<i>Intentos</i>	Número de alumnos que intentaron resolver la pregunta.
<i>Índice de facilidad</i>	Puntuación media (en porcentaje) obtenida en la pregunta. Un valor más alto indica que una pregunta más fácil.
<i>Desviación estándar</i>	Cuánta variación hubo en las puntuaciones de esta pregunta.
<i>Puntuación por suposición aleatoria</i>	La puntuación que obtendría el estudiante al adivinar al azar sin conocer el tema.
<i>Ponderación prevista/efectiva</i>	Ponderación que se configura al editar el cuestionario.
<i>Índice de discriminación</i>	Es la correlación entre la puntuación de esta pregunta y la puntuación del cuestionario completo.

Análisis de la estructura del cuestionario

Descargar datos de tabla como Valores separados por comas (csv) Descargar

Q#		Nombre de la pregunta	Intentos	Índice de facilidad	Desviación estándar	Calificación aleatoria estimada	Ponderación deseada	Peso efectivo	Índice de discriminación
1	+	CyO1	4	87,50%	25,00%	25,00%	1,11%	2,22%	61,23%
2	+	JMV1	4	100,00%	0,00%	12,50%	1,11%	0,00%	
3	▼	Analogía	4	100,00%	0,00%	33,33%	1,11%	0,00%	
4	▼	Analogía	4	100,00%	0,00%	33,33%	1,11%	0,00%	
5	▼	Analogía	4	100,00%	0,00%	33,33%	1,11%	0,00%	
6	▼	Analogía	4	100,00%	0,00%	33,33%	1,11%	0,00%	
7	▼	Analogía	4	75,00%	50,00%	33,33%	1,11%	3,15%	59,09%

Fig. 6. Informe de Análisis de la estructura del cuestionario.

Por último, el informe de tipo calificación manual no se aplicó en este caso, sin embargo, es muy útil para preguntas de razonamiento lateral. El funcionamiento y aplicación de este tipo de preguntas y respuestas se explicará en un artículo posterior.

6. Conclusiones y trabajo futuro

Los entornos virtuales tipo Moodle son de mucha utilidad para realizar diversos ejercicios que contribuyan a la estimulación de diversas habilidades. En este caso, la estimulación de habilidades cognitivas desde niveles básicos en las escuelas es posible si se utilizan estos entornos virtuales que proporcionan flexibilidad, autonomía y sobre todo la facilidad de ser utilizados desde cualquier espacio y en cualquier momento que el alumno lo requiera, sin perder la monitorización y revisión por parte del docente. Además, brinda herramientas de registro y estadística con las cuales se puede visualizar de manera más práctica las áreas de oportunidad para la mejora de la estructura de cada ejercicio, de todo el cuestionario y, sobre todo, del rendimiento de cada alumno y del grupo en general.

La exploración y uso de entornos virtuales que permitan la estimulación de habilidades fuera de las aulas es necesaria para que los docentes puedan lograr los objetivos que marcan sus programas educativos en tiempo y forma, y a su vez, que los alumnos puedan tener a su alcance recursos que los ayuden a mejorar habilidades que les permitan la eficacia y la eficiencia, tanto en sus actividades académicas como cotidianas.

Actualmente se están analizando los resultados del uso de esta herramienta para evaluar si su uso ha logrado contribuir en la estimulación de las habilidades cognitivas de los alumnos

de esta comunidad educativa que la han utilizado de manera sistemática, mediante pruebas de pretest y postest. En un artículo posterior se mostrarán los resultados de este análisis.

Referencias

- Aguilar, W. O., Santos Díaz, L. B., & Revelo, E. R. (2020). “Estrategias didácticas en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje universitarios”. *Opuntia Brava*, 12(4).
- Aliaga, S. (2012). “Taxonomía de Bloom”. *Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de <https://santiagowalteraliagaolivera.files.wordpress.com/2012/03/4-taxonomia-de-bloom1.pdf>
- Altalbe, A. (2021). “Antecedents of actual usage of e-learning system in high education during COVID-19 Pandemic: Moderation effect of instructor support”. *IEEE Access*, 9. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3087344>
- Ausubel, D. (1983). “Teoría del aprendizaje significativo”. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Barcia Menéndez, J. J., Carvajal Zambrano, B. T., Barcia Menéndez, C. R., y Sánchez García, E. G. (2017). “El proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. La dinámica de los componentes didácticos en sistemas de clases”. *Manabí, Ecuador: Mar Abierto*.
- Barsalou, L. W. (1992). *Cognitive psychology. An overview for cognitive scientist*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associated.
- Bonilla-Flores, Y. Y., Carrillo-Molina, C. A., Jaimes-Palencia, D. M., Carrillo-Sierra, S. M., Rivera-Porras, D., & Díaz-Posada, L. E. (2021). Habilidades para la vida e inteligencia social como elementos favorecedores de la salud mental en universitarios.
- Caisapanta, B. B., & Trigueros, I. G. (2024). “Motivación y aprendizaje a través de B-Learning para estudiantes de bachillerato a través de un estudio experimental intragrupo”. *Digital Publisher CEIT*, 9 (3), 19-33.
- Clavero, F. H. (2001). “Habilidades cognitivas”. *Notas del departamento de Psicología Evolutiva y de la educación*. (Universidad de Granada. España).
- Chuchico Vaca, C. J., Chuchico Vaca, L. P., Chuchico Vaca, L. N., Escobar Corrales, S. J., & Santos Pilataxi, G. L. (2025). “Motivación en entornos virtuales de aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes: Motivation in virtual learning environments and academic performance in students”. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 6(1), 1622 – 1638. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3440>
- Churches, A. (2009). “Taxonomía de Bloom para la Era Digital”. Recuperado el 06 de abril de 2020, de Eduteka: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomDigital>
- Colque Quispe, L. W., & Arias Camarena, J. A. (2024). “Aula invertida y autoaprendizaje de estudiantes universitarios en entornos virtuales: Revisión sistemática”. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 8(34), 1635–1650. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i34.823>. *Documentación de Actividad del Cuestionario*. Documentación de la página oficial de Moodle. Disponible en: https://docs.moodle.org/500/en/Quiz_activity
- Elizondo, A. I. R., Bernal, J. A. H., & Montoya, M. S. R. (2010). “Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos”. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, (34), 201-209.
- Esawe, T., Esawe, T., & Esawe, T. (2023). “Acceptance of the learning management system in the time of COVID-19 pandemic: An application and extension of the unified theory of acceptance and use of technology model”. *E-Learning and Digital Media*, 20(2), 162 –190. <https://doi.org/10.1177/20427530221107788>
- Fayed, I. y J. Cummings, eds. 2021. “Teaching in the PostCOVID-19 Era”. *World Education Dilemmas, Teaching Innovations and Solutions in the Age of Crisis*. Cham: Springer.

- Finkelstein, J. E. 2006. "Learning in Real Time: Synchronous Teaching and Learning Online". *San Francisco, CA: Wiley*.
- Forehand, M. (2011). *Bloom's Taxonomy*. Obtenido de: <https://www.d41.org/cms/lib/IL01904672/Centricity/Domain/422/BloomsTaxonomy.pdf>
- Fuller, U., Johnson, C., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Losada, I., Jackova, J., Thompson, E. (2007). "Developing a Computer Science-specific". 152-170. Obtenido de: <http://www.cs.kent.ac.uk/pubs/2007/2798/content.pdf>
- Gardner, H. (1985). "Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences". *New York: Basic Books*.
- Geoff, I. (1996). "Bloom's taxonomy of educational objective". Obtenido de: <https://kaneb.nd.edu/assets/137952/bloom.pdf>
- Guaña, E. L. I., & Cevallos, P. A. E. (2024). La importancia del pensamiento crítico y la resolución de problemas en la educación contemporánea. *Revista Científica Kosmos*, 3(1), 4-18.
- Guzmán, Melanie. (2019). "Tecnología del aprendizaje y conocimiento en el aprendizaje significativo. aplicación móvil interactiva". Obtenido de <https://bit.ly/2MchxXS>
- Hamid, S., Ismail, N., Hamzah, M., & Malik, W. (2022). "Developing engagement in the learning management system supported by learning analytics". *Computer Systems Science and Engineering*, 42(1). <https://doi.org/10.32604/CSSE.2022.021927>
- Hyder, I., y Bhamani, S. (2016). "Bloom's Taxonomy (Cognitive Domain) in Higher Education Settings: Reflection Brief". *Education and Educational Development*, 3(2), 14. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/311614702_Bloom%27s_Taxonomy_Cognitive_Domain_in_Higher_Education_Settings_Reflection_Brief
- Iafrancesco, G. M. (2003). *Las funciones cognitivas y el programa de enriquecimiento instrumental*. U. de la Salle, Colombia.
- Juca-Farfan, P. H., Espinoza-Rosado, E. F., & Rumbaut-Rangel, D. (2024). "Impacto de los entornos virtuales en competencias matemáticas de estudiantes de primero de bachillerato técnico". *MQRInvestigar*, 8(1), 3794-3813. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.3794-3813>
- Lai, Y., Cheung, Y., & Pang, L. (2024). "Examining the motivators affecting acceptance towards learning management systems for sustainable learning amid COVID-19 pandemic". *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1365258>
- López, J. (2014). "Taxonomía de Bloom y sus actualizaciones". *Eduteka*. Obtenido de: <http://revistapedagogicanuevaescuela.blogspot.com/2014/09/taxonomia-de-bloom-y-susactualizaciones.html>
- Lozano, A. (2019). *Plasticidad cerebral en niños*. <https://redsocialededuca.net/plasticidadcerebral-en-ninos>
- Martínez, L. C. C., Paredes, D. A. V., & Chimbolema, J. R. B. (2025). "Impacto del aprendizaje colaborativo y autónomo mediante Moodle: Revisión sistemática en contextos universitarios pre y pospandémicos". *Ciencia y Educación*, 6(4), 78-100.
- Muñoz-Basols, J., & Gutiérrez, M. F. (2024). "Interacción en entornos virtuales de aprendizaje. La enseñanza del español mediada por tecnología", 186-217.
- Ramos, D., Herrera, G., y Ramírez, M. (2019). "Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos". *Investigaciones*, 2.
- Raths, L. E. et al. (1991). "Como enseñar a pensar: Teoría y Aplicación". Ed. Paidós, México.
- Rodríguez León, Y. J., Cruz, I. J., Berra Barona, C., & Ramírez Ramírez, M. (2023). Influencia de entornos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de habilidades cognitivas: un modelo de ecuaciones estructurales. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(26).

- Romero, E., García, L., & Ceamanos, J. (2021). "Moodle and Socrative quizzes as formative aids on theory teaching in a chemical engineering subject". *Education for Chemical Engineers*, 36, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.03.001>
- Ros, M. J. G. (2024). La gamificación como herramienta pedagógica para aumentar la motivación en el alumnado de Educación Primaria. *Revista Internacional Interdisciplinar de Divulgación Científica*, 2(1), 64-74.
- Sylvén, L. K. y P. Sundqvist. 2017. "Computer-Assisted Language Learning (CALL) in Extracurricular/Extramural Contexts". *CALICO Journal*, 34 (1): i–iv. <https://doi.org/10.1558/cj.31822>.
- Vidal Ledo, M., Llanusa Ruiz, S., Diego Olite, F., & Vialart Vidal, N. (2008). "Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje". *Educación Médica Superior*, 22(1), 0-0.

Capítulo 7

Revisitando al Modelo VALK: la integración de recursos educativos digitales

Ismael Esquivel Gámez¹, Martín Guerrero Posadas², Nancy Araceli Olivares Ruiz¹

¹ Universidad Veracruzana

² Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

iesquivel@uv.mx, martin.gp@slp.tecnm.mx, nolivares@uv.mx

Resumen. La investigación exploró el impacto de un cuestionario basado en recursos educativos digitales en las preferencias sensoriales de aprendizaje de estudiantes universitarios de Sistemas Computacionales, en comparación con el cuestionario tradicional VALK. Se adoptó un enfoque descriptivo, transversal y cuantitativo para encuestar a 189 universitarios mexicanos. Se aplicaron el cuestionario VALK y dos instrumentos adicionales enfocados a las materias de Programación y Bases de Datos, que se mostraron altamente confiables y válidos, destacando cambios importantes en las preferencias. Las modalidades más preferidas en el VALK fueron Auditiva y Kinestésica y en el cuestionario sobre Bases de Datos, fueron Kinestésica y Visual, en tanto que, en el orientado a Programación, Kinestésica y Lectora/Escritora. Además, los nuevos instrumentos fueron bien aceptados y valorados positivamente como herramienta de aprendizaje. Los hallazgos sugieren que las preferencias de percepción sensorial cambian al promover una transición de los estudiantes, de ser receptores pasivos a aprendices activos, impulsada por la interactividad y el impacto visual de los medios que utilizan actualmente. El estudio concluye que la integración de recursos educativos digitales es esencial ya que al adaptarse a diferentes materias, puede convertirse en herramienta diagnóstica para identificar preferencias de aprendizaje específicas en cada curso.

Palabras clave: Preferencias sensoriales, Aprendizaje, Sistemas Computacionales, Recursos educativos digitales

1. Introducción

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) representan un elemento clave en la transformación de la educación superior, permiten enriquecer la experiencia educativa desde un enfoque más participativo y constructivista. Con el apoyo de las TIC el estudiante se convierte en un agente activo que decide cómo, cuándo y dónde aprender. Un claro ejemplo de las TIC en el escenario educativo son los

Recursos Educativos Digitales (RED). Los RED han adquirido un papel fundamental como herramientas que facilitan y enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su uso ha demostrado ser eficaz en el desarrollo de capacidades analíticas (Figueroa et al., 2020) y en la mejora del rendimiento académico en distintas disciplinas (Urbina Nájera, 2019). Los RED son contenidos o herramientas en formato digital diseñados para ser empleados en la enseñanza y el aprendizaje por docentes, alumnos e investigadores. Los RED se caracterizan por integrar múltiples formatos y enlaces interactivos. Entre ellos se incluyen desde cursos enteros, módulos, libros digitales y artículos, hasta software educativo, videos, micro-contenidos, simulaciones, podcasts y recursos elaborados en el aula (Manrique Losada et al., 2020). Su propósito principal es servir como apoyo didáctico, ya sea para ejercitar, practicar, emular situaciones, guiar paso a paso o ser utilizados de manera individual o colaborativa en grupos reducidos (Cepero Ruíz y Pérez Pino, 2022).

Por otra parte, y conforme a Fleming (2012), el procesamiento de la información por parte de una persona depende tanto de sus intereses como de la forma en que dicha información le es presentada. Para explicar estas diferencias, propuso el modelo VALK (Visual, Auditivo, Lector/Escritor y Kinestésico), que clasifica las preferencias sensoriales en cuatro modalidades. Este enfoque ayuda a comprender por qué algunas personas aprenden mejor mediante imágenes, audios, textos escritos o experiencias prácticas. Aunque algunas personas presentan una modalidad dominante, otras combinan varias (Fernández y Narváez, 2021). El cuestionario VALK ha sido ampliamente utilizado para adaptar los recursos educativos a las preferencias sensoriales del alumnado (Ortega et al., 2020), aunque su efectividad como herramienta para mejorar el aprendizaje aún es debatida (Brown et al., 2014). Investigaciones recientes apuntan a que los métodos multimodales basados en principios cognitivos resultan más eficaces. Además, la experiencia de los investigadores indica que algunas preguntas del cuestionario están fuera del contexto de los estudiantes, sin relación directa con los temas de interés académico de los participantes y, limitadas al formato textual. Por lo anterior, la pregunta general que guía el presente trabajo es: ¿Existen diferencias en las preferencias sensoriales de los estudiantes al medirse mediante el cuestionario VALK y con un instrumento basado en Recursos Educativos Digitales? A continuación, se delimita el objeto de estudio, se describen las particularidades del enfoque metodológico adoptado, se presentan los resultados obtenidos, se analizan en la sección de discusión y, finalmente, se exponen las conclusiones del trabajo.

. Preliminares

2.1 Modelo VALK

Desarrollado por Neil D. Fleming en 1987, el cual busca identificar las preferencias individuales en la recepción y procesamiento de la información, con el fin de optimizar las

estrategias de enseñanza y aprendizaje (Fleming y Mills, 1992). Aunque no fue diseñado para medir estilos de aprendizaje, ha influido ampliamente en la educación superior, donde los docentes comenzaron a adaptar sus métodos según las preferencias sensoriales de sus estudiantes (Hawk y Shah, 2007). Inicialmente, su aplicación promovió el uso de enfoques multimodales que combinaban ayudas visuales, conferencias, lecturas y actividades prácticas, demostrando mejoras en el aprendizaje, especialmente en contextos universitarios (Dunn y Dunn, 1993). En la práctica, se han implementado recursos diferenciados para cada modalidad: infografías, podcasts, ejercicios de redacción o dramatizaciones, entre otros. Un meta-análisis reciente confirmó la validez y confiabilidad del cuestionario VALK para identificar preferencias sensoriales, particularmente en disciplinas como medicina, kinesiólogía y economía (Tomić et al., 2023). Sin embargo, el modelo ha recibido críticas, entre otras cosas, por simplificar el proceso de aprendizaje, sugiriendo que una enseñanza más efectiva debe basarse en enfoques integradores y no en una sola modalidad preferida (Willingham et al., 2015).

2.2 Recursos educativos digitales

La pertinencia de los RED se ha explorado en diversos estudios que los abordan en el espacio educativo mexicano. Morales-Velasco (2020) resaltó la experiencia de 14 docentes universitarios del estado de Querétaro en el diseño de RED, identificando que los recursos más comunes fueron aquellos destinados a la lectura o consulta, careciendo generalmente de componentes interactivos. Urbina Nájera (2019) evaluó el impacto de los objetos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería de software. Los resultados mostraron una mejora en el índice de aprobación al incorporar estos materiales, gracias a la variedad multimedia y la interacción que ofrecen. Collazo Fuentes et al. (2023) validaron el uso de RED y estrategias como el mapa mental para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes universitarios, concluyendo que, al considerar el perfil y las necesidades del estudiante, se contribuye significativamente a la construcción de significados y habilidades cognitivas superiores. Aguilar Juárez et al. (2020) desarrollaron objetos de aprendizaje en el marco de un curso MOOC, centrados en el tema de árboles binarios. La evaluación de los estudiantes fue favorable, indicando que los RED diseñados fueron claros, útiles y pertinentes.

3 Método

Se realizó un estudio descriptivo, transversal y prospectivo con enfoque cuantitativo.

.1 Muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con grupos ya conformados de una institución pública del sureste de México. Se incluyeron únicamente estudiantes regulares inscritos en un ciclo escolar activo.

3.2 Participantes

Se trabajó con 189 estudiantes universitarios de la licenciatura en Sistemas Computacionales, distribuidos en seis grupos, con una edad promedio de 20.4 años (D.E. = 1.93) y una proporción del 25% de mujeres.

3.3 Instrumentos

Preferencias sensoriales. Se empleó el cuestionario VALK para identificar las preferencias individuales en la recepción de información, considerando las modalidades visual, auditiva, lectura/escritura y kinestésica. Este instrumento consta de 16 preguntas con cuatro opciones dicotómicas (Leite et al., 2010), y evalúa situaciones cotidianas para detectar inclinaciones sensoriales. Según Fleming (2012), las modalidades no son completamente excluyentes, ya que pueden presentar fronteras difusas. Se recomienda el uso de análisis factoriales confirmatorios con métodos múltiples, adecuados para examinar diversas características simultáneamente (Wong y Chin, 2018). En cuanto a su fiabilidad, las subescalas han reportado coeficientes alfa entre 0.69 y 0.85 para las distintas modalidades sensoriales. En estudios previos, los valores específicos oscilaron entre 0.73 y 0.85 para la modalidad visual, 0.79 y 0.82 para la auditiva, 0.84 de forma constante para lectura/escritura, y entre 0.69 y 0.77 para la kinestésica. Las correlaciones entre subescalas han variado de moderadas ($r = 0.416$) a fuertes ($r = 0.799$), conforme a lo reportado por Leite et al. (2010) y Wong y Chin (2018). En el presente estudio se aplicó la versión en español del cuestionario VARK™ (Versión 7.8, 2014), propiedad de VARK Learn Limited (Christchurch, Nueva Zelanda), cuyas preguntas corresponden a la adaptación reportada por Fuentes et al. (2018).

Cuestionario apoyado en RED. El instrumento VARK-MM se caracteriza por integrar recursos digitales en sus contenidos y por enfocar sus preguntas en contextos educativos relevantes para los participantes. En este estudio se desarrollaron dos versiones: una para la asignatura de Base de Datos (VARK-MM1) y otra para Programación de Computadoras (VARK-MM2), ambas fundamentales en la Licenciatura en Sistemas Computacionales, disponible en:

<https://memoworkout.com/VARK/VARK-MM1/>

Cada cuestionario consta de 10 ítems con formato tipo Likert, cuyas opciones de respuesta van de “Nada” (1) a “Muchísimo” (6), respondiendo a la pregunta: “Por cada tipo de contenido, ¿qué tanto te gusta aprender del tema?”. Cada ítem se complementa con un texto relacionado al tema de estudio y se acompaña de recursos digitales alineados con las modalidades del modelo VALK. Para la modalidad visual se presentan imágenes con poco texto; para la modalidad de lectura/escritura, textos estructurados; para la auditiva,

solo audio sin texto; y para la kinestésica, actividades interactivas diseñadas en JClic, con el objetivo de favorecer experiencias significativas (Cervantes et al., 2017). Se permite una integración dinámica de recursos digitales, de forma que los contenidos se cargan conforme se avanza. Cada instrumento inicia con instrucciones generales y un video demostrativo. Al mostrar cada pregunta, se despliega un semáforo para preparar al participante, seguido de la presentación aleatoria de uno de los cuatro tipos de contenido por tema. Para continuar (>), es necesario seleccionar una opción, aunque es posible regresar (<) sin responder. En la Figura 1, se ilustra un ejemplo correspondiente al tema “Diccionario de Datos” de la materia Base de Datos. Al finalizar, las respuestas seleccionadas se suman para obtener un puntaje total por modalidad (rango de 10 a 60), el cual queda almacenado.

3.4 Procedimiento

Sensibilización. Se informó a los participantes sobre el objetivo del estudio, los resultados esperados, la dinámica de trabajo y el tiempo estimado para completar las actividades. Aquellos que aceptaron participar firmaron una carta de consentimiento informado, tras lo cual se les asignaron sus datos individuales de acceso.

Aplicación. El VALK tradicional se distribuyó mediante un formulario Google y los otros, mediante una plataforma digital. Las sesiones de aplicación se realizaron en salas de cómputo en diferentes momentos del semestre. Al inicio, se explicaba el propósito de la sesión, se verificaba el acceso con los datos asignados y se leían las instrucciones en voz alta. Los participantes podían levantar la mano para resolver dudas o indicar que habían finalizado, permaneciendo en sus lugares hasta el término de la sesión para minimizar distracciones. En la primera sesión se aplicó el cuestionario VALK a los 189 estudiantes, permitiéndoles seleccionar múltiples respuestas por ítem o dejar sin contestar, como indican Fuentes et al. (2018). En dos sesiones posteriores, se aplicaron los instrumentos desarrollados y aunque no había límite de tiempo, se informó que completar el VARK-MM tomaba en promedio 15 minutos, siendo respondido el primero por 149 estudiantes y el segundo por 129.

