

# Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual

Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza

Editores



# Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual

# Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual

Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza  
**Coordinadores**



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Computación  
2021

Primera Edición **2021**  
ISBN BUAP: 978-607-525-776-1

DR © Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
4 Sur 104, Col. Centro Histórico, Puebla, Pue. CP 72000  
Teléfono: 01 (222) 229 55 00  
[www.buap.mx](http://www.buap.mx)

Dirección General de Publicaciones  
2 norte 1404, Col. Centro Histórico, Puebla, Pue. CP. 72000  
Teléfono: 01 (222) 246 85 59 y 01 (222) 55 00 Ext. 5768  
[publicaciones.buap.mx](http://publicaciones.buap.mx)

Facultad de Ciencias de la Computación  
14 sur esq. Con Av. San Claudio  
Ciudad Universitaria, Puebla, Pue.  
Telfonos: 01 (222) 229 55 00 Ext. 7200 y 7204  
[www.cs.buap.mx](http://www.cs.buap.mx)

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • *Rector:* José Alfonso Esparza Ortíz • *Secretario General:* Guadalupe Grajales Y Porras • *Vicerrector de Extensión y Difusión de la Cultura:* José Carlos Bernal Suárez • *Director General de Publicaciones:* Hugo Vargas Comsille • *Directora de la Facultad de Ciencias de la Computación:* María del Consuelo Molina García

Hecho en México  
*Made in Mexico*

# Prólogo

Este libro presenta diferentes tópicos de investigación en el área de las tecnologías de la información orientadas al proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles de la educación durante el primer semestre del 2021.

Los capítulos que forman parte de esta obra fueron escritos por investigadores y colaboradores de diferentes instituciones del país. Cabe mencionar que cada capítulo ha sido revisado por expertos en el área. A continuación se menciona la aportación de cada uno de ellos.

En el Capítulo 1 se presenta como objeto de estudio, los parámetros de calidad de servicio en una red móvil a partir del análisis de los datos recibidos; con la finalidad de que el alumno conozca la eficiencia en la transmisión y tome decisiones para mejorar la comunicación. En el Capítulo 2 se presenta el uso y aplicación de una metodología de aprendizaje *Learning by Doing* en la asignatura de Aplicaciones Web; en base a los resultados experimentales se muestra una mejora en el desempeño académico de los alumnos que la aplican. En el Capítulo 3 los autores proponen una alternativa para organizar el contenido de los repositorios de los objetos de aprendizaje, con la finalidad de mejorar la reutilización de los mismos. En el Capítulo 4 se presenta un estudio, a partir de la evaluación de un cuestionario, para identificar las etapas del procesamiento cognitivo alcanzable por estudiantes preuniversitarios y a nivel secundaria en la materia de Física en el tema de caída libre. En el Capítulo 5 se presenta un estudio que mide la efectividad del uso de una herramienta, Facebook, para la educación a distancia en la formación de niños ciegos en el periodo de cuarentena. En el Capítulo 6 se presenta un análisis para afinar los hiperparámetros que utiliza el algoritmo MLKNN para mejorar el desempeño de la clasificación multi-etiqueta de comentarios que recibe el estudiante, a través del modelo de retroalimentación propuesto por Hattie y Tiemperlay. En el Capítulo 7 se propone un objeto de aprendizaje abierto en una aplicación controlada por un sistema híbrido como recurso m-learning. En el Capítulo 8 se presenta un objeto de aprendizaje, como recurso digital, para niños de segundo nivel de primaria con discapacidad visual en la materia de Lengua Materna para el tema de relatos y leyendas. Por otro lado, en el Capítulo 9 se presenta un objeto de aprendizaje virtual, un videojuego educativo, para el proceso de enseñanza de las Leyes de Newton en la asignatura de Física. En el Capítulo 10, los autores dan a conocer los códigos y tipos de lenguajes que fueron usados para la creación de contenido digital educativo para niños ciegos y/o débiles visuales de tercer grado de primaria. En el Capítulo 11 se presenta la forma de automatizar la selección de reactivos, en base a niveles de dificultad, para la elaboración de exámenes. En el Capítulo 12 se presenta una herramienta para la evaluación de la calidad de los metadatos de un objeto de aprendizaje. Por último, en el Capítulo 13 se presenta el diseño y desarrollo de una aplicación móvil, con la finalidad de disminuir los

tiempos de cálculos de los cultivos utilizados en las prácticas de laboratorio de la asignatura de microbiología, de la Facultad de Ciencias Químicas.