DICCIONARIO DE DATOS (Un Ejemplo)					
Tabla	Columna	Tipo de Datos	Tamaño	Descripción	Restricciones
Estudiantes	id_estudiante	NUM. ENTERO		Identificador único del estudiante	SECUENCIAL
Estudiantes	nombre	TEXTUAL	50	Nombre del estudiante	OBLIGATORIO
Estudiantes	fecha_nacimiento	FECHA		Fecha de nacimiento del estudiante	
Estudiantes	email	TEXTUAL	100	Correo electrónico del estudiante	NO REPETIBLE, OBLIGATORIO
Cursos	id_curso	NUM. ENTERO		Identificador único del curso	SECUENCIAL
Cursos	nombre_curso	TEXTUAL	100	Nombre del curso	OBLIGATORIO
Cursos	creditos	NUM. ENTERO		Número de créditos del curso	
Inscripciones	id_estudiante	NUM. ENTERO		Identificador del estudiante inscrito	
Inscripciones	id_curso	NUM. ENTERO		Identificador del curso en que se inscribió	
Inscripciones	fecha_inscripcion	FECHA		Fecha en que el estudiante se inscribió	
Inscripciones	calificacion	NUM. DECIMAL	5 y 2	Calificación obtenida en el curso	ENTRE 0 Y 100



Imagen



Audio

Diccionario de datos

Es una colección organizada de información sobre los datos por guardarse en la B. D. Generalmente, contiene por cada elemento y en formato tabular:

- Nombre de tabla
- Nombre de columna
- Tipo de dato
- Tamaño
- Descripción
- Restricciones

Es útil para asegurar que todos los usuarios y desarrolladores involucrados en el proyecto, tengan una comprensión coherente y precisa de los datos a manejar.

Nada
Muchísimo

Texto

Tamaño	Columna	Tipo de Datos	Descripción	Tabla	Restricciones
email	Estudiantes	Correo electrónico del estudiante	100	No repetible, obligatorio	TEXTUAL

Asocia lo de Arriba con lo de Abajo

Interactivo

Fig. 1. Ejemplo de un ítem: diccionario de datos.

Procesamiento de datos. Para el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) se utilizó el software Factor v22, reconocido por su enfoque especializado y su carácter de software libre (Lorenzo y Ferrando, 2013). Debido a la naturaleza ordinal y politómica de los ítems tipo Likert y a la ausencia de normalidad en los datos, se empleó una matriz de correlaciones policóricas (Lloret et al., 2017). La determinación del número de dimensiones se realizó mediante el análisis paralelo óptimo (Timmerman y Lorenzo, 2011) y se utilizó el método robusto de mínimos cuadrados no ponderados (RULS) para la extracción factorial. En el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), se calcularon las cargas factoriales y se evaluó el ajuste del modelo mediante los índices CFI, NNFI, GFI y RMSR. Para los demás análisis se usó el software SPSS v23; aplicándose la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, dado que los datos no seguían una distribución normal. El

tamaño del efecto y la potencia estadística de las comparaciones se calcularon con el software G*Power 3.1.

4 Resultados

4.1 VALK

Según los datos de elección por pregunta, la opción con mayor número de respuestas fue la correspondiente a “6. *Desea aprender un nuevo videojuego*”, mientras que la de menor preferencia fue “5. *Está planeando unas vacaciones para un grupo de personas y desearía la retroalimentación de ellos, sobre el plan*”. En cuanto a las proporciones generales de preferencia por canal sensorial, se observó mayor inclinación hacia las modalidades Auditiva (30.0%) y Kinestésica (27.9%), sin diferencias significativas entre ambas, seguidas por la Visual (25.1%) y, en último lugar, la modalidad de Lectura/Escritura (18.3%).

4.2 VARK-MM

Ambos instrumentos mostraron alta fiabilidad en todas las subescalas, con coeficientes alfa de Cronbach entre 0.847 y 0.956. Las correlaciones ítem-total fueron satisfactorias, y la eliminación de ítems no afectó significativamente la consistencia interna. La adecuación muestral fue confirmada mediante la prueba de esfericidad de Bartlett y el índice KMO (ambos > 0.846), con significancia estadística (χ^2 , gl = 45, $p < 0.01$) y medidas individuales superiores a 0.50 (Lorenzo y Ferrando, 2021), lo que respalda la validez del análisis factorial. El AFE reveló una estructura unidimensional en cada subescala, con varianza explicada desde 46.6% (subescala Visual en VARK-MM1) hasta 71.5% (en VARK-MM2). Las cargas factoriales promedio fueron mayores a 0.610 y en el AFC, ambos modelos mostraron ajustes globalmente adecuados. El VARK-MM1 presentó buenos valores de GFI (≥ 0.95), con CFI y NNFI aceptables (≥ 0.90) en dos subescalas, y adecuados (≥ 0.95) en las otras dos, aunque el RMSR fue mayor a 0.08 en tres subescalas, destacando un ajuste débil en la subescala 2. En contraste, el VARK-MM2 mostró un ajuste más sólido, con valores excelentes de GFI (≥ 0.99), CFI y NNFI (> 0.96) y RMSR dentro del rango aceptable (≤ 0.08) en todas sus subescalas.

4.3 VARK-MM1

En la evaluación de preferencias sensoriales del instrumento VARK-MM1, los temas con mayor aceptación promedio fueron “7. *Comandos DML en general*” en las modalidades Visual y Auditiva, y “3. *Tipos de cardinalidad*” en las modalidades de Lectura/Escritura y Kinestésica. Los temas con menor aceptación fueron “8. *Comandos*

DML de escritura” para Visual y Lectora, “*1. Etapas del diseño de una BD relacional*” para Auditiva, y “*2. Productos del diseño*”, para Kinestésica. Al calcular la proporción de preferencias, la modalidad Kinestésica obtuvo el mayor porcentaje (26.5%), seguida muy de cerca por Visual (25.5%) y Lectora (25.4%), sin diferencias significativas entre estas dos, mientras que la modalidad Auditiva presentó la menor preferencia (22.6%).

4.4 VARK-MM2

En este instrumento, los temas más valorados fueron “*10. Tipos de Variables*”, en las modalidades de Lectura/Escritura y Kinestésica; “*Propiedades de un Algoritmo*” en Visual, y “*7. Concepto de Variables*”, en Auditiva. Los temas menos preferidos fueron “*1. Ciclo FOR*” en las modalidades Visual, Auditiva y Kinestésica, y “*8. Contadores*” en Lectora. Al calcular la proporción de preferencias, resultaron en el siguiente orden descendente: Kinestésica (26.3%), Lectora (25.6%), Visual (25.1%) y Auditiva (23.1%).

4.5 Comparación de instrumentos

Se calculó la proporción de preferencia por modalidad para cada participante, dividiendo sus elecciones entre la suma total de las cuatro modalidades. En la comparación entre las preferencias del cuestionario VALK tradicional y las de los instrumentos VARK-MM1 y VARK-MM2, sólo se consideraron los participantes que completaron los tres instrumentos (ver Tabla 1). Se identificaron diferencias altamente significativas en las modalidades Auditiva y Lectora en los instrumentos nuevos. Los tamaños del efecto (*g* de Hedges) para la modalidad Auditiva fueron medianos en VARK-MM1 (0.642) y VARK-MM2 (0.698), mientras que para la modalidad Lectora se observaron efectos grandes en ambos casos (-0.996), según los criterios de Cohen (1988). Al comparar las medias por subescala entre instrumentos, con una muestra de 106 participantes, no se encontraron diferencias significativas, pero sí un ligero cambio de preferencia entre las modalidades Visual y Lectora.

5 Discusión de resultados

5.1 VALK

Las preguntas más seleccionadas (6, 8 y 12) estuvieron relacionadas con la satisfacción que experimentan los estudiantes al interactuar con dispositivos y entornos digitales, mientras que las menos elegidas (1, 4 y 5) podrían implicar cierto grado de compromiso social. En cuanto a las modalidades, las respuestas auditivas se vincularon con la recepción o emisión de indicaciones, especialmente cuando provienen de personas de confianza. Las elecciones kinestésicas reflejaron preferencia por actividades que involucran el desarrollo de destrezas prácticas.

Tabla 1. Comparación de proporciones de preferencias por canal

VALK			VARK-MM1		Diferencia	
(n=135)						
Canal	Media	D.E.	Media	D.E.	Z	p
Visual	0.254	0.096	0.254	0.032	-0.348	0.728
Auditivo	0.294	0.104	0.226	0.043	-6.572	<.001
Lector	0.177	0.075	0.257	0.030	-8.382	<.001
Kinestésico	0.275	0.097	0.263	0.035	-1.455	0.146

VALK			VARK-MM2		Diferencia	
(n=110)						
	Media	D.E.	Media	D.E.	Z	p
Visual	0.248	0.095	0.252	0.019	-0.717	0.473
Auditivo	0.302	0.103	0.227	0.046	-6.384	<.001
Lector	0.183	0.076	0.258	0.021	-7.442	<.001
Kinestésico	0.268	0.102	0.264	0.038	-0.212	0.832

En la modalidad visual, las preguntas más populares se asociaron con el uso de videos o imágenes como apoyo al aprendizaje. Por último, las preferencias en la modalidad lectora/escritora se centraron en tareas que implican lectura cuidadosa o redacción detallada.

5.2 VARK-MM

Conforme al resultado del análisis estadístico, con un Alfa de Cronbach mayor a .846, una varianza explicada mínima por lo menos de 46.6% y con cargas factoriales promedio mayores a .610; se respalda la confiabilidad y validez de ambos instrumentos, aunque algunas subescalas podrían requerir ajustes para mejorar su ajuste factorial en el AFC. El cambio en el orden de preferencias entre las modalidades Visual y Lectora entre VARK-MM1 y VARK-MM2 (ver Tabla 1) podría atribuirse a factores como el tiempo transcurrido entre aplicaciones y la percepción de los contenidos. En VARK-MM2, los textos fueron

mejor valorados que las imágenes, probablemente debido a su mayor organización y claridad, a pesar de su extensión. Además, la naturaleza de los temas de programación en este instrumento pudo favorecer la preferencia por contenidos escritos, ya que la lectura detallada es clave para comprender la sintaxis, mientras que los elementos visuales no siempre ofrecían suficiente detalle.

5.3 VALK vs. VARK-MM

La comparación entre los instrumentos (ver Tabla 1) evidenció una disminución en la preferencia por la modalidad auditiva y un incremento en la lectora, con tamaños de efecto moderado y grande, respectivamente. Las muestras utilizadas ($n = 135$ y 110) resultaron adecuadas, superando el umbral del 80% de potencia estadística. La menor preferencia por la modalidad auditiva podría atribuirse a la complejidad de los temas abordados, como bases de datos y programación, los cuales requieren apoyos visuales o prácticos para su comprensión. El audio, como único recurso, puede resultar limitado o incluso agotador para los estudiantes. En contraste, el aumento en la preferencia lectora en los nuevos instrumentos se relaciona con la claridad, organización y lenguaje accesible de los contenidos, lo que facilitó su comprensión, especialmente entre estudiantes con menor dominio del tema. La lectura también les permitió avanzar a su propio ritmo y revisar la información según sus necesidades.

6 Conclusiones

El presente estudio permitió comparar la identificación de preferencias sensoriales mediante el cuestionario VALK tradicional y una propuesta digital interactiva basada en Recursos Educativos Digitales (VARK-MM), diseñada con contenidos contextualizados a materias específicas.

Los hallazgos confirman que los instrumentos digitales no solo presentan una alta confiabilidad y validez psicométrica, sino que también ofrecen una experiencia más significativa para los estudiantes, al integrar formatos visuales, auditivos, textuales e interactivos vinculados a temas académicos relevantes. Se observaron diferencias significativas entre ambos enfoques, destacando una menor preferencia por la modalidad auditiva y un incremento por la modalidad lectora en los instrumentos digitales, lo cual puede atribuirse a la claridad, organización y pertinencia de los textos utilizados. Asimismo, la modalidad kinestésica mantuvo un alto nivel de aceptación en ambos cuestionarios, lo que refuerza la necesidad de incorporar actividades prácticas e interactivas en el diseño de recursos educativos. Los resultados sugieren que adaptar los instrumentos de medición a los contextos disciplinares y a los entornos tecnológicos actuales, mejora la experiencia de los estudiantes y proporciona información más precisa sobre sus preferencias sensoriales.

Referencias

- Aguilar Juárez, I., Alejo Saldívar, V. A. y Ayala de la Vega, J. (2020). “Desarrollo de objetos de aprendizaje para el aprendizaje de las estructuras de datos”, *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, vol. 6(1), pp. 42–55.
- Brown, P. C., Roediger, H. L., y McDaniel, M. A. (2014). *Make it stick: The science of successful learning*. Harvard University Press.
- Cepero Ruíz, Y. y Pérez Pino, M. (2022). “Elección, diseño y evaluación de RED: Guía metodológica para la disciplina de Historia de Cuba”, *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, vol. 15, pp. 17-31.
- Cervantes, A. P., Tovar, M., Contreras, M., Bello, P., y Martínez, B. E. (2017). “Realidad aumentada para la enseñanza de repositorios de información para alumnos kinestésicos”. *Pistas Educativas*, vol. 125, pp. 69-82.
- Collazo Fuentes, M., Veytia Bucheli, M. G. y Rivera Alejo, F. J. (2023). “Uso de recursos digitales y uso del mapa mental para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes universitarios”, *Revista digital FILHA*, vol. 29.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Lawrence Earlbaum Associates.
- Dunn, R., y Dunn, K. (1993). *Teaching secondary students through their individual learning styles: Practical approaches for grades 7-12*. Allyn y Bacon.
- Fernández, E. B., y Narváez, O. M. (2021). “The Learning Styles of Pre-service Teachers”. *CIEX Journal*, vol.13, pp.31-41.
- Figueroa Morán, G. L., Paladines Morán, J. P. y Paladines Morán, J. N. (2020). “Los recursos digitales y su impacto en el desarrollo de la capacidad de análisis de los estudiantes universitarios”, *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, vol. 4, pp. 43-54.
- Fleming, N. D. (2012). *Facts, Fallacies and Myths: VARK and Learning Preferences*. Recuperado de: <http://vark-learn.com/wp-content/uploads/2014/08/Some-Facts-About-VARK.pdf>
- Fleming, Neil. D. y Mills, Colleen (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. To Improve the Academy: *A Journal of Educational Development*, vol. 11, pp.137-155.
- Fuentes., J. L., Fuquen, L. E. y Martínez, D. A. (2018). *Relación entre canal perceptual, habilidad cognitiva y desempeño académico en los programas de pregrado de la Fundación Universitaria Los Libertadores* [Tesis de maestría inédita, Fundación Universitaria Los Libertadores].
- Hawk, T. F., y Shah, A. J. (2007). Using learning style instruments to enhance student learning. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, vol.1, pp.1-19.
- Leite, Walter L., Svinicki, Marilla y Shi, Yuying (2010). “Attempted validation of the scores of the VARK: Learning styles inventory with multitrait–multimethod confirmatory factor analysis models”. *Educational and Psychological Measurement*, vol. 2, pp. 323-339.
- Lloret, S., Ferreres, Adoración, A., y Tomás, I. (2017). “The exploratory factor analysis of items: Guided analysis based on empirical data and software”. *Anales de psicología*, vol. 2, pp. 417–432.
- Lorenzo, U., y Ferrando, P. J. (2013). “Factor 9.2: A comprehensive program for fitting exploratory and semiconfirmatory factor analysis and IRT models”. *Applied Psychological Measurement*, vol. 6, pp. 497–498.
- Lorenzo, U., y Ferrando, P. J. (2021). MSA: “The forgotten index for identifying inappropriate items before computing exploratory item factor analysis”. *Methodology*, vol. 4, pp. 296-306.

- Manrique-Losada, M, Zapata Cárdenas, M. I. y Arango Vásquez, S. I. (2020). “Entorno virtual para cocrear recursos educativos digitales en la educación superior”, *Campus Virtuales*, vol. 9(1), pp. 101-112.
- Morales-Velasco, R. A. (2020). “Diseño de recursos educativos digitales: estudio de caso de experiencias de docentes”, *Revista de Educación y Desarrollo*, vol. 53.
- Ortega, E., Solaz, J.J., y Sanjosé, V. (2020). “Preferencias Sensoriais Vark De Alunos De Ensino Médio Na Aprendizagem De Ciências: Eles São Confiáveis?” *Periódico Tchê Química*, vol. 36, pp. 440.
- Timmerman, M. E., y Lorenzo, U. (2011). “Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis”. *Psychological methods*, vol. 2, pp. 209.
- Tomić, D., Rastovski, D., y Ćurić, M. (2023). “Exploring the VARK model: a review of the validity and reliability of the questionnaire and its relationship to learning outcomes”. In *12th International Scientific Symposium Region, Entrepreneurship, Development*, pp.780-795.
- Urbina Nájera, A. B. (2019). “Estrategia tecnológica para mejorar el rendimiento académico universitario”, *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, vol. 56, pp. 71-93.
- Willingham, D. T., Hughes, E. M., y Dobolyi, D. G. (2015). “The scientific status of learning styles theories”. *Teaching of Psychology*, vol. 3, pp. 266-271.
- Wong, J. S. y Chin, K. C. (2018). “Reliability of the VARK questionnaire in Chinese nursing undergraduates”. *US-China Education Review*, vol. 8, pp. 332-340.

Capítulo 8

Sistema de retroalimentación háptica en un recurso educativo enfocado en la práctica y entrenamiento del pulso

Edgar Serrano Pérez, Anabelem Soberanes Martín, Mónica Celis Guzmán

Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco; C.P. 56615, México

eserranop_s@uaemex.mx, asoberanesm@uaemex.mx, mcelisg@uaemex.mx

Resumen. En este trabajo se presenta un recurso educativo interactivo dentro del área del cuidado y prevención de la salud, enfocado en la temática de signos vitales y en particular destinado al entrenamiento del pulso. Se desarrolló una aplicación de Realidad Virtual en la Web, la cual se visualizan objetos virtuales tridimensionales que fueron integrados de tal forma de representar el proceso de flujo de sangre a través de una vena. El ritmo del pulso es regulable dinámicamente por el usuario en tiempo real, con lo que se puede modificar directamente en la aplicación el ritmo de contracción y expansión del objeto virtual animado. Como medio de reforzamiento de la información visual, se agregó un micromotor vibrador, controlado mediante una tarjeta con microcontrolador, la cual representa el ritmo del pulso de la animación dentro la aplicación, además se sincroniza con un sistema de retroalimentación háptica que el usuario percibe al estar en contacto con el micromotor. El recurso educativo es accesible y de bajo costo, además de que se visualiza su potencial para ser adaptado y actualizado a fin de atender temáticas consecuentes en el campo de la enfermería, como lo son múltiples síndromes, arritmias y trastornos cardíacos.

Palabras clave: pulso, enfermería, educación, realidad virtual, retroalimentación háptica, microcontrolador.

1. Introducción

La emergencia de COVID 19 trajo consigo múltiples transformaciones en la vida cotidiana de las personas, incluido el campo de la educación, siendo uno de los más afectados por las nuevas dinámicas y estrategias de enseñanza y aprendizaje. Gran parte de los procesos educativos fueron trasladados hacia ambiente virtuales, incrementado la necesidad de contar con recursos educativos disponibles para ser utilizados en línea, a efecto de que los estudiantes continuaran con su formación en casa y en formato a distancia

(Hoofman y Secord, 2021; Svihus, 2024). Otra de las características importantes observadas durante la pandemia, fue el evidente déficit de recursos humanos enfocados en el área de la salud, medicina y la enfermería, con capacidad para atender a los pacientes que se incrementaron de forma exponencial en el tiempo. De esta manera, existe una creciente necesidad de generar recursos educativos, principalmente que integren efectos hápticos a fin de fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de distintas temáticas relacionadas con el área del cuidado y prevención de la salud (Kuhail et al, 2024).

Es importante recordar que gran parte del adiestramiento y capacitación de dicha área se realiza en simuladores (Lelevé et al, 2020), donde el estudiante percibe la reacción de los pacientes como medio que le permite tomar decisiones en favor de la preservación de la salud (Mangalote et al, 2024). Este proceso se lleva a cabo a fin de desarrollar competencias y experiencia previa con el objetivo de contar con el conocimiento necesario para actuar de la mejor manera posible en escenarios reales, tanto en exploraciones ordinarias o ante cualquier emergencia. Por su parte, la percepción háptica es un medio de reforzamiento de la información audio visual que se le presenta a un estudiante del área la salud, permitiéndole constatar lo observado y escuchado con relación directa al movimiento de los objetos animados en los que está focalizando su atención. En este sentido, las tecnologías de Realidad Virtual han adquirido popularidad dentro de la comunidad académica dedicada a la educación en el área de la salud (Sung et al, 2024), ya que se trata de una tecnología que permite la visualización e interacción con objetos virtuales a través de sistemas electrónicos como pantallas de computadora y teléfonos celulares. En particular, en el área de la enfermería, se realiza el adiestramiento de personal con el objetivo de realizar la toma de signos vitales, una de las prácticas fundamentales que los profesionales de la salud realizan en un primer contacto con los pacientes. La temperatura, frecuencia respiratoria, el pulso y la presión arterial son un indicativo inicial sobre el estado de salud de cualquier ser vivo (Sapra et al, 2023).

La toma de pulso radial y el carotideo son los sitios más frecuentes para la exploración de los pacientes, por lo que este trabajo se ha destinado al desarrollo de una aplicación de Realidad Virtual que permita el control de la visualización dinámica del pulso, mediante una representación tridimensional que se comunica con una tarjeta con microcontrolador, a fin de proveer una experiencia de aprendizaje multimodal, donde la interacción háptica en forma de vibración se realiza en sincronía con la animación del pulso que el usuario puede visualizar y controlar en tiempo real. En el apartado 2 del presente escrito, se describen las etapas de análisis y diseño del recurso educativo, focalizando la atención en la persecución de los objetivos alineados con la temática de pulso que se aborda en la temática de signos vitales. En la sección 3 se describen las fases de desarrollo e implementación, focalizando la atención en la descripción de los elementos virtuales interactivos, así como detalles que permiten verificar el funcionamiento del mismo. La sección 4 se ha destinado a la descripción de los resultados y la discusión. Finalmente, en la sección 5 se describen las conclusiones y el trabajo presentado termina con la lista de referencias que sustentan el presente trabajo.

2. Análisis y diseño

La toma de signos vitales es una actividad fundamental en la práctica de la enfermería, ya que brinda un panorama del estado actual de salud de un paciente. Particularmente la toma del pulso requiere la práctica y el entrenamiento de habilidades motrices, las cuales incluyen la identificación del lugar indicado donde se colocan los dedos índice y medio sobre la arteria radial en la muñeca del paciente, la percepción del patrón de pulsaciones, así como la correcta sincronía de tiempo utilizando un reloj o cronómetro. Todo esto se realiza con el objetivo de contabilizar el número de pulsos que ocurren durante sesenta segundos y registrar el número de pulsaciones del paciente. Con el resultado, se determina alguno de los escenarios posibles en lo que se encuentra el paciente en un primer contacto a fin de identificar si se requiere atención adicional o cuidados de emergencia. Al contar y registrar el número de latidos por minuto (lpm), se pueden clasificar entre la bradicardia (< 60 lpm) (Mangrum y DiMarco, 2000), un patrón de pulso normal (60 – 100 lpm) o la taquicardia (>100 lpm) (Brasel et al, 2007). En este sentido, el recurso educativo ha sido diseñado con la premisa de perseguir los siguientes objetivos:

- Identificar los patrones visuales de ritmo del pulso en una muñeca utilizando como guía la animación dinámica de la aplicación de Realidad Virtual.
- Percibir los patrones de retroalimentación háptica en forma de vibración que se efectúa en sincronía con los patrones visuales de la animación.
- Determinar los latidos por minuto utilizando un cronómetro y la animación visual con retroalimentación háptica.
- Establecer una de las clasificaciones del ritmo cardíaco de acuerdo al patrón de ritmo seleccionado.

Es de resaltar que el recurso educativo presentado, fomenta el desarrollo de habilidades prácticas, ya que requiere la aplicación de los conceptos teóricos en un simulador virtual que además provee información de tipo háptica con el formato de patrones de vibración, estimulando y reafirmando la información que percibe de forma gráfica y visual en tiempo real a través de la interacción humano-computadora.

3. Desarrollo e implementación

La aplicación de Realidad Virtual en la Web desarrollada, muestra una figura tridimensional que integra 3 elementos virtuales con geometrías primitivas, como lo son 2 esferas y 1 cilindro, todas ellas de color rojo, ubicadas con el objetivo de simular el

comportamiento de expansión y contracción de una vena por donde pasa el flujo de sangre, en analogía a la situación presente en la muñeca de una persona. Únicamente las esferas cuentan con un efecto de animación, por lo que el cilindro tridimensional permanece estático dando un contexto a la situación. En la pantalla se agregó un botón con fondo en color azul, el cual al ser presionado permite seleccionar el puerto serie a través del cual se conecta la tarjeta tipo Arduino Uno. Debajo del botón de conexión, se muestra un controlador deslizable, el cual permite el control del tiempo que contrala el ritmo de pulsación hacia el dispositivo háptico. Debajo del controlador deslizable se colocó un objetivo visualizador del tiempo seleccionado en milisegundos, tal y como se observa en la Fig. 1.

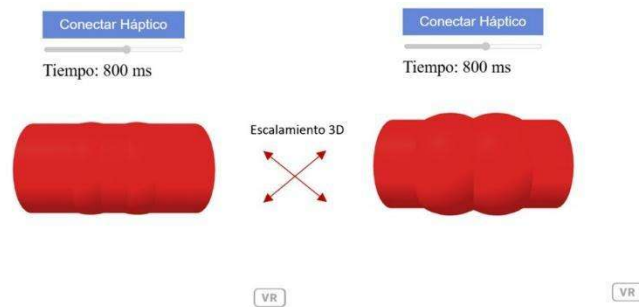


Fig. 1. Representación con figuras 3D de una vena y su animación de expansión y contracción de forma análoga con el paso del flujo sanguíneo.

Al presionar el botón “Conectar Háptico” aparece en el navegador una ventana que permite seleccionar el puerto de conexión con la tarjeta tipo Arduino Uno, al seleccionar el puerto y dar clic en “Conectar” y lograr establecer la comunicación con la tarjeta con microcontrolador, el botón cambia a un color verde, lo que también habilita el controlador del tipo deslizable, con el objetivo de poder regular el tiempo de las pulsaciones, tanto en el objeto tridimensional como en el micromotor de vibración. Una vez conectado inicia la sincronización de la animación con el micromotor. La aplicación envía continuamente el valor de tiempo seleccionado con el deslizador por el puerto serial, la tarjeta con microcontrolador realiza la lectura de dicho valor, a fin de ajustar el tren de pulsos que controla la activación del micromotor. Este proceso confirma que tanto la aplicación de Realidad Virtual como el dispositivo de retroalimentación háptica se comunican entre sí, es decir, se ha logrado la integración de software con el hardware de forma exitosa. En caso de que no se haya podido establecer la comunicación, el botón cambia a color rojo, por lo que es necesario recargar el portal de la página, para lo cual se utilizó Glitch y el navegador Edge, con el objetivo de volver a intentar la conexión, tal y como se observa en la Fig. 2.

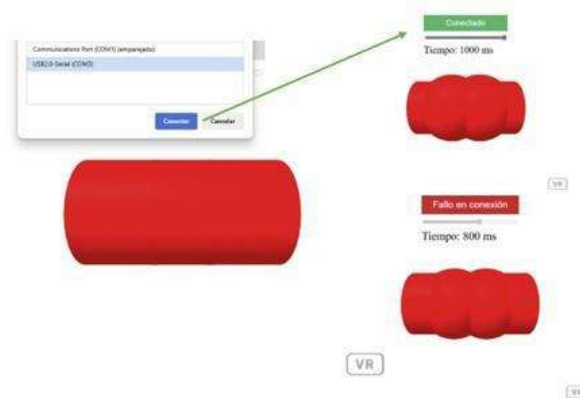


Fig. 2. Habilitación de la comunicación entre la tarjeta tipo Arduino Uno y la aplicación de Realidad Virtual en la Web.

Una vez que ha sido posible establecer la conexión entre el navegador y la tarjeta tipo Arduino Uno, se habilita el ajuste mediante el control por deslizador para los diferentes tiempos de pulsación, por ejemplo, al seleccionar un tiempo de 500 ms se obtienen 2 pulsaciones por segundo, es decir 120 pulsos por minuto, de forma análoga al seleccionar un tiempo de 1000 ms se obtiene 1 pulsación por segundo, es decir 60 pulsos por minuto. El controlador deslizante tiene efecto tanto en la animación de expansión y contracción de las esferas tridimensionales como en el ritmo de las pulsaciones físico que se perciben de forma manual al tener contacto entre los dedos de la mano y la estructura del micromotor de vibración.

El recurso educativo con retroalimentación háptica que permite la representación física de la pulsación, consta de un microcontrolador embebido en una tarjeta tipo Arduino y un módulo que contiene un micromotor vibrador de bajo costo. Se trata de un módulo que tiene únicamente 3 terminales, un pin se utiliza para la alimentación de 5 Volts, un pin se utiliza como pin de Tierra y el tercer pin corresponde con la entrada de la señal de control digital. La alimentación hacia el módulo de vibración se realiza directamente con la tarjeta tipo Arduino Uno y la señal de control se conecta al pin digital 3. Se trata de una configuración sumamente accesible en cuanto su amplia disponibilidad y bajo costo en múltiples tiendas de electrónicos, por lo que su implementación es factible incluso para aquellos alumnos que cuentan con poca experiencia en la conexión de circuitos eléctricos, por lo que es atractiva para fines educativos y académicos en el ámbito de la medicina y la enfermería, como se aprecia en la Fig. 3.

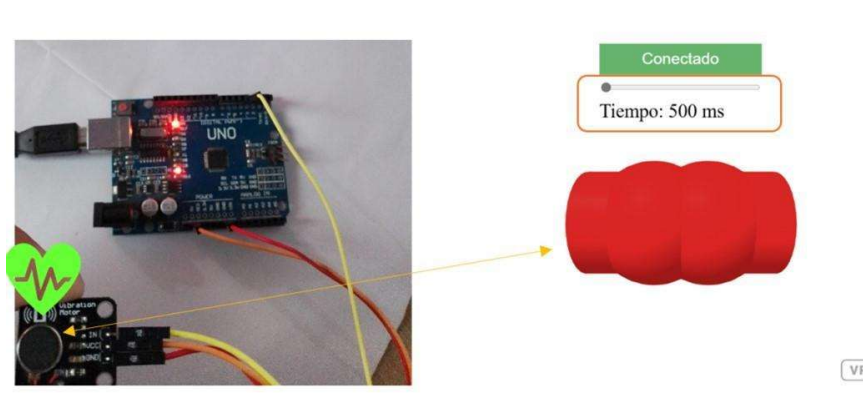


Fig. 3. Comunicación entre la aplicación de Realidad Virtual y la tarjeta con microcontrolador.

Con el objeto de aprendizaje desarrollado, se espera lograr un fortalecimiento del proceso educativo destinado hacia la temática de signos vitales, y en particular con el pulso, ya que favorece la visualización de un modelo tridimensional que es dinámico e interactivo en tiempo real, con la retroalimentación háptica que se percibe al establecer contacto físico con el micromotor de vibración, obteniendo un simulador interactivo que docente o estudiante puede manipular y controlar en cualquier momento.

4. Resultados y discusión

Los simuladores en forma de maniquí son ampliamente utilizados en áreas como la medicina y la enfermería, con el objetivo de brindar a los estudiantes, herramientas destinadas a su educación y capacitación (Kabuk et al, 2024). Cuentan con grandes ventajas, como la recreación de eventos y situaciones dentro del amplio espectro de manifestaciones y padecimientos clínicos, así como la presentación de signos vitales y la preparación de eventos como cirugía e intervenciones de emergencia. Este proceso permite tanto a docentes como estudiantes la focalización de distintas temáticas de forma aproximada con los eventos que pueden suceder en un ambiente real. Con los recientes avances tecnológicos, los simuladores clínicos en forma de maniquís incrementan paulatinamente su capacidad de realismo, sin embargo, una de las principales barreras que limitan su uso en espacios académicos del sector público es el alto costo que representa su adquisición (Meguerdichian, 2021). Además, se debe de considerar que con el paso del tiempo la obsolescencia de los dispositivos simuladores trae consigo un rezago tecnológico, dado que las tecnologías propias de los simuladores en muchas ocasiones dificultan su actualización y adaptación, tanto en la parte de software como de hardware. Esta situación remarca la necesidad del desarrollo de tecnología educativa destinada a la

capacitación y entrenamiento en el área médica y de enfermería, con dispositivos que sean de bajo costo (Johnson et al, 2021), adaptables y actualizables con diversos enfoques y temáticas del área médica y de enfermería.

Bajo este contexto, en el presente trabajo se realizó la integración de tecnología háptica en forma de vibración que se vincula con una aplicación de Realidad Virtual en la Web, de forma que ha sido posible contar con un dispositivo que simula el proceso de representación del pulso. En un primer plano, se visualiza gráficamente a través de un modelo tridimensional que cuenta con una animación de los procesos de expansión y contracción en una vena, proceso que puede ser regulado en tiempo real y de forma dinámica a través de elementos virtuales que controlan la tasa de pulsos por segundo. Con el sistema háptico implementado, se reproduce una aproximación a la sensación que se percibe con los dedos de la mano referente a la palpación del flujo sanguíneo, proceso necesario para la contabilización de los pulsos en la muñeca de un paciente, y que se representa en forma de un tren de pulsos de vibración. La palpación se encuentra sincronizada en el tiempo con la animación en la aplicación de Realidad Virtual en la Web, añadiendo realismo e inmersión en la escena, como un medio que reafirma el comportamiento visual con la percepción física del patrón de pulsaciones. De esta manera, el dispositivo háptico será utilizado como un recurso educativo complementario en los alumnos, enfocado en la práctica mediante un simulador, a fin de puedan definir distintos patrones de vibraciones y con la percepción física identificar las distintas alteraciones en la frecuencia cardíaca que se pueden presentar en una persona.

5. Conclusiones

Se ha diseñado e implementado un recurso educativo con retroalimentación háptica, desarrollado mediante la integración de una aplicación de Realidad Virtual en la Web y un sistema compuesto por una tarjeta Arduino Uno y un micromotor de vibración. Este recurso está orientado a fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje del pulso cardíaco, contenido temático incluido en el estudio de los signos vitales dentro del área de Enfermería. Se planea la utilización y evaluación del recurso educativo por parte de alumnos de la carrera licenciatura en Enfermería, a fin de conocer la percepción estudiantil en cuanto a usabilidad del recurso educativo, con el objetivo de determinar, por ejemplo, en qué medida la aplicación es útil y fácil de utilizar.

El potencial educativo del este recurso es sumamente amplio, ya que en un futuro se visualiza la adaptación y actualización del software con el objetivo de abordar temáticas más especializadas como por ejemplo la visualización y percepción de síndromes, distintos patrones de arritmias y diversos trastornos cardíacos con fines educativos, los cuales pueden ser implementados mediante el recurso educativo aquí presentado y que se explorará en un futuro próximo.

Reconocimientos

Se reconoce al programa de Becas Posdoctorales por México, así como el programa SNII. Se utilizó la herramienta ChatGPT como asistencia en la generación del código de programación, los autores han verificado y adaptado los resultados obtenidos.

Referencias

- Brasel, K. J., Guse, C., Gentilello, L. M., y Nirula, R. (2007). "Heart rate: is it truly a vital sign?". *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 62(4), pp. 812-817.
- Hoofman, J., y Secord, E. (2021). "The effect of COVID-19 on education". *Pediatric Clinics of North America*, 68(5), 1071. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2021.05.009>
- Johnson, A., Cupp, G., Armour, N., Warren, K., Stone, C., Lee, D., Gilbert, N., Hammong, C., Moore, J., y Kang, Y. (2021). "An inexpensive cardiovascular flow simulator for cardiac catheterization procedure using a pulmonary artery catheter". *Frontiers in Medical Technology*, 3, 764007.
- Kabuk, A., Taşçı, S. M., Türkoğlu, İ., Göktaş, S., y Şendir, M. (2024). "Comparison of the Effects of Haptic Virtual Versus High-Fidelity Simulations on Knowledge, Skills and Satisfaction of Nursing Students in Cardiopulmonary Resuscitation Training". *Clinical Simulation in Nursing*, 94, 101586.
- Kuhail, M. A., Berengueres, J., Taher, F., y Al Kuwaiti, M. (2024). "Exploring the Role of Haptic Technology in Healthcare". *Advances, Applications and the Future of Haptic Technology*, pp. 15-28. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70588-5_2
- Lelevé, A., McDaniel, T., y Rossa, C. (2020). "Haptic training simulation". *Frontiers in Virtual Reality* 1, 3 (2020). <https://doi.org/10.3389/frvir.2020.00003>
- Mangalote, I. A. C., Aboumarzouk, O., Al-Ansari, A. A., y Dakua, S. P. (2024). "A comprehensive study to learn the impact of augmented reality and haptic interaction in ultrasound-guided percutaneous liver biopsy training and education". *Artificial Intelligence Review*, 57(7), 186. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10791-6>
- Mangrum, J. M., y DiMarco, J. P. (2000). "The evaluation and management of bradycardia". *New England Journal of Medicine*, 342(10), pp. 703-709. <https://doi.org/10.1056/NEJM200003093421006>
- Meguerdichian, D. A. (2021). "Mannequin simulators". *Comprehensive Healthcare Simulation: Emergency Medicine*, pp. 123-144.
- Sapra, A., Malik, A., y Bhandari, P. (2023). "Vital sign assessment". <http://europepmc.org/abstract/MED/31985994>
- Sung, H., Kim, M., Park, J., Shin, N., y Han, Y. (2024). "Effectiveness of virtual reality in healthcare education: Systematic review and meta-analysis". *Sustainability*, 16(19), 8520. <https://doi.org/10.3390/su16198520>
- Svihus, C. L. (2024). "Online teaching in higher education during the COVID-19 pandemic". *Education and Information Technologies*, 29(3), pp. 3175-3193. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11971-7>

Capítulo 9

Desarrollo de un *chatbot* educativo para la enseñanza aprendizaje de matemáticas en nivel medio superior

Aldair Rufino Toribio Olmedo¹, Marco Alberto Mendoza Pérez¹, Cristina Juárez Landín¹,
José Ramon Silverio García Ibarra²

¹ Universidad Autónoma del Estado de México/Centro Universitario Valle de Chalco/Maestría
en Ciencias de la Computación

² Universidad Autónoma del Estado de México/Centro Universitario Nezahualcóyotl

atoribio001@alumno.uaemex.mx, mamendozap@uaemex.mx,
cjuarezl@uaemex.mx, jrgarciai@uaemex.mx

Resumen. Este artículo presenta el proceso de diseño, desarrollo y evaluación de un chatbot educativo dirigido a personas que requieren acreditar el nivel medio superior a través del examen Acredita-Bach. La investigación se centra en la integración de métodos de desarrollo de inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural (NLP) y con LSTM bidireccional; mejorando la capacidad del modelo para capturar patrones temporales en datos complejos y un mecanismo de atención para facilitar un aprendizaje interactivo y personalizado, el diseño del chatbot se basa en una arquitectura modular que garantiza escalabilidad y precisión en las respuestas. Los temas abordados corresponden al temario oficial de Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior en México (CENEVAL) en el área de matemáticas, asegurando que las respuestas proporcionadas sean claras, estructuradas y alineadas con los criterios de evaluación del examen. Durante su desarrollo, se implementaron algoritmos avanzados de análisis de intenciones y generación de respuestas dinámicas, combinando modelos de NLP con bases de conocimiento estructuradas. Para evaluar su desempeño se llevaron a cabo pruebas funcionales, de usabilidad y rendimiento replicando escenarios reales de interacción con los usuarios. Los resultados preliminares indican que el chatbot contribuye significativamente a la comprensión de conceptos matemáticos y motiva a los estudiantes a practicar de manera autónoma. Se concluye que la incorporación de chatbots en entornos educativos representa una estrategia innovadora y efectiva para reforzar el aprendizaje de matemáticas y mejorar la preparación del examen Acredita-Bach.

Palabras clave: *Chatbot*, Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), Seq2Seq.

1. Introducción

En el diseño de chatbots educativos para matemáticas, no basta con asegurar la funcionalidad técnica; es fundamental que el sistema se adapte a las necesidades de los estudiantes ofreciendo una experiencia interactiva, intuitiva y centrada en el usuario. Según Ascencio (2019), un diseño eficaz debe considerar la facilidad de uso, la interacción, la resolución de problemas y la retroalimentación, así como un análisis profundo de las dificultades que enfrentan los estudiantes en esta área.

Este proyecto presenta un chatbot basado en inteligencia artificial diseñado para responder preguntas matemáticas en lenguaje natural. Utiliza una arquitectura seq2seq con LSTM bidireccional y un mecanismo de atención; lo que mejora la comprensión contextual y la generación precisa de respuestas (Beltrán & Mojica, 2020).

El modelo fue entrenado con ejemplos automatizados sobre temas como álgebra, geometría, proporciones y funciones. A través de procesos de tokenización y secuenciación, y mediante un servicio de inferencia el sistema convierte entradas en secuencias numéricas para generar respuestas precisas. Esto no solo optimiza la resolución de preguntas, sino que permite una implementación escalable en plataformas educativas personalizadas.

Los apartados de este documento se estructuran de la siguiente manera: la Sección 2 describe el proceso de diseño y la arquitectura seleccionada para el desarrollo del chatbot, la Sección 3 presenta detalles sobre las librerías utilizadas, la metodología de desarrollo, el resultado final del producto y el despliegue de la aplicación. Finalmente, las conclusiones se encuentran en la Sección 4.

2. Diseño

La arquitectura del sistema se basa en principios de procesamiento de lenguaje natural (NLP) y aprendizaje profundo, específicamente adaptados al ámbito de la educación matemática. Se implementa un enfoque híbrido que combina modelos secuenciales con mecanismos de atención optimizados para generar explicaciones claras y contextualizadas. Se optó por una arquitectura secuencia-a-secuencia (Seq2Seq) con codificador y decodificador basados en LSTM bidireccional, dada la naturaleza secuencial del razonamiento matemático. Según Ardila (2024), este tipo de modelos es ideal para:

- I. Preservación del orden temporal: Las operaciones matemáticas deben seguir una secuencia lógica que afecta directamente el resultado. El modelo Seq2Seq respeta este orden al procesar las entradas de manera secuencial.
- II. Mapeo variable entre entrada y salida: Las preguntas matemáticas pueden ser breves y las respuestas extensas o viceversa. La arquitectura Seq2Seq permite manejar esta asimetría gracias a su capacidad para generar salidas de longitud variable.

- III. Contexto global: La comprensión de conceptos matemáticos frecuentemente requiere mantener en memoria los elementos mencionados anteriormente. La arquitectura implementada facilita esta retención de información a través de sus componentes recurrentes.

El modelo Secuencia-a-Secuencia (Seq2Seq) opera bajo una arquitectura de codificación y decodificación basada en aprendizaje profundo. Esta estructura, ampliamente empleada en tareas de generación de texto y procesamiento de lenguaje natural permite transformar una secuencia de entrada en una salida coherente. Según Muñoz, Alonso & Marqués (2019), este enfoque favorece la comprensión contextual y la generación de respuestas estructuradas a partir de información secuencial.

2.1 Análisis de componentes arquitectónicos

La representación vectorial densa permite capturar relaciones semánticas entre términos matemáticos superando las limitaciones de los modelos one-hot. Se optó por una dimensionalidad de embedding de 256 tras comparar su desempeño con valores de 128 y 512. Según Torres & Arco (2016), los espacios vectoriales semánticos mejoran la representación de conceptos especializados. Esta elección ofreció un equilibrio entre precisión semántica, eficiencia computacional y capacidad de generalización.

2.2 Capas LSTM bidireccionales

La incorporación de LSTM bidireccionales en el modelo responde a particularidades del lenguaje matemático. Según Montanés, Del Hoyo & Aznar (2018), estas redes son especialmente útiles por tres razones:

- Dependencias bidireccionales: En matemáticas elementos posteriores pueden alterar la interpretación de los anteriores (como paréntesis, operadores o subíndices).
- Mitigación del desvanecimiento del gradiente: Las memorias internas de LSTM permiten conservar información relevante en secuencias largas, lo cual es crucial en problemas complejos.
- Arquitectura en capas: Se implementaron dos capas; una bidireccional para capturar patrones locales desde ambos sentidos de la secuencia y otra unidireccional que integra el contexto y genera representaciones más abstractas.

El número de unidades por capa (256) fue determinado experimentalmente buscando un equilibrio entre expresividad y prevención del sobreajuste.

2.3 Mecanismo de atención

La incorporación del mecanismo de atención representa una innovación en el diseño particularmente relevante para el dominio matemático:

- I. Atención selectiva: Permite al modelo enfocarse dinámicamente en partes específicas de la consulta durante la generación de cada elemento de la respuesta, crucial para explicaciones paso a paso.