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 y a todos aquellos cuya participación contribuyó a la publicación de este libro.

Los editores,  
Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza



# Índice general

<b>Prólogo</b> .....	IV
<b>Capítulo 1.</b> Calidad de Servicio como Objeto de Aprendizaje en las Redes Vehiculares .....	1
<i>Sergio Josué Maldonado Calcáneo, Edna Iliana Tamariz Flores, Richard Torrealba Meléndez, Mario López López</i>	
<b>Capítulo 2.</b> Learning by Doing. Aprender Diseño Ágil de Sistemas Software haciendo Aplicaciones Web .....	8
<i>Mario Rossainz López, Mireya Tovar Vidal, Luís Ángel Herrera Maldonado, Isaías de Jesús Santiago Salazar</i>	
<b>Capítulo 3.</b> Objetos digitales de aprendizaje (ODA's). Las lecciones de la pandemia .....	18
<i>Jorge A. Hernández Perales, Ma. Esperanza Pérez-Cordoba Sánchez</i>	
<b>Capítulo 4.</b> Enseñanza de conceptos de cinemática: identificación de las etapas de su procesamiento cognitivo y el uso de Tracker como herramienta didáctica .....	28
<i>Melina Gómez Bock, Marcela D'Alva Patiño, Amanda M. Bejarano Huertas, José M. Monterrosas Romero</i>	
<b>Capítulo 5.</b> La apropiación de Facebook como herramienta didáctica de profesores en la educación de niños ciegos durante el periodo COVID19: Recurso Leyendas Indígenas .....	40
<i>Fátima Berenice Ruiz Camacho, Raquel Espinosa Castañeda</i>	
<b>Capítulo 6.</b> Afinación de hiper-parámetros del algoritmo MLKNN para la clasificación multi-etiqueta de retroalimentaciones en cursos en línea .....	50
<i>Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza</i>	
<b>Capítulo 7.</b> Objeto de Aprendizaje Abierto en un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning .....	60
<i>José Luis García Cué, Saira Edith Márquez de la Cruz, José Manuel Meraz Escobar, Reyna Carolina Medina Ramírez, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, Rosalva Ruiz Ramírez</i>	
<b>Capítulo 8.</b> Recursos digitales para la enseñanza de niños con discapacidad visual de nivel primaria .....	70
<i>Raquel Espinosa Castañeda, Mariana Vázquez Alonso</i>	



<b>Capítulo 9.</b> Videojuego Educativo de las Leyes de Newton, un Objeto de Aprendizaje Virtual .....	79
<i>Rafael Espinosa Castañeda, Carolina Yolanda Castañeda Roldán, Marbella Muñiz Sánchez, Rafael Meza García, Melina Gómez Bock</i>	
<b>Capítulo 10.</b> Contenidos educativos digitales para niños ciegos .....	89
<i>Hazel Galilea Luna Melendez, Raquel Espinosa Castañeda</i>	
<b>Capítulo 11.</b> Similaridad aplicada a la generación automática de exámenes .....	99
<i>Georgina Flores Becerra, Reyna Carolina Medina Ramírez, Omar Flores Sánchez</i>	
<b>Capítulo 12.</b> Una herramienta de validación de la conformidad semántica de objetos de aprendizaje con el estándar IEEE-LOM .....	107
<i>Víctor Hugo Menéndez Domínguez</i>	
<b>Capítulo 13.</b> MicrobING: Una aplicación móvil para calcular soluciones de cultivo .....	117
<i>Marcela Rivera Martínez, Luis René Marcial Castillo, José Roberto Tecotl Tlahuice</i>	
<b>Índice de autores</b> .....	124
<b>Compiladores</b> .....	125
<b>Revisores</b> .....	126
<b>Editores</b> .....	127

# Capítulo 1

## Calidad de Servicio como Objeto de Aprendizaje en las Redes Vehiculares

Sergio Josué Maldonado Calcáneo<sup>1</sup>, Edna Iliana Tamariz Flores<sup>1</sup>,  
Richard Torrealba Meléndez<sup>2</sup>, Mario López López<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Computación