- II. La implementación técnica del sistema utiliza un mecanismo de atención aditiva (también conocida como atención de Bahdanau), que calcula los pesos de atención mediante la siguiente formulación (Juárez, 2022):

$$\alpha_{ij} = \frac{\exp(e_{ij})}{\sum_{k=1}^{T_x} \exp(e_{ik})}$$

En el modelo propuesto el mecanismo de atención es esencial para identificar las partes más relevantes de la entrada durante la generación de texto, mejorando la comprensión contextual (Arana, 2021). Este cálculo se basa en la puntuación de alineamiento e_{ij} que representa la relación entre la posición de salida i y la posición de entrada j que relaciona cada posición de entrada con la de salida mediante una función de similitud entre el codificador y el decodificador. Así, el modelo asigna mayor peso a elementos clave como números u operadores matemáticos, optimizando la generación de explicaciones. En la Fig. 1 se ejemplifica este proceso: para la pregunta “¿Cuánto es el 15% de 80?”, el modelo prioriza los tokens “15%” y “80”, generando una respuesta correcta y explicativa: “Multiplicamos 80 por 0.15, lo cual da 12”.

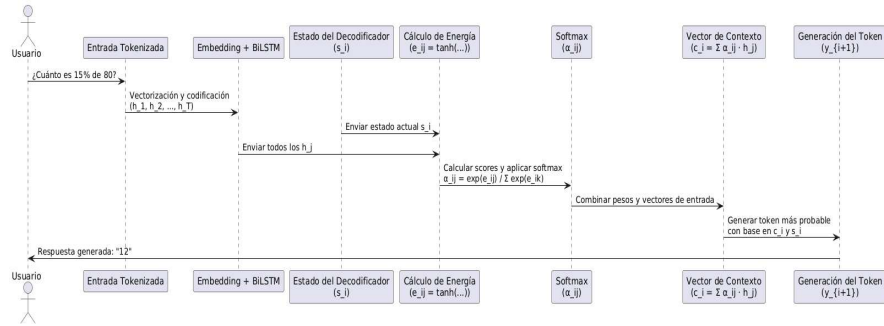


Fig. 1. Flujo del cálculo de atención en el chatbot matemático.

El proceso inicia con la codificación de la entrada mediante una red LSTM, seguida del cálculo de la energía e_{ij} entre cada token de entrada y el estado del decodificador. Luego, se aplica una normalización softmax para obtener los pesos de atención α_{ij} los cuales se usan para construir el vector de contexto c_i que finalmente guía la generación de la respuesta. La función softmax toma todas esas puntuaciones y las transforma en pesos de atención α_{ij} , esto garantiza que:

- Cada $\alpha_{ij} \in (0,1)$
- La suma de todos los α_{ij} igual a 1

Así, los tokens más relevantes tendrán mayores pesos y contribuirán más al vector de contexto usado para generar la siguiente palabra de la respuesta, la función softmax convierte estas puntuaciones en probabilidades, destacando que el modelo debe enfocarse.

2.4 Regularización mediante *Dropout*

La técnica de dropout fue incorporada con una tasa del 20 % en las capas LSTM para mejorar la generalización del modelo. Según López Molina (2022), su aplicación responde a los siguientes criterios:

- I. Prevención de co-adaptación: Reduce la dependencia excesiva entre neuronas, promoviendo una representación más robusta.
- II. Tasa calibrada: El valor de 0.2 se definió experimentalmente, logrando un equilibrio adecuado entre regularización y capacidad de aprendizaje.
- III. Aplicación selectiva: Se aplicó a las conexiones recurrentes de las LSTM, permitiendo conservar la memoria a largo plazo mientras se regula la transformación interna de la secuencia.

2.5 Capa de salida TimeDistributed

La implementación de una capa TimeDistributed Dense con activación softmax permite describir la funcionalidad específica como se menciona en el trabajo de Martínez (2020):

- I. Predicción por paso temporal: Genera distribuciones de probabilidad sobre el vocabulario completo para cada posición de la secuencia de salida.
- II. Compartición de parámetros: La misma transformación densa se aplica a cada paso temporal reduciendo el número de parámetros y mejorando la generalización.
- III. Vocabulario ampliado: El tamaño del vocabulario (10,000 tokens) fue seleccionado para cubrir adecuadamente la terminología matemática especializada mientras se mantiene la eficiencia computacional.

2.6 Integración de componentes del sistema

La arquitectura global integra tres módulos complementarios que abordan diferentes aspectos del problema educativo matemático para representar gráficamente entre los módulos del sistema de entrenamiento e inferencia del modelo:

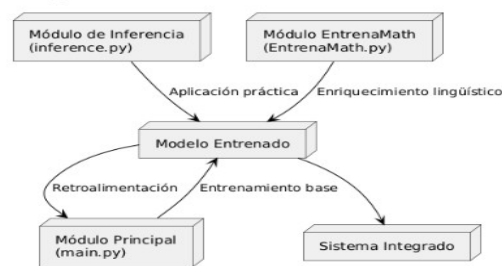


Fig. 2. Diagrama de entrenamiento e inferencia.

La Fig. 2 representa la funcionalidad del sistema compuesto por tres módulos fundamentales: el Módulo Principal; que entrena el modelo secuencial con atención, el Módulo de Inferencia; para consultas en tiempo real y el Módulo EntrenaMath; que incorpora procesamiento lingüístico avanzado con Transformers. Estos módulos comparten información de forma bidireccional reutilizando el *tokenizer* entrenado y enriqueciendo el preprocesamiento mediante lematización lo que mejora la precisión y eficiencia del sistema. La Fig. 3 muestra cómo el usuario interactúa con el sistema: al ingresar una consulta matemática en la interfaz esta se preprocesa y tokeniza antes de enviarse al modelo. Luego, el modelo genera una predicción en forma de tokens que la interfaz convierte en texto para mostrar la respuesta final al usuario.

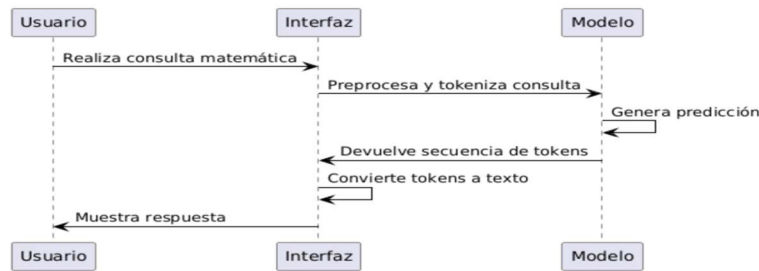


Fig. 3. Diagrama de secuencia interacción usuario – Modelo matemático.

3. Desarrollo

2.7 Módulo Principal (main.py)

El módulo principal se encarga de la construcción, entrenamiento y evaluación del modelo secuencia a secuencia (seq2seq), núcleo del sistema, diseñado para comprender y generar respuestas en lenguaje natural dentro del dominio matemático. Para su desarrollo se utilizan bibliotecas como NumPy (manipulación de arrays), TensorFlow/Keras (construcción del modelo), Matplotlib (visualización de resultados), JSON (gestión de datos estructurados) y Pickle (serialización de objetos en Python).

- Transforma los tokens de entrada en vectores densos de 256 dimensiones permitiendo representar numéricamente su significado semántico (ver Fig. 4 para su implementación).

```

53 input_layer = Input(shape=(max_len,))
54 embedding_layer = Embedding(input_dim=vocab_size, output_dim=256, input_length=max_len)(input_layer)

```

Fig. 4. Capa de *embedding*.

- Capas LSTM bidireccionales y unidireccionales: Permiten capturar dependencias temporales en la secuencia. La primera; bidireccional mejora la comprensión del contexto, la segunda; unidireccional refina la salida para el mecanismo de atención (ver Fig. 5).

```

55 lstm_layer1 = Bidirectional(LSTM(256, return_sequences=True, dropout=0.2))(embedding_layer)
56 lstm_layer2 = LSTM(256, return_sequences=True, dropout=0.2)(lstm_layer1)

```

Fig. 5. Capas LSTM bidireccionales y unidireccionales.

- Mecanismo de atención: Permite al modelo enfocarse en las partes más relevantes de la secuencia de entrada durante la generación mejorando la calidad de las respuestas (ver Fig. 6).

```

59 attention = Attention()([lstm_layer2, lstm_layer2])

```

Fig. 6. Capa de atención.

- Capas densas y salida: Antes de la salida final se aplica una capa densa con activación ReLU para transformar las características seguida de una capa TimeDistributed con softmax que genera una predicción en cada paso temporal (ver Fig. 7).

```

62 dense_layer = Dense(256, activation="relu")(attention)
63 output_layer = TimeDistributed(Dense(vocab_size, activation="softmax"))(dense_layer)

```

Fig. 7. Capa densa antes de la salida.

- Compilación, entrenamiento y guardado del modelo: Se compila con el optimizador y la función de pérdida `sparse_categorical_crossentropy` entrenando con un 20 % de datos de validación y `EarlyStopping` para evitar sobreentrenamiento. Al finalizar el modelo se guarda en formato HDF5 (ver Fig. 8).

```

early_stopping = EarlyStopping(monitor="val_loss", patience=10, restore_best_weights=True)

historial = model.fit(
    preguntas_pad,
    respuestas_pad_labels,
    batch_size=64,
    epochs=50,
    validation_split=0.2,
    callbacks=[early_stopping]
)

```

Fig. 8. Entrenamiento con *EarlyStopping*.

3.2 Módulo de Inferencia (inference.py)

El Módulo de Inferencia (*inference.py*) permite la interacción con el modelo entrenado procesando consultas matemáticas del usuario y generando respuestas en tiempo real. Utiliza bibliotecas como NumPy para el manejo de arrays, TensorFlow/Keras para cargar el modelo y Pickle para deserializar el *tokenizer*. Sus principales funciones incluyen: carga del modelo y *tokenizer*, preprocesamiento de entradas, generación de respuestas mediante predicción y una interfaz de chat interactiva.

3.3 Módulo EntrenaMath (EntrenaMath.py)

Este módulo aplica un enfoque alternativo basado en modelos *Transformers* preentrenados para el procesamiento de lenguaje natural en el contexto matemático. Utiliza bibliotecas como spaCy para lematización y filtrado de *stopwords*, Transformers (Hugging Face) para implementar el modelo T5, Matplotlib para la visualización de resultados y JSON para manejar datos estructurados. Sus principales funcionalidades incluyen la limpieza semántica de las entradas, la generación de texto condicional mediante T5 y la visualización de métricas de rendimiento del sistema.

3.4 Desarrollo de Front-end

La interfaz del chatbot dentro del componente "Mi Avance" que funciona como centro de control del usuario. Este módulo da la bienvenida, registra el tiempo de estudio y presenta el progreso general mediante un porcentaje, gráficos y métricas de rendimiento. También incluye un historial de respuestas correctas permitiendo al usuario monitorear su aprendizaje de forma visual e interactiva ver Fig. 9.

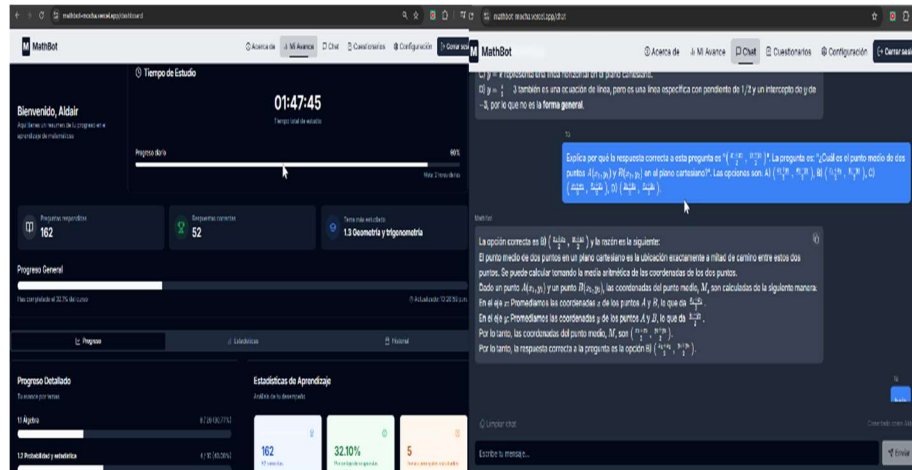


Fig. 9. Interfaz de chatbot “Mi Avance” y “Chat”.

La visualización del progreso de aprendizaje se implementa mediante Recharts utilizando gráficos de línea, área, barras y radar para mostrar tanto el rendimiento general como el dominio por tema. El uso de TypeScript garantiza precisión en los datos, mientras que componentes de shaden/ui como indicadores de progreso y ChartTooltip brindan retroalimentación inmediata sin sobrecargar la interfaz. ResponsiveContainer asegura compatibilidad con distintos dispositivos y la base en D3.js junto con la flexibilidad de React permite generar visualizaciones interactivas y escalables. Adicionalmente el componente “Cuestionarios” genera evaluaciones específicas para cada tema del examen AcreditaBach incluyendo subtemas. Utiliza una red neuronal entrenada para ofrecer explicaciones en LaTeX, ejemplos personalizados y cuestionarios adaptativos integrándose con el chatbot MathBot para proporcionar una experiencia interactiva y retroalimentación inmediata. La interfaz correspondiente puede verse en la Fig. 10.

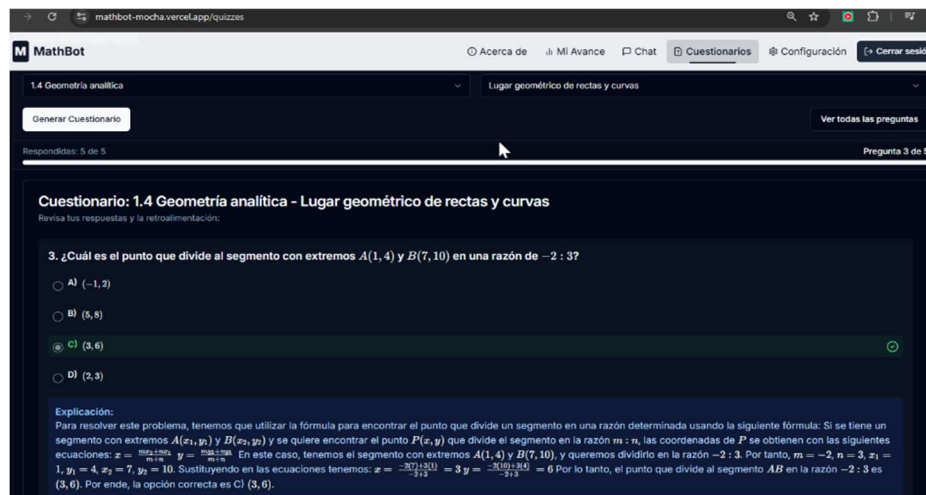


Fig. 10. Módulo cuestionarios, pregunta respondida correctamente.

El sistema está compuesto por cuatro capas principales: el front-end desarrollado con Next.js y React ofrece una interfaz intuitiva, el back-end también en Next.js gestiona la lógica del servidor a través de API routes, la base de datos implementada en MySQL organiza y almacena la información de forma relacional y finalmente la autenticación que se realiza mediante NextAuth.js garantiza un acceso seguro. Actualmente, la aplicación está disponible en: <https://mathbot-mocha.vercel.app/> y se puede consultar el apartado “Acerca de” para más detalles sobre su funcionamiento.

3.4 Implementación de modelo de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)

Fases de desarrollo adaptadas a la metodología de RAD; el sistema siguió un proceso iterativo estructurado en las siguientes fases:

3.5.1 Prototipado rápido inicial (1-2 semanas):

- I. Implementación de un modelo LSTM básico sin mecanismos de atención.
- II. Establecimiento de la canalización de datos y métricas de evaluación.
- III. Validación del concepto fundamental de secuencia-a-secuencia.

3.5.2 Ciclos de refinamiento iterativo (3-5 semanas cada uno):

- I. Ciclo 1: Incorporación de capas LSTM bidireccionales y aprendizaje automático.
- II. Ciclo 2: Implementación del mecanismo de atención y evaluación de su impacto.
- III. Ciclo 3: Optimización de la arquitectura de salida y estrategias de regularización.
- IV. Ciclo 4: Desarrollo del módulo de inferencia y pruebas de interacción.

4. Conclusiones

La aplicación se encuentra actualmente en una fase de pruebas alfa donde según la metodología definida por el International Software Testing Qualifications Board (ISTQB) la fase inicial de pruebas enfocadas en evaluar la usabilidad y la funcionalidad general del sistema el ISTQB recomienda para entornos iterativos o prototipados tempranos, donde el objetivo principal es identificar defectos visibles rápidamente y obtener retroalimentación valiosa de los usuarios clave antes de avanzar a pruebas más exhaustivas y estructuradas (ISTQB, 2018). Para lograr este objetivo se compartió con un grupo reducido de usuarios selectos: Familiares y amigos de aproximadamente 10-15 personas del círculo cercano de los desarrolladores participaron en esta fase inicial, Tester profesional; Se contó con la participación de un especialista en pruebas de software y duración; esta fase inicial de pruebas tuvo una duración aproximada de 2-3 semanas.

El resumen del total de participantes que evaluaron el sistema se presenta en la Tabla 1; la cual muestra las características de los usuarios involucrados en el proceso de validación.

Tabla 1. Composición total de participantes

Tipo de Participante	Cantidad	Porcentaje
Familiares y amigos	12	75.00%
Tester Profesional	1	6.25%
Docente Supervisor	3	18.75%
Total	16	100.00%

La retroalimentación obtenida durante esta fase ha sido mayoritariamente positiva. Los usuarios han resaltado como fortalezas la facilidad de uso del sistema, lo intuitivo de la interfaz y la correcta ejecución de las funciones principales. Estos comentarios validan el enfoque de diseño adoptado y confirman la efectividad del chatbot en términos de usabilidad y experiencia del usuario. Durante la evaluación se identificaron varias áreas de oportunidad como recuperación de contraseña, descarga de cuestionarios en formato PDF para estudiar offline y justificaciones de las respuestas generadas en el cuestionario. Todas ellas fueron implementadas. Estas observaciones permitieron realizar ajustes y optimizaciones en el rendimiento del sistema mejorando así la solidez de la herramienta y su capacidad para responder eficazmente a las necesidades de los usuarios. El objetivo principal de esta fase fue identificar problemas técnicos básicos, errores de interfaz y obtener retroalimentación inicial sobre la usabilidad del sistema antes de presentarlo a un grupo más amplio y realizar pruebas de carga estrés o resistencia.

Referencias

- Arana, C. (2021). Redes neuronales recurrentes: Análisis de los modelos especializados en datos secuenciales (Documento de trabajo No. 797). Serie Documentos de Trabajo, Banco Central de Reserva del Perú.
- Ardila, H. J. F. (2024). Procesamiento de Lenguaje Natural, los Transformers y los Bots Conversacionales. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 12, 151-160.
- Ascencio Vargas, J. J. (2019). Diseño de un chatbot para mejorar la calidad del servicio al cliente en la empresa Fans Store SAC, Lima-2019 (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte.
- Beltrán, N. C. B., & Mojica, E. C. R. (2020). Procesamiento del lenguaje natural (PLN)-GPT-3.: Aplicación en la Ingeniería de Software. *Tecnología Investigación*
- ISTQB. (2018). *Standard Glossary of Terms Used in Software Testing* (Version 3.2). International Software Testing Qualifications Board. Disponible en: <https://glossary.istqb.org/>
- Juarez, e. a. m. (2022). Redes antagónicas generativas eficientes usando atención aditiva y convoluciones (doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México)
- Landeros, A. A., Castro, L. A., & Beltrán-Márquez, J. Reconocimiento de acciones de empaquetado usando redes CNN-biLSTM y optimización bayesiana.
- López Molina, M. (2023). Sistema explicable de reconocimiento de emociones usando una red neuronal tipo LSTM en la base de datos EMOMatchSpanishDB.
- López Molina, M. (2022). Sistema explicable de reconocimiento de emociones en voz (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Politécnica de Madrid.
- Martínez Hoces, E. (2023). Hundsor: sistema para el control remoto de un ratón basado en el reconocimiento visual de los gestos de la mano mediante Deep Learning.
- Montanés, R., Del Hoyo, R., & Aznar, R. (2018). Aplicación de un modelo híbrido de aprendizaje profundo para el Análisis de Sentimiento en Twitter. In *CEUR workshop proc.* (No. ART-2018-108563).
- Muñoz, M., Alonso, R. D. H., & Marqués, N. M. (2019). Estudio de nuevos modelos de Deep Learning para el análisis y comprensión de grandes cantidades de datos. Zaragoza

Torres López, C., & Arco García, L. (2016). Representación textual en espacios vectoriales semánticos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2), 148-180.

Capítulo 10

FoodTrack: Una aplicación móvil para estudiantes de Gastronomía

Marco Antonio Algalán Martínez, Jonathan Fernández Flores, María José Llerena Rendón, Marcela Rivera Martínez, Luis René Marcial Castillo

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

marco.algalan@alumno.buap.mx, jonathan.fernandezf@alumno.buap.mx,
maria.llerena@alumno.buap.mx, marcela.rivera@correo.buap.mx,
luis.marcial@correo.buap.mx

Resumen. Los estudiantes del área de gastronomía presentan dificultades para desarrollar cálculos necesarios en la creación de planes nutricionales, es por ello que en el presente trabajo se aborda el desarrollo de una aplicación móvil que implementa los cálculos necesarios para un plan nutricional, con la finalidad de apoyar a los estudiantes y profesores del área de gastronomía, en específico en el área de nutrición, reduciendo tiempos dentro del proceso de creación de un plan nutricional enfocado a algún objetivo en específico, como la pérdida de peso o la ganancia de masa muscular.

Palabras clave: aplicación móvil, nutrición, gastronomía, recurso educativo, juego serio.

1. Introducción

Hoy en día, la computación es una herramienta que se utiliza en distintas áreas, teniendo un impacto mayor o menor dependiendo de su implementación, ya que otorga la practicidad de crear soluciones a medida para problemas específicos.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud el creciente aumento en la producción de alimentos procesados y el incremento de la población conlleva a una rápida urbanización, como consecuencia, el cambio en el estilo de vida, esto ha propiciado la modificación de los patrones de alimentación de la población en general, lo que ha ocasionado que las personas consuman con mayor frecuencia alimentos ricos en calorías, grasas, azúcares y sodio, aunado a ello no se consumen suficientes frutas, verduras u otras fibras dietéticas necesarias para una alimentación balanceada, siendo la composición de

una dieta balanceada distinta para cada persona, ya que interfiere la edad, sexo, estilo de vida, grado de actividad física, contexto cultural y objetivos físicos entre muchos otros factores. Mantener una dieta saludable durante toda la vida ayuda a prevenir diversas enfermedades relacionadas con la alimentación como la desnutrición, obesidad, hipertensión entre muchas otras (Organización Panamericana de la Salud, s.f.).

Ante esta situación, la cual se ha vuelto crítica en México, se decide apoyar a la carrera de Gastronomía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en el área de nutrición, para ello, se realiza una aplicación móvil que cuenta con una calculadora de planes nutricionales personalizados, junto con un generador de recetas saludables y un simulador de impacto nutricional. Dicha herramienta está orientada hacia los alumnos y profesores de nutrición, los cuales se verán beneficiados en gran medida, debido a que algunos de los cálculos realizados son tediosos y/o repetitivos para los alumnos y maestros.

El trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma: La sección 2 describe algunas aplicaciones similares a la presentada en este trabajo; la obtención de requisitos para llevar a cabo la aplicación, así como la metodología utilizada en este trabajo, se presenta en la sección 3; la sección 4 describe la forma en que se realizó el desarrollo de la aplicación además de las tecnologías empleadas, haciendo énfasis en la utilidad que tendrá la aplicación para el público objetivo; la sección 5 muestra algunos resultados de satisfacción de los usuarios, los resultados y conclusiones obtenidas posterior al desarrollo de la aplicación se presentan en la sección 6, finalmente se muestran las referencias bibliográficas de este trabajo.

2. Preliminares

Por parte de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), se contó con el apoyo de la profesora y chef María de la Paz Moreno Álvarez como asesora.

Al comenzar el desarrollo de la aplicación “Foodtrack”, se realizó una investigación de herramientas similares, entre las cuales se tienen:

MyFitnessPal: Una calculadora nutricional con una amplia base de datos, conocida por los alumnos, la cual ayuda a conocer los hábitos alimentarios, y elegir alimentos de manera más inteligente. La principal desventaja que tiene es que la aplicación no es gratuita (MyFitnessPal, s.f.).

Contador de calorías y Dieta: Ofrece planes personalizados, recetas saludables y análisis detallado de nutrientes, ofrece bajar de peso de manera saludable y varios usuarios hacen uso de estos planes para bajar de peso (YAZIO, s.f.).

Nutrify: Se centra en calcular el valor nutricional de recetas caseras y en promover una alimentación saludable, está enfocada a nutriólogos para dar seguimiento a sus pacientes, el costo de esta varía dependiendo de la cantidad de pacientes a los que se requiera dar seguimiento (Applint, s.f.).

Seguimiento Nutrimind: Seguimiento personalizado entre nutriólogos y pacientes, también fue una app conocida por los alumnos. Da una orientación personalizada a los usuarios y un mayor seguimiento con su nutriólogo o asesor de cabecera (Nutrimind Nutrición, s.f.).

Estas aplicaciones sirven como referencia, ya que comparten funciones similares, sin embargo, el objetivo de la mayoría de éstas aplicaciones es ayudar a pacientes y nutriólogos en su salud, mientras que la aplicación del presente trabajo surge como una herramienta que contenga recetas nutricionales las cuales puedan ser modificadas por la persona encargada del curso, así como los cálculos nutricionales que los estudiantes utilizarán en la clase de nutrición de la carrera de Gastronomía con la finalidad de agilizar los procesos que requieren en sus clases.

3. Proceso metodológico

3.1 Requisitos técnicos

Para poder implementar esta aplicación móvil, se entrevistó a la chef María de la Paz Moreno Álvarez, quien nos proporcionó las fórmulas y sitios de referencia (Hernández, 2020), además de la división de las comidas (Brown, 2023), se recopiló información sobre los espacios donde con mayor frecuencia se hará uso de la aplicación móvil, como los laboratorios de cocina y las aulas.

Se eligió la plataforma móvil por ser un dispositivo compacto, portátil y adaptable a los requerimientos de los usuarios, los estudiantes de gastronomía, lo que la convirtió en la opción más viable, dado que los usuarios llevan consigo la mayor parte del tiempo su celular, lo cual hará más accesible y conveniente el uso de la aplicación móvil.

De acuerdo con las encuestas realizadas, el 57% de los usuarios utiliza dispositivos Android, mientras que el 43% usa iOS. Por ello, es necesario desarrollar la aplicación de manera ágil y en paralelo para ambas plataformas. Para lograrlo, se utilizó Flutter (Google, 2024), una herramienta que permite crear aplicaciones para Android e iOS a partir de un único código, evitando así problemas relacionados con requerimientos específicos de cada plataforma. Teniendo esto en cuenta y para garantizar un funcionamiento óptimo de la aplicación, se establecieron los siguientes requisitos técnicos para cada plataforma:

Android

Versión del sistema operativo: Android 10 o superior.

- Memoria RAM: 2Gb de RAM.
- Espacio de almacenamiento: 500Mb de espacio disponible.
- Procesador: Un procesador de al menos 1.2 GHz o superior.
- Conectividad: Soporte para Wi-Fi y/o datos móviles.
- Resolución de pantalla: Mínimo 720 x 1280 píxeles.

Windows

- Versión del sistema operativo: Windows 10 u 11 (64-bit)

- Arquitectura: Sólo x64(64-bit).
- Dependencias: Visual C++ Redistributable.
- Espacio en Disco: 500mb de espacio.
- RAM: Mínimo 2 GB, Recomendado 4 GB+.
- Pantalla: Resolución recomendada 1366x768 píxeles o superior.
- Conexión a Internet.

Estos requisitos aseguran que la aplicación sea accesible para la mayoría de los usuarios, optimizando su rendimiento y experiencia en ambos sistemas operativos. La elección de Flutter como herramienta de desarrollo permite cumplir con estos requisitos de manera eficiente, ofreciendo una solución robusta y adaptable a las necesidades del proyecto.

3.2 Metodología

Para el desarrollo de la aplicación, se decidió utilizar la metodología de ruta crítica (Fig. 1.), debido a que es particularmente eficiente para equipos de trabajo pequeños y proyectos de menor envergadura, como el que se está llevando a cabo.

Lo más relevante en la aplicación de este método radica en la definición de las tareas y en la prioridad que se les asigna dentro del proyecto (Miro, s.f.).

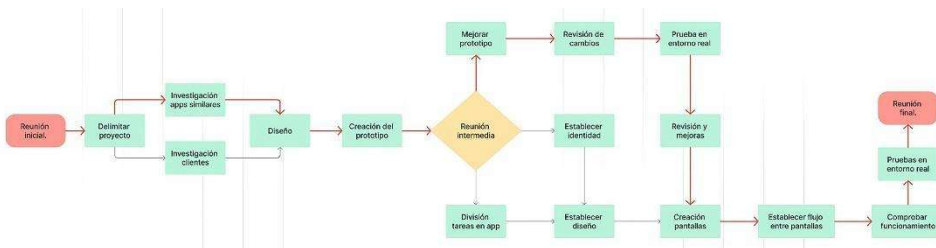


Fig. 1 Diagrama de red de la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto (ruta crítica).

Siguiendo las flechas rojas, se identifica la ruta crítica en las tareas establecidas, es decir, aquellas que no pueden retrasarse.

El proceso inicia con una reunión con el cliente para la recopilación de ideas, lo que permite avanzar a la siguiente tarea: la delimitación del proyecto. En esta fase se establece su alcance considerando el tiempo de desarrollo determinado desde el inicio. De manera simultánea, se realiza un análisis del público objetivo para comprender cómo utilizarán la aplicación, con el fin de adaptarla a sus necesidades. Además, en paralelo se investigan aplicaciones similares que sirvan como referencia, identificando posibles diferenciadores o mejoras para la aplicación en desarrollo.

Una vez definidas las tareas, se procede al diseño de la estructura de la aplicación, incluyendo la organización de los menús y la creación de un prototipo. Este prototipo se

presenta al cliente en una reunión intermedia para verificar que el desarrollo avanza conforme a las expectativas.

A partir de este punto, se ejecutan tres tareas en paralelo. La primera se centra en el establecimiento de nuestra identidad como aplicación, incluyendo la selección de colores, el diseño del logo, los iconos y el estilo visual. La segunda consiste en la planificación y división de las tareas de la aplicación, definiendo el reparto del trabajo en las pantallas contempladas en el prototipo. Si la identidad visual ya ha sido definida, se puede avanzar en la planificación del diseño de las pantallas, integrando esta información en las etapas subsiguientes. La tercera tarea, igualmente importante, corresponde a las mejoras al prototipo, en la que se implementan las correcciones derivadas de la retroalimentación obtenida en la reunión intermedia. Posteriormente, se realiza la revisión de los cambios, donde se presenta el nuevo prototipo y se identifican posibles mejoras adicionales. Con el prototipo actualizado, se procede a realizar pruebas en el entorno real, verificando su funcionamiento en los escenarios previstos. Este proceso se repite mediante rondas adicionales de revisiones y mejoras hasta alcanzar un nivel óptimo de desempeño que permita avanzar a la creación de la aplicación final.

Con todas las tareas previas completadas, se inicia el desarrollo de la aplicación siguiendo el plan establecido. El primer paso es la creación de las pantallas, donde se implementan las funcionalidades discutidas en la reunión, asignándose a los distintos menús y asegurando su correcto funcionamiento. Una vez creadas las pantallas, se define el flujo entre las pantallas, determinando cómo se relacionan entre sí y garantizando una experiencia de usuario coherente y eficiente.

Finalmente, el desarrollo de la aplicación concluye con la fase de comprobación de su funcionamiento, seguida por una nueva prueba en un entorno real, considerando los lugares previstos para su uso. Este proceso culmina con la reunión final con el cliente, donde se presenta la aplicación terminada para su validación definitiva.

4. Desarrollo

La calculadora de planes nutricionales se basa en la información proporcionada por el usuario para generar recomendaciones personalizadas y mostrar datos acordes a su objetivo. Para ello, se implementó un formulario que, al ser completado, realizará automáticamente los cálculos complejos al presionar el botón "Calcular plan nutricional". Esto permitirá obtener las cantidades específicas de carbohidratos, lípidos y micronutrientes que el usuario debe consumir, así como la tasa metabólica basal y el gasto calórico diario. Esta funcionalidad facilitará tanto a alumnos como a docentes la elaboración de dietas que cumplan con las cantidades calculadas, optimizando el tiempo necesario para crear cada receta (Fig. 2).

En la barra de navegación inferior, en el lado derecho de la calculadora, se encuentra el generador de recetas, una herramienta que ha evolucionado significativamente desde el prototipo inicial hasta su versión final. Actualmente, este generador permite agregar etiquetas y buscar recetas previamente cargadas en la aplicación, pasando a ser un recetario inteligente diseñado para minimizar el tiempo necesario para que alumnos y docentes

encuentren una receta que cumpla con características específicas. Entre estas características se incluyen, por ejemplo, la cantidad de carbohidratos por porción o el contenido de proteínas. De esta manera, el generador ofrece opciones dinámicas y versátiles que permiten satisfacer los requerimientos de una dieta específica de manera eficiente (Fig. 3).

Al final de la barra de navegación inferior se encuentra el simulador nutricional, una de las funcionalidades más destacadas, que ha sido objeto de diversas modificaciones desde su diseño inicial. Esta herramienta permite registrar de manera general los hábitos alimenticios y los riesgos asociados, ofreciendo además acceso a recomendaciones e información adicional mediante la interacción con sus elementos. Gracias a su capacidad para representar gráficamente y de forma comprensible los posibles riesgos de una dieta poco saludable, el simulador nutricional se convierte en una valiosa herramienta pedagógica, ideal para que los docentes eduquen a los alumnos sobre la importancia de mantener hábitos alimenticios saludables (Fig. 4).

Fig. 2 Pantalla de calculadora

Fig. 3 Pantalla del generador

Fig. 4 Pantalla del simulador

Una vez implementadas las demás funciones en el código, se procedió a optimizar la navegación entre las distintas pantallas, además de incorporar pantallas intermedias para facilitar determinadas acciones y añadir otras funcionalidades que mejoran la experiencia del usuario.

Un caso de uso de la aplicación es cuando se busca enseñar a los alumnos todo el proceso para crear un plan nutricional para una persona en concreto, es decir, personalizado. Para ello, el alumno siguiendo las indicaciones del docente deberá llenar el formulario de la calculadora nutricional, que proporcionará datos clave como la cantidad de lípidos,

FoodTrack

Peso (kg): 65

Altura (cm): 170

Nivel de Actividad: Moderado (ejercicio moderado 3-5 días/)

Calcular Plan Nutricional

Resultados

Tasa Metabólica Basal (BMR): 1612.50 kcal

Gasto Calórico Diario (TDEE): 2499.38 kcal

Índice de Masa Corporal (IMC): 22.49

Macronutrientes Diarios

Proteínas	187.40 g
Carbohidratos	249.34 g
Grasas	89.31 g

Calculadora

Fig. 5 Formulario de la calculadora

FoodTrack

Generador de recetas

Preferencias Dietéticas

Vegetariano Vegano Sin Gluten

Alto en Proteína Bajo en Carbohidratos

Generar Recetas

Recetas Recomendadas

Pollo al Curry

Ingredientes: Pechuga de pollo, leche de coco, curry, cebolla, ajo, arroz integral

Preparación: Sofríe el pollo con cebolla y ajo. Añade especias y leche de coco. Cocina 20 min.

Calorías	Proteína	Carbo	Grasas
450 kcal	35 g	40 g	15 g

Alto en Proteína

Salmón al Horno con Espárragos

Ingredientes: Salmón, espárragos, limón, eneldo, aceite de oliva

Preparación: Mezcla el salmón con limón y eneldo. Hornea a 180°C por 15 min con espárragos.

Calorías	Proteína	Carbo	Grasas
----------	----------	-------	--------

Recetas

Fig. 6 Búsqueda del generador de recetas

FoodTrack

Simulador de Impacto Nutricional

¿Qué alimentos consumes regularmente?

Selecciona los alimentos de tu dieta habitual:

Comida rápida (Hamburguesas, pizzas, etc.)

Bebidas azucaradas (Refrescos, jugos)

Carnes procesadas (Embutidos, salchichas)

Alimentos fritos (Papas fritas, pollo frito)

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Diabetes

Riesgo bajo - Mantén buenas prácticas

Hipertensión

Riesgo moderado - Considera mejor hábitos

Simulador

Fig. 7. Uso del simulador de impacto

carbohidratos y proteínas que se deben de consumir, así mismo se incluye la tasa de metabolismo basal (Fig. 5). Estos datos deberán ser procesados por los alumnos, con la guía del docente para poder crear de manera manual el plan nutricional basándose en los datos calculados por la aplicación. Una vez creado, los alumnos podrán utilizar el apartado “Generador de recetas” para buscar alimentos que se alineen con su plan (Fig. 6). Finalmente, en el “Simulador nutricional”, podrán analizar las posibles repercusiones en la salud si una persona no modifica sus hábitos alimenticios (Fig. 7).

5. Pruebas de usabilidad

Se llevó a cabo una prueba de usabilidad, con el involucramiento del usuario, la cual consistió en proporcionarles la aplicación móvil a un grupo de estudiantes del curso de Nutrición de la Licenciatura en Gastronomía, y solicitarles hacer uso de esta, posterior a ello, contestaron un pequeño cuestionario. De las respuestas obtenidas, se evidencia que la aplicación es fácil de usar, agradable y los usuarios se sienten satisfechos con las opciones que la app les brinda, sin embargo, mencionan que aún presenta pocas recetas, y falta de ingrediente cotidianos, esto debido a que aún no se concluye la aplicación.

6. Conclusiones

El presente trabajo aún se encuentra en desarrollo, se plantea llevar a cabo las pruebas de usabilidad correspondientes con los usuarios involucrados, esperando que el desarrollo de la aplicación FoodTrack represente un avance significativo en la integración de la tecnología en el ámbito educativo gastronómico. Combinando la calculadora nutricional, el generador de recetas saludables y un simulador de impacto nutricional con la finalidad de facilitar los procesos de aprendizaje y enseñanza, reduciendo la complejidad de los cálculos manuales y brindando herramientas útiles para estudiantes y docentes.

El uso de Flutter como plataforma de desarrollo permitió crear una aplicación multiplataforma eficiente y accesible para la mayoría de los dispositivos móviles.

Se plantea ampliar la base de datos de recetas disponibles y perfeccionar las funciones existentes, con el objetivo de ofrecer una experiencia más completa, eficiente y adaptable a las nuevas necesidades educativas.

Referencias

- Applint. (s.f.). Nutrify [Aplicación móvil]. Google Play Store. Recuperado de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.applint.nutriapp>
- Brown, J. E. (2023). Nutrition through the life cycle (7th ed.). Cengage Learning.
- Hernández, A.G. (Coord.). (2020). Tratado de nutrición (3.ª ed., Vols. 1-5). Editorial Médica Panamericana.
- Google. (2024). Flutter (Versión 3.29.1). Recuperado de <https://flutter.dev>
- Miro. (s.f.). ¿Cuál es el método de la ruta crítica? Recuperado de: <https://miro.com/es/gestion-proyectos/que-es-metodo-ruta-critica/#análisis-comparativo:-método-de-la-ruta-crítica-y-otras-técnicas-de-gestión-de-proyectos>
- Muñoz, C. A., & González, D. E. (2019). Nutrición y dietética clínica. Editorial Médica Panamericana.
- MyFitnessPal. (s.f.). Calorie Tracker & BMR Calculator to Reach Your Goals. Recuperado de: <https://www.myfitnesspal.com>

Nutrimind Nutrición. (s.f.). App de seguimiento Nutrimind. Google Play Store. Recuperado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nutrimind.net.paginapaciente>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). Alimentación saludable. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/temas/alimentacion-saludable>

Salas-Salvador, J. (2018). Nutrición y dietética clínica (3.ª ed.). Elsevier España.

Tamayo Salcedo, A. L., Castro Ricalde, D., & Muñoz Muñoz, I. (2014). Las Tecnologías de la Información y Comunicación: aplicaciones educativas y de vanguardia en el ámbito gastronómico. *Revista Culinaria*, 7, 20-49. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/286458580_Las_Tecnologias_de_la_Informacion_y_Comunicacion_aplicaciones_educativas_y_de_vanguardia_en_el_ambito_gastronomico

Whitney, E., & Rolfes, S. R. (2022). *Understanding nutrition* (16th ed.). Cengage Learning.

YAZIO. (s.f.). YAZIO Food & Calorie Counter. Google Play Store. Recuperado de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.yazio.android>

Capítulo 11

Evaluación de “Independiente”: un prototipo de juego serio

Rebeca Rodríguez Huesca¹, Gudelia Pilar Pérez Conde¹, Yesenia Pérez Reyes¹,
Jorge de la Calleja Mora², María Auxilio Medina Nieto²

¹ Universidad Politécnica de Puebla. Ingeniería en Tecnologías de la Información.

² Universidad Politécnica de Puebla. Departamento de Posgrado.

{rebeca.rodriguez, gudelia.perez353, yesenia.perez425,
jorge.delacalleja, maria.medina}@uppuebla.edu.mx

Resumen. Los juegos serios apoyan el desarrollo de alguna habilidad o transmiten a los jugadores conocimientos o contenidos específicos. Este documento presenta un estudio en el que se evalúa a "Independiente", un prototipo de juego serio diseñado para fortalecer el aprendizaje de hechos históricos sobre el movimiento de la Independencia de México. El contenido corresponde al bloque 5 del libro de Historia que utilizan los estudiantes de cuarto año de primaria. La evaluación recolecta datos sobre la interacción, usabilidad y comprensión del prototipo de acuerdo con la opinión de los participantes, una muestra a conveniencia de estudiantes y docentes de la Universidad Politécnica de Puebla y de otras instituciones educativas. Los resultados muestran que el prototipo cumple con su propósito. El documento expone las sugerencias de mejora indicadas por los participantes.

Palabras clave: Evaluación de productos de software, características de la calidad del software, tecnología educativa, diseño instruccional, prototipo de juegos serios.

1. Introducción

Este documento presenta la evaluación de características relacionadas con la calidad de un prototipo de juego serio denominado "Independiente", diseñado con el objetivo de fortalecer el aprendizaje de hechos históricos sobre el movimiento de Independencia de México. La construcción del prototipo surgió a solicitud de una profesora de educación primaria, quien señaló que la mayoría de sus estudiantes tenían acceso a un dispositivo móvil para realizar varias actividades como buscar información, visualizar videos o para jugar. Posteriormente, se investigaron los resultados reportados por la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (prueba ENLACE) de 2010, en la que junto con

las asignaturas de Español y Matemáticas, se incluyó Historia con motivo de las celebraciones del bicentenario de la Independencia de México, Camargo (2012), (ver la Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la prueba ENLACE 2010 para la materia de Historia.

Nivel de logro	Primarias	Secundarias
Insuficiente	16.2%	13.1%
Elemental	62.9%	62.5%
Bueno	18.4%	18.6%
Excelente	2.5%	5.8%

Aunque la prueba ENLACE se suspendió en 2013, diversos autores como (Lima et. al., 2010) señalan la importancia del rol formativo de la Historia en estudiantes de primaria y secundaria. En el prototipo, los contenidos corresponden al bloque 5 del libro de Historia para estudiantes de cuarto de primaria (Carpio et. al., 2019). Para la comunidad de la Universidad Politécnica de Puebla (UPPue), principalmente representada por estudiantes y docentes de la Ingeniería en Tecnologías de la Información, de la Maestría en Gestión e Innovación Tecnológica así como de la Maestría en Ingeniería en Sistemas y Cómputo Inteligente, la evaluación del prototipo pretende promover una cultura relacionada con la calidad de los productos de software que se usen o desarrollen.

El artículo está organizado como sigue. La sección 2 contiene los trabajos relacionados. La sección 3 describe al prototipo. La metodología para evaluar las características de calidad se presenta en la sección 4. Los resultados se muestran en la sección 5. Finalmente, la sección 6 contiene las conclusiones y el trabajo a futuro.

2. Trabajos relacionados

(Laamarti et. al., 2014) definen a un *juego serio* como un tipo de juego cuyo objetivo principal no es el entretenimiento o la diversión, sino apoyar a los jugadores a desarrollar alguna habilidad o como medio para adquirir o reforzar conocimientos específicos. Sandí (2018) señala que un juego serio se puede utilizar para potenciar diferentes áreas del conocimiento, promover cambios de actitud o comportamiento, generar emociones que permitan mantener la atención, entre otros.

La revisión de literatura relacionada con el desarrollo de juegos serios se llevó a cabo en las bases de datos Dialnet y Scielo, así como en los repositorios institucionales de las instituciones siguientes: Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Nacional

Autónoma de México (UNAM), Universidad Ibero Puebla (UI-Puebla) y Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). En la búsqueda se consideró la presencia en el título de al menos una de las Palabras clave siguientes: innovación en la educación, juego serio, juegos serios, aprendizaje, videojuegos en la educación, gamificación y estrategias didácticas interactivas. La búsqueda se hizo únicamente en idioma español, la temporalidad considerada fue de 2015 a 2023. Las características de los trabajos relacionados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Nivel educativo, tema y metodologías de los trabajos relacionados.

Cita	Nivel educativo	Tema	Metodología
Basantes (2023)	Bachiller	Lengua y literatura	Metodología aplicada a la didáctica integral multimedia
Lozano (2023)	Secundaria	Matemáticas	Metodología de enseñanza basada en el uso de videojuegos
Kühn F. (2019)	Secundaria	Introducción a la física	Modelo de proceso de desarrollo para juegos serios
Ordaz (2019)	Bachiller	Función condicional en Excel	Metodología de evaluación interactiva
(Vergara et al., 2019)	Secundaria y bachillerato	Evaluaciones	Metodología basada en la gamificación educativa
Díaz (2018)	Primaria	Lengua castellana y literatura	Metodología de la intervención acción

3. Descripción del prototipo

"Independiente" presenta hechos históricos de la Independencia de México. Para su construcción, se tomó como base el modelo de diseño instruccional ADDIE (Góngora y Martínez, 2012), cuyas siglas representan las iniciales de las etapas siguientes: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. La descripción detallada de las etapas, junto con las herramientas de desarrollo del prototipo están disponibles en Pérez (2025). La Figura 1 muestra la información relacionada con las causas, los acontecimientos y

personajes que participaron en la Independencia de México de acuerdo con el bloque 5 de (Carpio et. al., 2019).

Técnicamente, el prototipo es una aplicación que se ejecuta en dispositivos móviles con sistema operativo Android. La Figura 2 muestra la pantalla de inicio (a la izquierda) y el menú principal (a la derecha) desde el que los usuarios registrados acceden a los materiales y a las actividades entre las que se encuentran relacionar columnas, contestar un cuestionario (trivia) o jugar memoria. De acuerdo con la taxonomía para juegos serios propuesta en (Laamarti et. al., 2014), el prototipo posee las características siguientes: a) área: *educación*, b) tipo de actividad: *mental*, c) modalidad: *visual y auditiva*, d) estilo de interacción: *táctil*, y d) ambiente: *2D, para un solo jugador*.



Fig. 1. Causas, acontecimientos y personajes (Fuente: Carpio et. al., 2019)

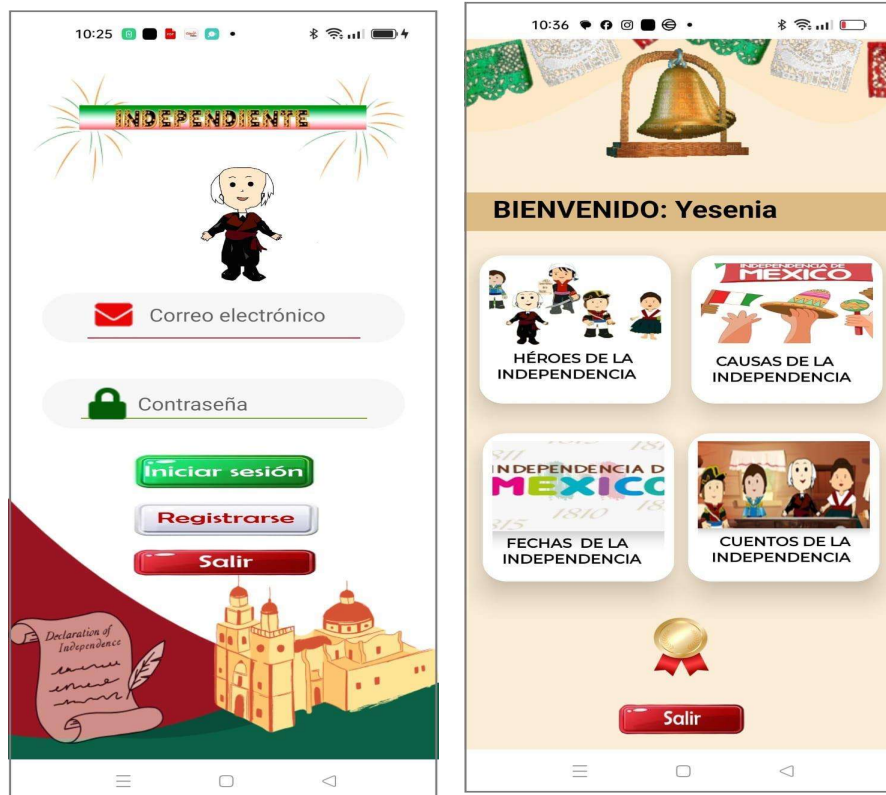


Fig. 2. Pantalla de inicio y menú principal de "Independiente": prototipo de juego serio.

4. Metodología

La metodología para la evaluación del prototipo constó de los pasos siguientes:

Paso 1: Cuatro docentes seleccionaron tres dimensiones de calidad propuestas en (Abdelbaset et. al, 2018): a) *interacción*, (incluye características de diseño, interfaz del juego y experiencia del usuario), b) *usabilidad* y c) *comprensión* (o *entendimiento*, se refiere al propósito educativo del juego). La evaluación de las dimensiones restantes, a saber, motivación y el compromiso está fuera del alcance de este documento.

Paso 2: Se diseñó un instrumento de recolección de datos con el objetivo siguiente: “estimar el cumplimiento de características de calidad del juego serio denominado "Independiente" mediante la aplicación de una encuesta a usuarios con habilidades en el uso de las tecnologías de la información y comunicación”. El instrumento está formado por 3 secciones: 1) *datos del usuario o participante*, (se incluyeron preguntas que permitieron clasificar las respuestas de acuerdo con el nivel de estudios, edad, ocupación y sexo de los participantes), 2) enlace para *visualizar un video* de 6 minutos y 50 segundos en el que se muestra la funcionalidad principal del prototipo, y 3) *9 preguntas o enunciados* que extraen datos sobre las dimensiones descritas en los incisos del paso 1. El instrumento se implementó en la herramienta “Google forms”, vía correo electrónico, se solicitó a los participantes completar el formulario, los primeros enunciados son:

- *Enunciado 1:* El uso del prototipo, ¿ayudaría a aprender o repasar hechos históricos relacionados con la Independencia de México?
- *Enunciado 2:* Recomendaría el prototipo a una persona que esté encargada de impartir clases de Historia de México a personas menores de 12 años
- *Enunciado 3:* Consideraría que las interfaces del prototipo son apropiadas para personas de 12 años o menos
- *Enunciado 4:* Si Ud. fuera docente de historia de 4o. grado de primaria, ¿motivaría a sus estudiantes a usar el prototipo?

Las respuestas se presentaron mediante tres escalas de Likert, cada una con 5 valores. La primera escala tenía que ver con qué tan de acuerdo está la persona encuestada con los primeros 5 enunciados, la segunda permitió recuperar el grado de satisfacción sobre 2 enunciados, los valores van de “excelente” hasta “muy mal”. La última escala se relaciona con la complejidad de las actividades, en ésta los valores oscilan desde “muy alta” hasta “muy baja”. Los enunciados se redactaron de manera que se requiriera la atención de los participantes para identificar características positivas o negativas. Al final de los 9 enunciados, se colocó una última pregunta en la que se solicitó escribir alguna sugerencia de mejora en el prototipo. El instrumento está disponible en:

<https://forms.gle/7Rj9Tdp5yNAkv3Bf8/>

Paso 3: El instrumento se aplicó a un grupo formado por 27 participantes, (14 de género femenino y 13 masculino), 4 entre 12 y 18 años, 23 mayores a 18 años. Los porcentajes de los participantes por grado de estudio son: primaria (4%), secundaria (7%), preparatoria o bachillerato (48%), universitario (15%) y posgrado (26%); mientras los porcentajes de los roles son: estudiante (48%), docente (33%), empleado (15%) y trabajador independiente (4%).

5. Resultados

Los resultados de la evaluación se muestran en las Figuras 3 a 5. De la Figura 3, la gráfica A muestra el porcentaje de participantes que recomendarían el prototipo si fueran docentes y si promocionarían su uso a sus posibles estudiantes (gráfica C), en la B, se muestran los porcentajes que indican qué tan apropiado se considera para personas de 12 años o menos.

La Figura 4 muestra los porcentajes para el grado de satisfacción sobre las interfaces (enunciado 6, a la izquierda) y las actividades (enunciado 7, a la derecha). La complejidad para el uso del prototipo y la percepción sobre los contenidos se ilustran en la Figura 5, enunciados 8 y 9, respectivamente.

La asociación entre enunciados y dimensiones es: comprensión (enunciados 1, 2 y 9), usabilidad (enunciados 3, 6 y 8), e interacción (enunciados 4, 5 y 7). Al promediar los porcentajes de los 2 valores positivos se obtienen los resultados siguientes: interacción: 86.1%, comprensión: 77.5% y usabilidad: 76%. La media es 79.8%, lo que indica que, en lo general, el prototipo es aceptable. Los hallazgos derivados del análisis de las respuestas son:

- 22 de 27 participantes (81%) señalaron que las interfaces del video juego son apropiadas para usuarios entre 10 y 12 años
- 16 de 27 participantes (66%) coinciden en que la complejidad de los contenidos es baja
- 10 de 27 participantes (37%) propusieron mejoras para que las actividades no se perciban como repetitivas

Los participantes sugirieron las mejoras siguientes:

- Agregar un menú para seleccionar el tema que se desee repasar
- Mostrar los contenidos por año
- En el cuestionario, indicar si cada respuesta es correcta o incorrecta
- Modificar el lenguaje y el estilo de la narración del video
- Integrar un sistema de recompensas
- Incluir audios que reprodujeran las instrucciones, así como la posibilidad de redimensionar el área de visualización del video

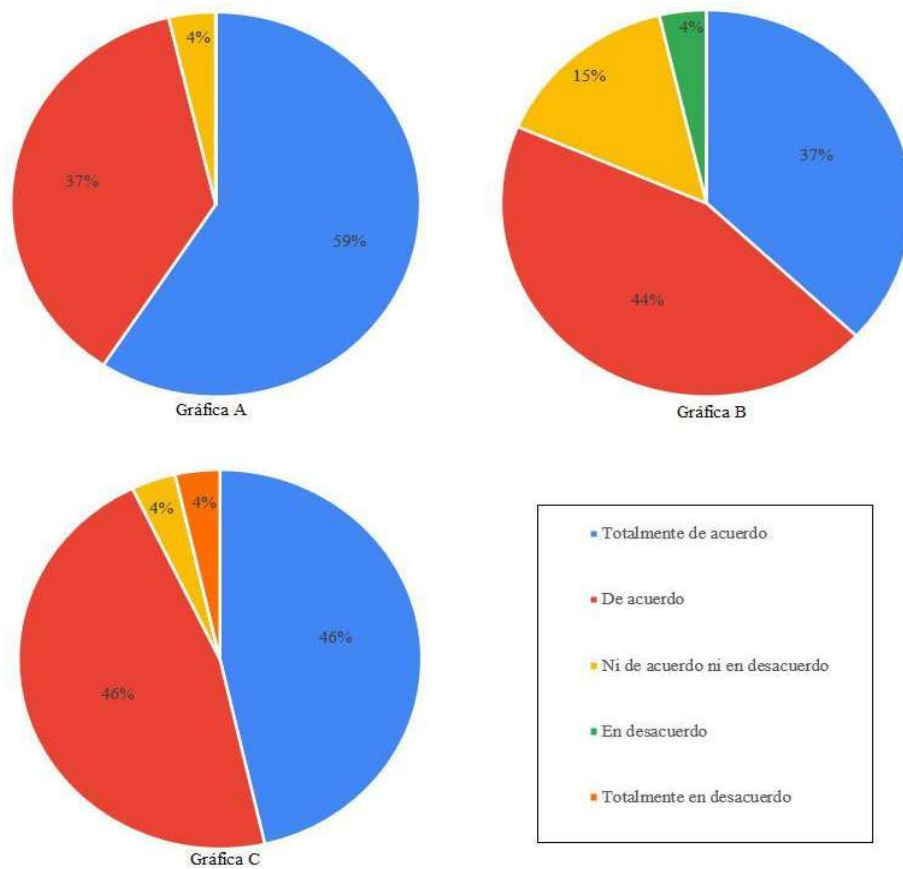


Fig. 3. Respuestas a los enunciados 2, 3 y 4, gráfica A, B y C, respectivamente..

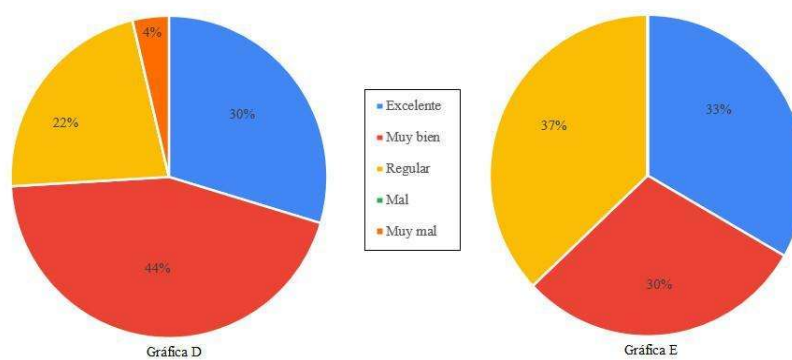


Fig. 4. Respuestas a los enunciados 6 y 7

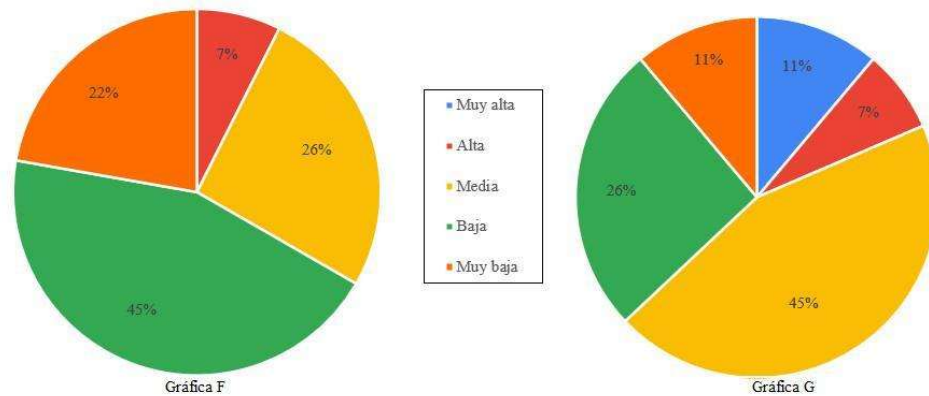


Fig. 5. Respuestas a los enunciados 8 y 9.

6. Conclusiones

El documento presentó un estudio exploratorio en el que se evaluaron elementos de calidad del prototipo de juego serio denominado Independiente. En el estudio participaron 27 usuarios, los roles predominantes son estudiante o docente.

El análisis de los resultados indica que a través del uso del prototipo, usuarios menores a 12 años pueden aprender o repasar los hechos históricos acerca de la Independencia de México, así mismo, la evaluación general relacionada con las dimensiones de interacción, usabilidad y comprensión fue del 79.8%, lo que se considera aceptable.

Como trabajo a futuro, se propone integrar las mejoras al prototipo para probarlo durante un periodo mayor a 15 días en una escuela primaria, esto permitirá extraer información sobre la motivación y compromiso de usuarios potenciales para incrementar la probabilidad de que sea utilizado con éxito como otros juegos serios desarrollados en México.

Referencias

- Abdellatif, A. J., McCollum B., McMullan P. (2018). "Serious games: quality characteristics evaluation framework and case study". *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, Princeton, NJ, Estados Unidos. pp. 112-119. DOI: 10.1109/ISECon.2018.8340460
- Basantes B. M. A. (2023). Desarrollo de un modelo didáctico de aprendizaje basado en problemas y el uso de laboratorios virtuales en la asignatura de educación cultural y artística del segundo año BGU paralelo "D" de la Unidad Educativa Pedro Vicente Maldonado periodo 2021-2022. [Tesis de maestría en educación, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11325>
- Camargo A. S. (2012). "La evaluación del espacio histórico en la prueba ENLACE 2010". *Perfiles Educativos*, XXXIV (137), pp. 10–27. ISSN: 0185-2698. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13223062002>
- Carpio P. A. Osornio M. L. L., Alatorre R. D., Llanes A. L. (2019). "Historia. Cuarto Grado. Débiles visuales". Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Materiales Educativos. Tercera Edición. ISBN: 978-607-551-147-4. <https://libros.conaliteg.gob.mx/2022/P4HIA.htm#page/1>
- Díaz D. N. (2018). Los videojuegos como medio de aprendizaje, análisis de entornos gamificados [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación a Distancia].
- Góngora P. Y., Martínez L. O. L. (2012). "Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías". *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13 (3), 342–360. <https://revistas.usal.es/tres/index.php/eks/article/view/9144/9377>
- Kühn F. (2019). "Juegos serios y analíticas de aprendizaje: implementación en el entorno educativo". [Tesis de ingeniería en informática, Universidad Nacional de Mar del Plata]. <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/246>
- Laamarti F., Eid M., El Saddik, A. (2014). "An overview of serious games". *International Journal of Computer Games Technology*, 2014 (1). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2014/358152>
- Lima M. L., Bonilla C. F., Arista T. V. (2010). "La enseñanza de la historia en la escuela mexicana". *Revista Proyecto Clío* 36, pp. 1-14. <http://clio.rediris.es/n36/articulos/limaetalii.pdf>
- Lozano T. G. E. (2023). "Desarrollo de un videojuego educativo configurable con mecánicas de aprendizaje y de juego que permitan reforzar el aprendizaje de Matemática en estudiantes de 1ro de secundaria". [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24624>
- Ordaz M. O. (2019). "Juego interactivo para la comprensión de la función condicional en Excel". [Tesis de Maestría en Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje, Universidad Ibero Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.11777/4388>
- Pérez R. Y. (2025). "Innovación en el proceso de aprendizaje de hechos históricos relacionados con la Independencia de México mediante un prototipo de videojuego serio". [Tesis de Maestría en Gestión e Innovación Tecnológica, Universidad Politécnica de Puebla]. Disponible desde el repositorio institucional. <http://repositorio.uppuebla.edu.mx>

- Sandí D. J. C. (2018). “Análisis comparativo de juegos serios educativos: indagación sobre sus posibilidades para la adquisición de competencias tecnológicas en la formación del profesorado”. [Tesis de Especialidad en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Universidad Nacional de la Plata]. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/a4f519b2-33eb-4f1f-b6c0-edaa7a5bf9c3/content>
- Vergara R. D., Mezquita M. J. M., Gómez V. A. I. (2019). “Metodología innovadora basada en la gamificación educativa: evaluación tipo test con la herramienta QUIZIZZ”. *Revista de currículum y formación de profesorado*, 23 (3), 363–387. <http://hdl.handle.net/10481/60568>

Capítulo 12

Objeto de aprendizaje para apoyar la implementación de sistemas de gestión de seguridad informática mediante el ciclo Deming

José Luis Castillo Mendoza¹, Fabián Soberanes Martín², Aideé Peña Martín¹

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco; C.P. 56615, México

² TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, La Candelaria Tlapala, Chalco Edo de México

jlcastillom@uaemex.mx, fabian_sm@tesch.edu.mx, apenam@uaemex.mx

Resumen. El estudio aborda la implementación del ciclo PDCA en Sistemas de Gestión de Seguridad Informática (SGSI) mediante el desarrollo de un Objetos de Aprendizaje (OA), validado a través de una prueba de usabilidad aplicada a 49 estudiantes de dos instituciones de educación superior, durante marzo de 2025. Los resultados demostraron que el OA, diseñado bajo estándares como la ISO/IEC 25010, mejoran la adopción de buenas prácticas en ciberseguridad, facilitando la mejora continua, el cumplimiento normativo y la reducción de riesgos. Los resultados destacan una alta aceptación del recurso, con énfasis en su usabilidad, interactividad y adaptabilidad a perfiles técnicos diversos.

Palabras clave: Seguridad Informática, Ciclo Deming, Educación Superior.

1. Introducción

Este estudio analiza la implementación del ciclo Deming (PDCA) en Sistemas de Gestión de Seguridad Informática (SGSI) mediante un Objeto de Aprendizaje (OA) dirigido a estudiantes informática de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) y el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco (TESCHA). La investigación se sustenta en una prueba de usabilidad aplicada a 49 estudiantes (33 de Informática Administrativa y 16 de Ingeniería en Informática) durante marzo de 2025,

cuyo objetivo fue evaluar la aceptación inicial del OA como herramienta para fortalecer competencias en seguridad).

La metodología, de enfoque aplicado, se estructuró en tres fases: Preparación: 1) Revisión de literatura, diseño instruccional del OA bajo criterios de usabilidad y calidad. 2) Desarrollo: Creación del OA, incorporando escenarios prácticos basados en las fases del PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). 3) Prueba de usabilidad: Aplicación de instrumento cuantitativo.

Los resultados preliminares indican una alta aceptación del OA, destacando su capacidad para simular entornos reales y fomentar la participación activa. No obstante, se identificaron desafíos técnicos, como la optimización de compatibilidad multiplataforma. El documento se organiza en cinco secciones: fundamentos teóricos (Sección 2), metodología detallada (Sección 3), análisis de resultados (Sección 4) y conclusiones con proyecciones para implementaciones institucionales (Sección 5).

2. Fundamentación

En esta sección se presenta una base preliminar para entender cómo los Objetos de Aprendizaje pueden optimizar la implementación de SGSI mediante el Ciclo Deming, combinando pedagogía, tecnología y gestión de seguridad.

2.1 Fundamentación de los Objetos de Aprendizaje (OA)

En el contexto de la transformación de la educación mediada por la tecnología, los Objetos de Aprendizaje (OA) son una estrategia clave para facilitar el proceso de diseño y distribución de contenidos digitales para el proceso de enseñanza aprendizaje, cuyo objetivo es generar mayor flexibilidad pedagógica, pueden ser adaptados, reutilizados en diferentes plataformas, unidades de aprendizaje, niveles educativos e incluso es utilizado en los entornos virtuales, híbridos y presenciales; fomentando el aprendizaje autónomo y colaborativo.

Algunos autores coinciden en que los OA son unidades de contenido digital autocontenido, reutilizable, diseñada para cumplir con un objetivo instruccional de manera específica; destacando cuatro principios fundamentales y estos son: autonomía que implica que los OA funcionan por sí mismo sin depender de otros elementos; reusabilidad, señala que puede ser empleado en diferentes contextos; granularidad hace referencia a su tamaño y nivel de detalle y modularidad que permite su combinación con otros OA para formar unidades de aprendizaje complejas (Chiappe, Segovia y Rincón, 2007, Colomé, 2019).

Para Mauri et al. (2016) y Wharrad (2022) son recursos integrales que combinan información, actividades de aprendizaje y mecanismos de evaluación, que debe de llevar una estructuración pedagógica coherente para que fomente los procesos cognitivos que dirijan a un aprendizaje significativo, activo y contextualizado.

El valor de un OA radica en el diseño instruccional, más allá de su formato tecnológico o presentación visual, ya que debe de sustentarse en teorías que respalden su

efectividad, ofreciendo la posibilidad de interactuar con el contenido, destacar la autonomía del estudiante y que a su vez evalúe el conocimiento alcanzado.

Cuando un OA está bien diseñado atiende a diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico), lo cual aumenta su efectividad en aulas diversas, ya que facilita la transferencia de conocimiento, optimiza tiempos y promueven la colaboración entre docentes mediante repositorios compartidos, con la finalidad de mejorar la calidad educativa (Chiappe y Segovia, 2007). Asimismo, deben incluir elementos de retroalimentación, navegación intuitiva y objetivos de aprendizaje claramente definidos para construir de manera activa y contextualizada.

2.2 Los Sistemas de Gestión de Seguridad Informática (SGSI)

Actualmente la seguridad de la información se ha convertido en un componente esencial, ya que la sociedad se ha digitalizado y sobre todo a la creciente dependencia de los sistemas informáticos, han llevado a la búsqueda de protección ante ataques cibernéticos, en este contexto los SGSI, surgen como políticas, procedimientos y controles diseñados para proteger los activos de información para con ello, garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos.

Un SGSI es un enfoque sistemático para establecer, implementar, operar, monitorear, revisar, mantener y mejorar la seguridad de la información en una organización. Según la norma ISO/IEC 27001, un SGSI permite gestionar de manera efectiva los riesgos asociados a la información. López y Torres (2020) destacan que un SGSI no solo aborda los aspectos tecnológicos, sino que también implica factores organizacionales, humanos y físicos. Esto se traduce en una gestión holística de la seguridad, en la que se evalúan constantemente los riesgos, se desarrollan políticas de seguridad y se sensibiliza al personal sobre buenas prácticas. Es fundamental la integración de herramientas tecnológicas y metodologías de análisis de riesgos, auditorías internas y estarse capacitando constantemente ya que eso garantiza el éxito de un SGSI. En palabras de Whitman y Mattord (2021), un SGSI eficaz contribuye significativamente al cumplimiento normativo, la protección de la reputación empresarial y la resiliencia operativa ante incidentes.

El uso de las tecnologías de la información se intensificado en el contexto educativo gracias al avance de la digitalización es por esta razón que los sistemas de gestión de seguridad de la información, juega un papel fundamental en la protección de los datos personales, académicos y administrativos, ya que las instituciones manejan una gran cantidad de datos con información sensible, que suelen ser un objetivo para el robo de información, suplantación, entre otros ciber delitos.

El principal desafío en el ámbito educativo es la concientización del personal docente, administrativo y estudiantil sobre los riesgos que atrae la digitalización de la información. López y Torres (2020) subrayan la importancia de implementar programas de capacitación y cultura organizacional en torno a la seguridad, dado que el factor humano suele ser el punto más vulnerable. Con la utilización de plataformas educativas diversas, las aulas virtuales y sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), se requieren protocolos que permitan el acceso de manera segura mediante la autenticación y respaldo de los datos, es por esta razón que se debe de adoptar ciclo de mejora continua para que el SGSI esté en

constante monitoreo, sea evaluado y adaptado a las necesidades o requerimientos necesarios.

2.3 Ciclo Deming (PDCA) aplicado a la seguridad informática

La aplicación del Ciclo Deming (PDCA) en la gestión de seguridad informática permite establecer un enfoque sistemático para mitigar riesgos y mejorar continuamente los Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). En la fase de Planificación (Plan), las organizaciones identifican amenazas mediante análisis de riesgos (ISO, 2022) y definen políticas alineadas con marcos como el NIST Cybersecurity Framework (2023). Por ejemplo, herramientas como MITRE ATT&CK ayudan a mapear tácticas de ciberataques, mientras que la norma ISO/IEC 27001 exige documentar objetivos de seguridad. En la etapa de Implementación (Do), se despliegan controles técnicos y programas de capacitación basados en Objetos de Aprendizaje (OA), asegurando que los usuarios internalicen protocolos críticos (Khan & Khan, 2021).

La fase de Verificación (Check) implica monitorear la efectividad del SGSI mediante auditorías internas y herramientas de detección de intrusiones. Según NIST (2023), métricas como el tiempo de respuesta a incidentes o el porcentaje de empleados que completan entrenamientos en OA son clave para evaluar el desempeño. Por último, en la etapa de Actuación (Act), se corrigen brechas identificadas, como actualizar políticas de acceso o rediseñar OA obsoletos. Este ciclo iterativo, respaldado por Khan y Khan (2021), fomenta la resiliencia organizacional al adaptarse a amenazas dinámicas como el ransomware o la ingeniería social.

2.4 Integración de OA en la implementación de SGSI

Los Objetos de Aprendizaje (OA) son recursos clave para democratizar el conocimiento en ciberseguridad, especialmente en organizaciones con equipos distribuidos. Diseñados bajo estándares como xAPI (ADL Initiative, 2023), estos OA permiten simular escenarios reales y ofrecen retroalimentación inmediata, lo que incrementa la retención de protocolos de seguridad (Alenezi & Faisal, 2020). Plataformas LMS como Moodle (2023) facilitan su despliegue masivo, mientras que herramientas de microlearning adaptan el contenido a roles específicos, cumpliendo con los requisitos de la ISO/IEC 27001 sobre capacitación contextualizada.

La efectividad de los OA en SGSI se evidencia en estudios como el de Fernández y Fernández-Cardenosa (2022), donde la gamificación redujo en un 35% los clics en enlaces maliciosos en PYMES. Además, su integración con marcos ágiles permite actualizar contenidos ante nuevas amenazas, como deepfakes o vulnerabilidades zero-day. Por ejemplo, OA interactivos con realidad aumentada han demostrado ser un 50% más efectivos que los manuales estáticos para enseñar configuración de firewalls (Alenezi & Faisal, 2020). Sin embargo, su adopción requiere superar retos como la resistencia al cambio y garantizar la accesibilidad en dispositivos móviles. Finalmente, los OA no solo optimizan la formación, sino que también generan datos valiosos para mejorar el SGSI. Mediante xAPI (ADL Initiative, 2023), es posible rastrear el progreso de los usuarios y correlacionarlo con métricas de seguridad, como la reducción de incidentes por error.

humano. Empresas como IBM han integrado OA en sus programas de concienciación, logrando un cumplimiento del 95% en políticas de contraseñas (Moodle, 2023). Este enfoque refuerza la alineación entre el capital humano y los objetivos técnicos del SGSI, consolidando una defensa holística contra ciberamenazas.

3. Método y materiales

Para lograr el objetivo se describe el diseño metodológico, participantes e instrumento de usabilidad.

3.1 Participantes

En la fase inicial de validación del objeto de aprendizaje, se llevó a cabo una prueba de usabilidad durante marzo de 2025, dirigida a 49 estudiantes de educación superior: 33 alumnos de octavo semestre de la Licenciatura en Informática Administrativa (UAEMéx) y 16 estudiantes de séptimo semestre de la Ingeniería en Informática (TESCHA).

3.2 Instrumentos

Se utilizó el ISO/IEC 25010 estándar internacional que define un modelo de calidad para productos de software. Esta norma, establece nueve características fundamentales para evaluar la calidad del software: funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. Cada característica se desglosa en sub-características específicas, como exactitud, resiliencia o modularidad, permitiendo una evaluación integral del software en distintas etapas de su ciclo de vida.

3.3 Diseño

El estudio corresponde a una investigación aplicada de intervención, utilizada en el campo pedagógico, para desarrollar o mejorar los materiales educativos y las prácticas de enseñanza (Martínez, 2019). Se inició con una revisión de la literatura; posteriormente se el diseño instruccional, donde se incluyen los aspectos del objeto de aprendizaje; después, se desarrolló el objeto de aprendizaje utilizando diversas herramientas (ver tabla 1), estilos (1) Grid System, 2) Cards, 3) Buttons y 4) Responsive Utilities) y colores (Verde oscuro #1B5E20 por la UAEMéx y Verde y amarillo institucional por el TESCHA) Y finalmente, se aplicó la prueba de usabilidad.

Tabla 1. Herramientas y tecnologías empleadas.

Herramienta / Tecnología	Versión / Detalle	Uso principal
-----------------------------	-------------------	---------------

HTML5 CSS3	Última versión estable Última versión estable	Estructura del contenido web Estilos visuales, colores, diseño responsive
Bootstrap Bootstrap	v5.3.0	Estilos predefinidos, diseño responsivo, botones
JavaScript (básico)	Nativo en los navegadores	Interactividad mínima
Imágenes .jpg / .png	Estáticas, generadas e insertadas manualmente	Ilustraciones visuales por sección

4 Resultados

El objeto de aprendizaje está centrado en la optimización de Sistemas de Gestión de Seguridad mediante el Ciclo Deming (PDCA). La primera pantalla incluye un menú de navegación con opciones como Inicio, Ciclo Deming, Normativas, Casos de éxito, Blog y Contacto. Destaca un llamado principal a "Optimizar tu Sistema de Gestión de Seguridad Informática con el Ciclo Deming", acompañado de recursos como una "Metodología PDCA para evaluación y mejora continua en ciberseguridad" y un botón para "Descargar Gratuita". Además, ofrece secciones interactivas, como "Ver Ejemplos Prácticos y "Ver video Explicativo"). Se deben ingresar para ver los materiales en específico. Véase de Fig. 1.



Fig. 1. Página inicial del objeto de aprendizaje.

La figura 2 presenta una interfaz que incluye un menú con opciones como Inicio, Ciclo Deming, Herramientas, Casos de éxito, Blog y Contacto. La sección central destaca "El Ciclo Deming en SGSI", promoviendo la mejora continua mediante la metodología PDCA, seguida de una descripción de sus fases: Planificar (definir políticas y análisis de riesgos), Actuar (implementar medidas correctivas), Hacer (enfocado en controles y procesos de seguridad) y Verificar (monitoreo y evaluación).



Fig. 2. Página de presentación del ciclo Deming

Después se tiene una pantalla titulada "Beneficios Clave", resalta las ventajas de aplicar el ciclo PDCA en un Sistema de Gestión de Seguridad Informática (SGSI), destacando en su subtítulo seis aspectos fundamentales: mejora continua, al evolucionar constantemente las medidas de seguridad frente a nuevas amenazas; adaptación, mediante respuestas ágiles a riesgos emergentes y cambios del entorno; cumplimiento, al mantener eficientemente normativas como ISO 27001; cultura organizacional, fomentando una mentalidad proactiva en seguridad en toda la organización; optimización, con uso eficiente de recursos técnicos y humanos; y reducción de riesgos, al detectar y mitigar vulnerabilidades de forma temprana. La fig. 3 permite descargar las plantillas, les ayudará a los estudiantes a fortalecer su formación en seguridad informática, ofrece recursos prácticos para implementar el ciclo PDCA en Sistemas de Gestión de Seguridad (SGSI), organizados en tres bloques clave: Plantillas PDCA (planificación de SGSI, matriz de riesgos evolutiva, plan de tratamiento de riesgos y checklist de implementación), disponibles para descarga inmediata; Auditoría Continua (checklist de evaluación, KPIs, plantillas de informe y guía de no conformidades), también con opción de descarga; y Formación Certificada, que incluye cursos especializados, talleres de métricas, certificaciones y webinars mensuales, accesibles mediante un botón de "Más información". El diseño, estructurado con títulos destacados y botones de acción, busca facilitar la adopción del PDCA mediante herramientas descargables y capacitación adaptada.



Fig. 3. Página los recursos para implementar el ciclo PDCA

Finalmente, en la fig. 4 se muestran las herramientas para cada una de las fases, está diseñada para apoyar la gestión de Sistemas de Seguridad Informática mediante el ciclo PDCA. Incluye un encabezado principal que invita a implementar, evaluar y mejorar estos sistemas con herramientas especializadas, acompañado de dos botones de acción: "Ver: Herramientas" y "Demo Gratis". En la sección inferior, "Herramientas por Fase del Ciclo PDCA", se organizan recursos específicos para cada etapa del proceso (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), permitiendo a los usuarios seleccionar soluciones adaptadas a necesidades concretas como la planificación de controles, la ejecución de políticas, la auditoría continua o la mejora de protocolos.



Fig. 4. Página de las herramientas profesionales para SGSI

Los resultados de la prueba de usabilidad se presentan en la fig. 5, la gráfica presenta la evaluación de nueve atributos críticos en la implementación de Sistemas de Gestión de Seguridad Informática (SGSI), alineados con el ciclo Deming (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) para garantizar una mejora continua. Seguridad (9/10) destaca como la característica mejor valorada, evidenciando una priorización robusta en la protección de datos, mitigación de riesgos y cumplimiento de principios como confidencialidad, integridad y resistencia. Le siguen Fiabilidad (8.9/10), con una sólida disponibilidad del sistema, tolerancia a fallos y protocolos eficaces de recuperación ante incidentes, y Protección (8.9/10), que refleja medidas operativas restrictivas, identificación precisa de riesgos e integración segura. Estos resultados sugieren un enfoque maduro en la gestión de amenazas, aunque persisten oportunidades de optimización en aspectos como la adaptabilidad funcional y la interoperabilidad.

En niveles intermedios, Adecuación Funcional (8.8/10) y Mantenibilidad (8.8/10) muestran un cumplimiento eficiente de requisitos operativos, modularidad y capacidad de pruebas, aunque requieren avances en corrección funcional, reutilización de componentes y análisis de impacto ante cambios. Eficiencia de Desempeño (8.7/10) y Capacidad de Interacción (8.7/10) registran un manejo adecuado de recursos y usabilidad, pero exigen mejoras en rendimiento bajo alta demanda, auto-documentación del sistema y asistencia al usuario. Finalmente, Flexibilidad (8.7/10) y Compatibilidad (8.6/10) —esta última con la puntuación más baja— revelan desafíos en escalabilidad, instalación de componentes e interoperabilidad, lo que subraya la necesidad de fortalecer la coexistencia con plataformas heterogéneas para evitar cuellos de botella en integraciones futuras.

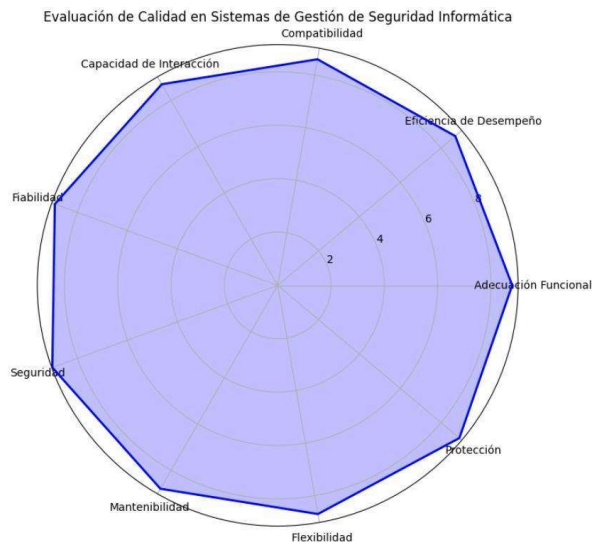


Fig. 5. Gráfica de los resultados de usabilidad del objeto de aprendizaje

5 Conclusiones

La prueba de usabilidad al Objeto de Aprendizaje evidencia que la seguridad y la fiabilidad constituyen los pilares del objeto de aprendizaje, reforzando aspectos críticos como la confidencialidad de los datos, la resistencia ante amenazas y la recuperación eficiente ante incidentes. Estos atributos no solo validan la solidez del modelo propuesto, sino que también resaltan su alineación con estándares internacionales de gestión de riesgos, un factor indispensable en entornos donde la integridad de la información es prioritaria.

No obstante, el análisis identifica oportunidades estratégicas en compatibilidad, eficiencia de desempeño y flexibilidad, áreas donde optimizar la interoperabilidad con sistemas heterogéneos, escalar recursos bajo demanda y agilizar la integración de componentes podría incrementar la competitividad técnica del sistema. Aquí, el Ciclo Deming emerge como un marco esencial: su enfoque iterativo (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) permitirá abordar estas brechas mediante ajustes progresivos, mediciones objetivas de rendimiento y actualizaciones adaptativas. De esta manera, se garantiza no solo un objeto de aprendizaje más robusto y eficiente, sino también uno capaz de evolucionar ante nuevos desafíos tecnológicos y operativos.

Esta evaluación, centrada en medir la aceptación y eficacia del recurso educativo, permitió recopilar datos clave sobre la experiencia de los usuarios, integrando perspectivas de dos instituciones académicas para garantizar una aproximación diversa y representativa a los estándares de usabilidad en entornos formativos.

Referencias

- ADL Initiative. (2023). xAPI: Transforming learning experiences through data. <https://xapi.com/whitepapers/>
- Alenezi, M., & Faisal, M. H. (2020). Leveraging learning objects in cybersecurity education: A systematic review. *IEEE Access*, vol. 8, 214347-214362. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3041022>
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincón, H. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Revista de Educación a Distancia*, (17). Recuperado de: <https://www.um.es/ead/red/17>
- Colomé, D. (2019). Objetos de Aprendizaje y Recursos Educativos Abiertos en Educación Superior. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, vol. 69, 89-101. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.69.1221>
- Fernández, A., & Fernández-Cardenosa, B. (2022). Gamified learning objects for cybersecurity awareness: A case study in SMEs. *Computers & Education*, vol. 189, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104591>
- Khan, R., & Khan, S. (2021). PDCA cycle in cybersecurity: A systematic approach for organizational resilience. *Journal of Information Security and Applications*, vol. 63, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2021.103015>

- López, J., & Torres, A. (2020). *Gestión de la seguridad de la información en las organizaciones*. Ediciones Académicas.
- López, R. A. (2017). *Sistema de gestión de la seguridad informática*. Fundación Universitaria del Área Andina.
- Martínez, F. (2019). *El nuevo oficio del investigador educativo. Una introducción metodológica*. Universidad Autónoma de Aguascalientes
- Mauri, T., Onrubia, J., Coll, C., & Colomina, R. (2016). La Calidad de los contenidos educativos reutilizables: diseño, usabilidad, y prácticas de uso. *RED Revista de Educación a Distancia*, vol. 50, 1-9. <http://dx.doi.org/10.6018/red/50/8>
- Moodle Pty Ltd. (2023). *Moodle 4.0: Enhancing security training through LMS*. <https://moodle.com/analytics/reports/2023-lms-trends/>
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2023). Cybersecurity framework version 2.0: Draft for public comment. <https://www.nist.gov/cyberframework>
- Suárez, D. (2019). *Normas ISO y seguridad informática: implementación del SGSI*. Alfaomega Grupo Editor.
- Wharrad, H. (2022). Principles for designing, using and sharing reusable learning objects. 360ViSi. <https://360visi.eu/2022/09/05/principles-for-designing-using-and-sharing-reusable-learning-objects/>
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2021). *Principles of Information Security* (7th ed.). Cengage Learning.

Capítulo 13

Co-simulación analógica de sistemas LIT virtualizados para experiencias educativas de sistemas de control

Alejandro Carlos Pérez Flores¹, Jesús Darío Mina Antonio²

¹ Universidad Veracruzana

Facultad de Instrumentación Electrónica

² Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Departamento de Ingeniería Electrónica

alejandperez@uv.mx, jesus.ma@cenidet.tecnm.mx

Resumen. La inducción a las técnicas, métodos y procedimientos de la teoría de sistemas de control retroalimentado forma parte fundamental de los planes de estudio de los programas de licenciatura en ingeniería. Las herramientas de simulación por computadora son recursos ampliamente empleados para proporcionar entendimiento a la comunidad estudiantil. Estos recursos se han extendido, en varias instituciones, realizando esfuerzos por la puesta en marcha de plantas y procesos piloto en sus unidades de laboratorio. En este trabajo se propone una herramienta complementaria basada en la virtualización de una planta o proceso lineal e invariante en el tiempo, implementada en un dispositivo programable de propósito general. Con ello se pretende proporcionar un modelo interactivo de implementación sencilla, flexible y parametrizable, que pueda aprovecharse en entornos académicos para la enseñanza práctica de tópicos de sistemas de control retroalimentado. El enfoque desarrollado proporciona ventaja debido a que se evita la aplicación de equipo de modelado y virtualización especializado, más bien emplea dispositivos programables de propósito general. Para ello se propone la virtualización de modelos de parámetros agrupados para sistemas lineales discretizados mediante la implementación de ecuaciones en diferencias lineales. Se describen lineamientos para incluir los factores de conversión analógico a digital y digital a analógico y así permitir que el modelo virtualizado pueda aplicarse tanto en experiencias de control analógico como en experiencias de control digital. El análisis y la implementación de un caso de estudio muestran la factibilidad del enfoque y permite observar el potencial de la propuesta aplicada en entornos académicos de ingeniería.

Palabras clave: co-simulación, sistema de control lineal, virtualización.

1. Introducción

Las experiencias educativas de Ingeniería de Control Clásico, Teoría de Control, Sistemas de Control, entre otras asignaturas del área, son comunes en los programas de ingeniería en los que miles de estudiantes mexicanos se preparan cada año. Para complementar la intensiva carga teórica de estas experiencias, las instituciones y sus docentes buscan estrategias que provean de una visión práctica y permitan la aplicación de los conceptos teóricos mediante una didáctica dinámica e interactiva. Por un lado, el desarrollo de prácticas de laboratorio sobre plantas piloto proporciona experiencias desafiantes a la comunidad estudiantil. Sin embargo, la variedad de escenarios es reducido pues se depende de las propias características de la planta piloto y las prácticas pueden volverse repetitivas o generacionalmente aprendidas. Por otro lado, el modelado y la simulación por computadora amplía la variedad de escenarios de aplicación, pues los sistemas estudiados se parametrizan y se pueden modificar con facilidad, lo que en fin de cuentas permite estudiar casos que, en ocasiones, no podrían aplicarse de forma segura en una planta física. Sin embargo, esta flexibilidad pierde su impacto educativo cuando no se hace una conexión física del escenario simulado y se alcanza un bajo nivel de desafío para la comunidad estudiantil.

El enfoque de virtualización de sistemas se ha aplicado para modelar el comportamiento de una planta o proceso desde hace varios años (Machado et al, 2021), (Menghal et al., 2011), (Zhang et al., 2021). Actualmente, existen varias plataformas comerciales que ofrecen esta funcionalidad para crear laboratorios virtuales e híbridos en distintos contextos. Típicamente, estas plataformas son equipo especializado con capacidades de ejecución de modelos discretizados de gran complejidad en tiempo real. Aunque tales características resultan bastante productivas en entornos de investigación y desarrollo, su adquisición es poco justificable para aplicarse en experiencias educativas de licenciatura e ingeniería.

En este trabajo se desarrolla una propuesta de metodología para la virtualización de una planta o proceso a partir de su modelo de parámetros agrupados. Se parte de un modelo parametrizable, causal, lineal e invariante en el tiempo (LIT) y se alcanza la implementación de ese modelo en un dispositivo microcontrolador programable de propósito general. Por esta implementación, la virtualización tiene el potencial de incluirse en las experiencias educativas de licenciatura de forma sencilla sin los requerimientos y costos asociados a la adquisición de plataformas especializadas. Así, se amplía la oferta de opciones de recursos académicos para los cuerpos docentes de Sistemas de Control (Oliveira et al., 2019), (Menghal et al., 2012). La Fig. 1 muestra un resumen gráfico de la propuesta del trabajo.

El reporte se desarrolla siguiendo la estructura que a continuación se detalla: la Sección 2 describe el modelado y discretización de sistemas LIT, en una modalidad similar a la empleada en la implementación de filtros digitales; además se establecen los lineamientos para incluir la conversión analógico a digital y digital a analógico en el proceso de modelado, de manera que la virtualización pueda aplicarse en experiencias analógicas y se

propone un flujo de programa para implementarla en la plataforma de microcontrolador de propósito general; la Sección 3 analiza un caso de estudio general para virtualizar y co-simular un sistema lineal; se describe la implementación del caso de estudio y algunos resultados de co-simulación; la Sección 4 plantea una breve discusión de resultados y conclusiones.

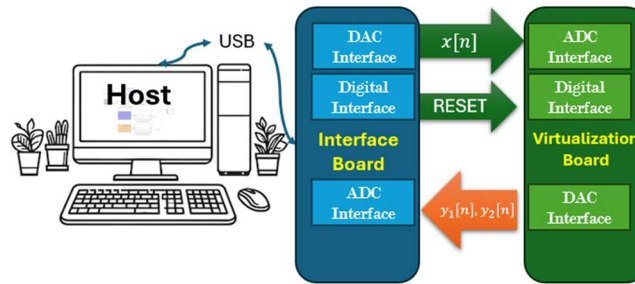


Fig. 1. Resumen gráfico de la propuesta de co-simulación analógica.

2. Proceso de virtualización

El proceso de virtualización de sistemas LIT aplica la representación mediante función de transferencia en el dominio de la variable compleja s , transformada desde el dominio continuo al dominio discreto, en el dominio de la variable compleja z (ver Fig. 2). Para ello se aplican técnicas de discretización que usualmente se utilizan en la implementación de filtros digitales (Goncharov et al., 2015).

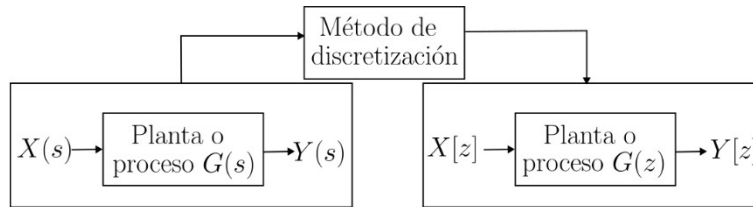


Fig. 2. Transformación de un modelo continuo a un modelo discreto de planta o proceso.

Esencialmente, la función de transferencia de tiempo continuo, $G(s)$, expresada como una función racional de la frecuencia s continua se transforma por métodos de discretización como: método de Euler, transformación bilineal, invariancia al impulso, entre otros, para obtener una función racional de la frecuencia z discreta, $G(z)$.

Para los propósitos de la virtualización del sistema bajo análisis, resulta relevante que al aplicar la transformada Z inversa a $G(z)$ se obtiene una ecuación en diferencias cuya implementación permite calcular la respuesta de la salida en función de la señal de entrada.

Esta señal de salida resulta ser una función de la suma recursiva de los tiempos presentes y pasados de la entrada y de la salida ponderados por coeficientes específicos, R_i y S_i , descrito de forma general a continuación:

$$\begin{aligned} y[n] &= Z^{-1}\{Y(z)\} \\ &= \sum_{i=0}^{N_1} R_i x[n-i] - \sum_{i=1}^{N_2} S_i y[n-i]. \end{aligned} \quad (1)$$

Entonces, la especificación de cierto modelo particular sólo depende de la selección y cálculo de los coeficientes de ponderación de las sumas recursivas de (1). Para la implementación es importante considerar el método de entrada y de salida de las señales en la plataforma empleada. En este trabajo se propone el uso de conversiones analógico a digital y digital a analógico, con el fin de ampliar la utilidad dentro de entornos prácticos del proceso virtualizado.

Considerando que se busca que el sistema virtualizado posea una interfaz analógica y que el hardware comúnmente empleado está compuesto por un convertidor analógico a digital (ADC) y un convertidor digital a analógico (DAC), el resultado es que el sistema virtualizado tendrá una interfaz de voltaje a la entrada y otra de voltaje a la salida. Dado que distintos convertidores tendrán distintas características de interfaz, se propone una homogeneización numérica de tales características a modo de normalizar la consideración de las cantidades de operación de las señales de entrada y salida del sistema virtualizado. En ese sentido, en la selección del microcontrolador que se utilice para la virtualización, se propone: contar con al menos un canal ADC, contar con al menos un canal DAC y registrar la información de resolución y rangos de voltaje de los canales de los convertidores para la normalización de las interfaces de entrada y salida.

De acuerdo con lo anterior, debe realizarse una operación de mapeo entre los valores reales del sistema LIT (especificados como un rango de entrada, $[XMIN, XMAX]$, y un rango de salida, $[YMIN, YMAX]$) y los valores de voltaje de los canales convertidores ADC y DAC empleados. Si se realiza el mapeo de forma adecuada, se puede asegurar que las señales de entrada y salida, $x[n]$, $y[n]$ respectivamente, sean correctamente reproducidas y empleadas por el sistema virtualizado sin alcanzar saturación o sobrecarga de los convertidores de voltaje.

Aquí se considera un mapeo donde la interfaz DAC a ADC no corresponde a los mismos niveles de voltaje, por lo que se requiere generar expresiones de apoyo a este mapeo. Así, se considera como información relevante la resolución del ADC, ADCRES, y la del DAC, DACRES, así como los rangos de voltaje de entrada al ADC, $[ADCVMIN, ADCVMAX]$ y del DAC, $[DACVMIN, DACVMAX]$. Sea ADCREG el registro de almacenamiento digital del canal de entrada ADC, la relación entre este registro y el valor de entrada al sistema está dado por la expresión:

$$x[n] = (ADCREG - X_{of})X_{rn} + XMIN, \quad (2)$$

donde X_{of} es el offset de voltaje generado por el canal de salida del DAC:

$$X_{of} = DACVMIN \times ADC_k, \quad (3)$$

y ADC_k es el menor cambio registrable por el ADC, respecto del rango del convertidor:

$$ADC_k = \frac{ADCRES}{ADCVMAX - ADCVMIN}. \quad (4)$$

En (2), el mapeo de valores requiere el cálculo del coeficiente de conversión DAC a ADC, X_{rn} , dado por la expresión:

$$X_{rn} = \frac{XMAX - XMIN}{ADC_k \times (ADCVMAX - ADCVMIN)}. \quad (5)$$

En el caso de la conversión de salida, sea DACREG el registro de almacenamiento digital del DAC, la relación entre este registro y el valor de salida del sistema está dado por:

$$DACREG = \frac{(y[n] - YMIN)}{YMAX - YMIN} (DACRES - 1). \quad (6)$$

El mapeo al que refieren las expresiones (2) a (6), junto con la ecuación (1), proporcionan la especificación de implementación del sistema virtualizado analógico, en relación con la función de transferencia $G(s)$ del sistema a virtualizar. Este mapeo permite normalizar las unidades de las señales de entrada y salida dentro de un entorno de co-simulación, de manera que en dicho entorno exista correspondencia entre las magnitudes de sus señales y los niveles de voltaje reales de la plataforma de implementación.

Por último, se propone el flujo básico del programa de microcontrolador que, en su estructura más simple, permite la virtualización del sistema con entrada y salida analógica. La propuesta expone que al menos se incluya una etapa de inicialización y otra etapa de procesamiento. En lo correspondiente a la etapa de inicialización, el seudo programa propuesto se proporciona a continuación:

1. Definir los parámetros del modelo de función de transferencia del sistema a virtualizar $G(s)$.
2. En función del método de discretización empleado, definir los parámetros de discretización (p.e. periodo de muestreo, los coeficientes R_i y S_i , entre otros).
3. Configurar (según la plataforma de hardware) los ADC y DAC periféricos.
4. Configurar la base de tiempo periódica (periodo de muestreo).

En cuanto a la etapa de procesamiento, la sección de programa que se ejecutará cada periodo o ciclo de muestreo, el seudo programa mínimo describe lo siguiente:

1. Leer el registro $ADCREG$ e interpretar, mediante mapeo, la entrada $x[n]$.
2. Calcular el valor $y[n]$ correspondiente, de acuerdo con (1).
3. Mapear la salida $y[n]$ en el registro DACREG y escribir la salida para el DAC.

En conjunto, la aplicación de un método de discretización de la función de transferencia de la planta o proceso, la consideración de rangos y voltajes de las interfaces de conversión analógico a digital y digital a analógico y el flujo de programa que han sido propuestos permiten la virtualización de un sistema LIT en una plataforma electrónica basada en

microcontrolador con la que se puede interactuar en tiempo real. En entornos académicos, esta funcionalidad ofrece el potencial de proporcionar un sistema parametrizable y dinámico con capacidad de realizar distintos trabajos teóricos y prácticos. En la siguiente Sección, se proporciona un caso de estudio, a modo de ilustrar la funcionalidad descrita.

3. Co-simulación de un caso de estudio

En esta Sección, se tomará un sistema LIT, tradicional en primeros cursos de Sistemas de Control, para ilustrar la aplicación de la metodología descrita. En una primera etapa se describirá la virtualización de ese sistema y después se describirá un ejercicio de co-simulación del sistema virtualizado en Matlab/Simulink (The MathWorks Inc., 2024).

El sistema representa un modelo de primer orden de parámetros agrupados, $Y_1(s)$, seguido por un segundo sistema, $Y_2(s)$ (ver Fig. 3). Esta construcción aparece continuamente en escenarios académicos. En este caso de estudio pueden observarse dos salidas del sistema virtualizado.

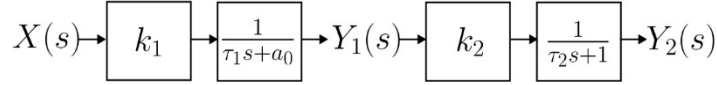


Fig. 3. Sistema LIT para el caso de estudio.

Las funciones de transferencia para estos sistemas están dadas, respectivamente, por:

$$G_1(s) = \frac{Y_1(s)}{X(s)} = \frac{k_1}{\tau_1 s + a_0}, \quad G_2(s) = \frac{Y_2(s)}{Y_1(s)} = \frac{k_2}{\tau_2 s + 1} \quad (7)$$

Al aplicar la transformación bilineal como método de discretización de (7), las funciones discretizadas, representadas en la forma general de (1), permiten determinar la ecuación en diferencias para las salidas $y_1[n]$ y $y_2[n]$, respectivamente dadas por:

$$\begin{aligned}
 y_1[n] &= P_0 \left\{ x[n] + x[n-1] - \frac{(a_0 - \tau_1 K)}{k_1} y_1[n-1] \right\}, \\
 y_2[n] &= Q_0 x[n] + 2Q_0 x[n-1] + Q_0 x[n-2] \\
 &\quad - \frac{2Q_0}{k_1 k_2} (a_0 - \tau_1 \tau_2 K^2) y_2[n-1] \\
 &\quad - \frac{Q_0}{k_1 k_2} [\tau_1 \tau_2 K^2 - (\tau_1 + a_0 \tau_2) K + a_0] y_2[n-2],
 \end{aligned} \quad (8)$$

donde K es la constante de muestreo de la transformación bilineal, típicamente igual al doble de la frecuencia de muestreo. Las constantes involucradas en (8) son:

$$P_0 = \frac{k_1}{a_0 + \tau_1 K}, \quad Q_0 = \frac{k_1 k_2}{\tau_1 \tau_2 K^2 + (\tau_1 + a_0 \tau_2) K + a_0}, \quad K = \frac{2}{T_s} \quad (9)$$

En este trabajo, se implementó (8) en una tarjeta de desarrollo de Arduino Due, basado en un microcontrolador ARM Cortex-M3 de 32 bit operando a 84 MHz. Se empleó uno de los doce canales de ADC de 12 bit con un rango de voltaje de entrada de 0V a 3.3V. Al mismo tiempo, se emplearon los dos canales de DAC de 12 bit y un rango de voltaje de salida de 0.55V a 2.75 V. Estos valores permiten realizar el mapeo de valores de acuerdo con las expresiones (2) a (6).

Se preparó un ejercicio de co-simulación aplicando Matlab-Simulink empleando una segunda tarjeta Arduino Due como interfaz digital a analógico de una computadora. La salida de esta interfaz se conectó como entrada al sistema virtualizado y la salida del sistema se capturó nuevamente para ingresar las mediciones a la computadora.

En la Fig. 4.a se muestra un primer ejercicio de co-simulación donde se evalúa la respuesta al escalón unitario del sistema virtualizado. Para esta prueba se consideraron los parámetros $\tau_1 = 5$ s y $\tau_2 = 2$ s, $k_1 = k_2 = 1$, $a_0 = 1$, $T_s = 0.05$ s y los rangos $[XMIN, XMAX] = [YMIN, YMAX] = [-0.4, 1.4]$ como valores de escala para la simulación, como un ejemplo de respuestas de primer orden y de segundo orden sobreamortiguada. En la parte b de la Fig. 4 se observa el resultado simultáneo del comportamiento de las salidas en tiempo real. Es notable que los parámetros temporales y de ganancia se reproducen como se espera mediante análisis.

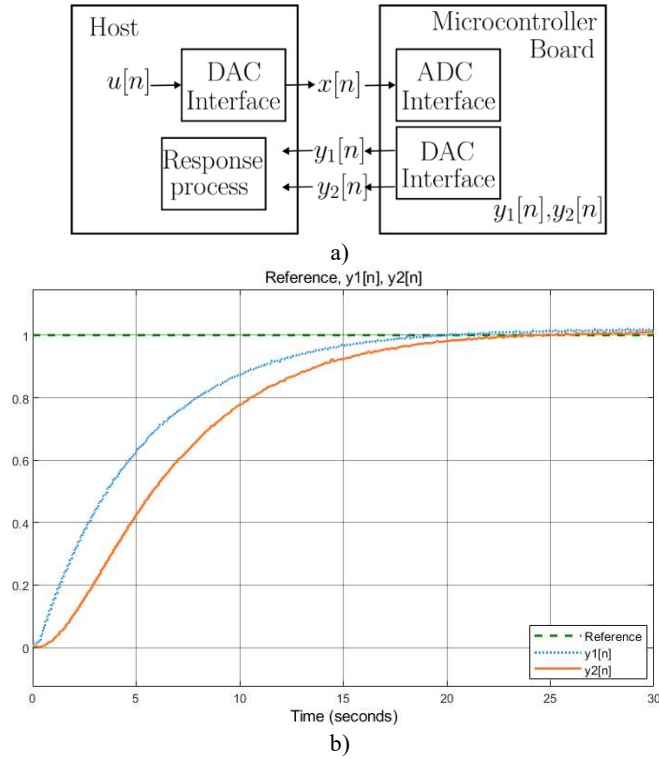


Fig. 4. a) Modelo de co-simulación del sistema en lazo abierto y b) su respuesta al escalón unitario.

A continuación, se realizó un segundo ejercicio donde se utilizó conexión retroalimentada sin compensador en Simulink (ver Fig. 5.a) sólo de la salida $y_2[n]$. Para observar una respuesta típica de sistema estándar de segundo orden subamortiguada, se consideraron los parámetros $\tau_1 = 5$ s y $\tau_2 = 3$ s, $k_1 = 3$, $k_2 = 1.8$, $a_0 = 1$ y $T_s = 0.05$ s. En el resultado de la parte b de la Fig. 5. pueden analizarse y medirse parámetros como los tiempos de subida, de pico y de retardo, así como la magnitud del sobretiro, entre otros. Se advierte en el ejemplo la necesidad de diseñar un compensador para mejorar los parámetros de la respuesta.

Para esta simulación se mantiene la respuesta en tiempo real, lo que sugiere que la virtualización implementada puede cumplir con el propósito de emular a un sistema real.

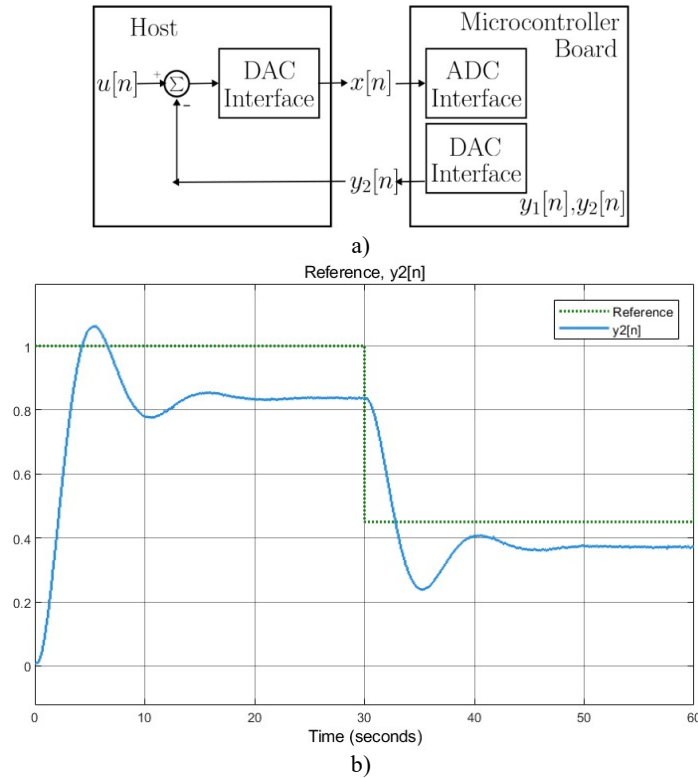


Fig. 5. a) Modelo de co-simulación del sistema en lazo cerrado y b) su respuesta al escalón unitario.

4. Conclusiones

En este reporte se presentó una propuesta de metodología de virtualización de sistemas LIT en una tarjeta de desarrollo basada en un microcontrolador de propósito general. En resumen, se planteó la discretización de una función de transferencia expresada por la transformada de Laplace, aquí aplicando el método de Transformación Bilineal, para alcanzar la descripción de la salida del sistema LIT como una ecuación en diferencias lineal. Se aplicó un mapeo de valores considerando las características de los convertidores analógico a digital y digital a analógico de la tarjeta de desarrollo y se describió un flujo de programa mínimo para la implementación de la ecuación en diferencias de la salida.

Se aplicó la metodología propuesta a un caso de estudio cuya función de transferencia es de uso común en contextos académicos de enseñanza de Sistemas de Control. Los resultados validaron la metodología y permiten identificar la propuesta como una alternativa complementaria a los esfuerzos didácticos disponibles en la docencia de estos

temas. Por una parte, la característica de ejecución analógica resulta atractiva y flexible pues permite emplear el sistema virtualizado en escenarios plenamente analógicos, interactuando a nivel de señales de voltaje con otros dispositivos como amplificadores operacionales o generadores de señales comerciales en tiempo real. Por otro lado, la cualidad paramétrica de la virtualización otorga flexibilidad y dinamismo a la implementación pues se puede modificar el comportamiento de la planta simulada sólo modificando los coeficientes de la función de transferencia del modelo virtualizado.

Referencias

- Soprano Machado, G., Melo de Carvalho, M., Valente de Bessa, I., Paiva de Medeiros, R. L., & Ferreira de Lucena Jr, V. (2021). Virtual setup - automatic virtualization of industrial plants for didactic purposes. *ICERI Proceedings*, 1, 4295–4301. <https://doi.org/10.21125/iceri.2021.0996>
- Menghal, P. M., & Laxmi, A. J. (2011). Real time simulation: A novel approach in engineering education. *2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology*, 215–219. <https://doi.org/10.1109/icectech.2011.5941592>
- Zhang, X., Li, R., Wang, Y., & Manandhar, U. (2021). Digital twin real-time hybrid simulation platform for engineering education in Renewable Energy. *2021 31st Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/aupec52110.2021.9597748>
- Oliveira, Y. F., La-Gatta, F. A., Ferreira, R. A., & Rodrigues, M. C. (2019). Development of a FPGA-based real-time simulation system. *2019 IEEE 15th Brazilian Power Electronics Conference and 5th IEEE Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/cobep/spec44138.2019.9065363>
- Menghal, P. M., & Laxmi, A. J. (2012). Real time simulation: Recent progress & Challenges. *2012 International Conference on Power, Signals, Controls and Computation*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/epsicon.2012.6175278>
- Goncharov, V., Sokolova, E., Kudryavtsev, A., & Song, J. (2015). The transformation of continuous transfer function in discrete. *2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*, 585–588. <https://doi.org/10.1109/cicn.2015.120>
- The MathWorks Inc. (2024). MATLAB version: 24.1.0.2603908 (R2024a) Update 3, Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc. <https://www.mathworks.com>

Índice de Autores

Nombre del autor	Nacionalidad	
Abraham Sánchez López	Mexicana	
Aideé Peña Martín	Mexicana	
Aldair Rufino Toribio Olmedo	Mexicana	
Alejandro Carlos Pérez Flores	Mexicana	
Anabelem Soberanes Martín	Mexicana	
Armando Lozano Rodríguez	Mexicana	
Carlos Leopoldo Carreón Díaz	Mexicana	
Claudia Zepeda Cortés	Mexicana	
Cristina Juárez Landín	Mexicana	
Daniel Marcelo González Arriaga	Mexicana	
David Constantino Gutiérrez Gutiérrez	Mexicana	
Dorian Ruiz Alonso	Mexicana	
Edgar Serrano Pérez	Mexicana	
Etelvina Archundia Sierra	Mexicana	
Fabián Soberanes Martín	Mexicana	
Gudelia Pilar Pérez Conde	Mexicana	
Hilda Castillo Zacatelco	Mexicana	
Ismael Esquivel Gámez	Mexicana	
Jesús Darío Mina Antonio	Mexicana	
Jonathan Fernández Flores	Mexicana	
Jorge de la Calleja Mora	Mexicana	
José Luis Carballido Carranza	Mexicana	
José Luis Castillo Mendoza	Mexicana	
José Luis García Cue	Mexicana	
José Ramón Silverio García Ibarra	Mexicana	
Luis Carlos Garay Becerra	Mexicana	
Luis René Marcial Castillo	Mexicana	
Marcela Rivera Martínez	Mexicana	
Marco Alberto Mendoza Pérez	Mexicana	
Marco Antonio Algalán Martínez	Mexicana	
Mario Rossainz López	Mexicana	
Marisol Huitzil Juárez	Mexicana	
Martín Guerrero Posadas	Mexicana	
María Auxilio Medina Nieto	Mexicana	Editora
María Deysi Tapia Álvarez	Mexicana	
María José Llerena Rendón	Mexicana	
María Teresa Torrijos Muñoz	Mexicana	
Miriam Salcedo Haro	Mexicana	

Mónica Celis Guzmán
Nancy Araceli Olivares Ruiz
Rebeca Rodríguez Huesca
Yesenia Pérez Reyes

Mexicana
Mexicana
Mexicana
Mexicana

Compiladoras

María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilarino Ayala

Revisores

Abraham Sánchez López
Adriana Mexicano Santoyo
Beatriz Beltrán Martínez
Darnes Vilariño Ayala
Eugenia Erica Vera Cervantes
Francisco Guillermo Gutiérrez
Georgina Flores Becerra
Gudelia Pilar Pérez Conde
Jesús Carlos Carmona Frausto
Mario Rossainz López
Martín Guerrero Posadas
María Auxilio Medina Nieto
María Teresa Torrijos Muñoz
Meliza Contreras González
Omar Flores Sánchez
Pablo Martín González
Rebeca Rodríguez Huesca
Reyna Carolina Medina Ramírez

Editoras

María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilariño Ayala

Objetos de aprendizaje en la práctica docente:
uso de la tecnología centrada en el estudiante
Coordinadores de la publicación:
María Auxilio Medina Nieto
Darnes Vilarriño Ayala
A partir de julio de 2026
Formato: Digital
Peso del archivo: 6 MB