<sup>2</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Electrónica

`sergiomaldonadocalcaneo@gmail.com, iliana.tamariz@correo.buap.mx,  
richard.torrealba@correo.buap.mx, mario.lopezlop@correo.buap.mx`

**Resumen.** El análisis de una red en movimiento conlleva al estudio de la Calidad de Servicio (QoS) para que, mediante diversos parámetros, se logre evaluar la correcta comunicación de los datos en la red. Al considerar una red del tipo Ad-hoc Vehicular (VANET), donde protocolos específicos han sido establecidos, la Calidad de Servicio representa una forma de evaluar los enlaces tan cambiantes que se generan en la red. En este trabajo se presenta la simulación de una red en movimiento proponiendo un prototipo de red vehicular vehículo a vehículo (V2V) y de esta forma analizar la comunicación a través de los parámetros de Calidad de Servicio retardo y paquetes perdidos como objeto de estudio para comprender sus características.

**Palabras Clave:** Calidad de Servicio, VANET, retardo, paquetes perdidos.

### 1 Introducción

El avance tecnológico ha permitido dirigir al Internet de las Cosas (IoT) a un Internet de Vehículos (IoV) el cual considera como base la estructura de una red Ad-hoc Vehicular (VANET). En este tipo de redes IoV, se considera un modelo de multi comunicación para llevar a cabo la conectividad entre vehículos. Los modelos de movilidad representan un papel crítico al considerar la descripción precisa de la movilidad de los vehículos en una red vehicular (Chowdhary y Deep, 2016). A diferencia de otras redes, los nodos en IoV, que son los vehículos, son mucho más restrictivos en términos de su movimiento por la red. Por lo tanto, estos escenarios no se pueden manejar mediante protocolos de red tradicionales.

Por otro lado, el volumen y la velocidad con que se generan los datos de transporte y movilidad en la actualidad han superado con creces las escalas promedio (Torre-Bastida et al, 2018). El análisis de datos en este caso se basa considerando desde la recolección del

dato, convirtiendo el dato en muestras digitales para ser enviada por el medio y finalmente ser procesada por el sistema. Esto se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Proceso para el análisis de datos en la transmisión con QoS.

De acuerdo con lo anterior, para garantizar que el movimiento de los nodos permita una transmisión íntegra y eficiente de los datos recolectados, es importante considerar la medición de parámetros de Calidad de Servicio (*Quality of Service*, QoS).

Siguiendo con la línea de investigación en Herrera et al (2019) y Vásquez et al (2020), donde los objetos de estudios corresponden a IPv6 y la seguridad vial en las Ciudades Inteligentes respectivamente, ambas enfocadas a las redes vehiculares, este trabajo presenta la importancia de considerar los parámetros de Calidad de Servicio como objeto de estudio en una red móvil para analizar los datos recibidos, esto realizado mediante la simulación de una topología tipo malla, con la finalidad de que el estudiante conozca la importancia de considerar qué tan eficiente ha sido la transmisión llevada a cabo y así tomar las consideraciones necesarias para mejorar esa comunicación. Es importante mencionar que este trabajo se encuentra en desarrollo porque su objetivo principal es llevarlo a cabo físicamente, por lo que solamente se presentan los resultados en simulación para mostrar la Calidad de Servicio como objeto de estudio.

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: la sección 2 presenta la Calidad de Servicio en la red móvil, la sección 3 muestra la red móvil de simulación para analizar la QoS, la sección 4 presenta los resultados de la simulación y finalmente, en la sección 5 se encuentran las conclusiones y referencias bibliográficas.

## 2 Calidad de Servicio en la red móvil

Existen trabajos donde se aborda la QoS en las redes, donde se analiza específicamente en una aplicación, como el caso de Balakrishnan et al (2010) que proporcionan una configuración de sistema de QoS de extremo a extremo en una red de monitoreo ambiental que comprende sensores locales y tecnologías de red WiFi. Li et al (2021) consideran una red Body to Body (BBN) en un área bidimensional, donde los nodos móviles se mueven libre y estocásticamente presentan un marco analítico sistemático para la distribución de retardo de extremo a extremo y la tasa de pérdida de paquetes y, en Pramono et al (2017) analizan cómo el rendimiento de WSN se basa en la QoS de dos topologías de WSN que son estrella y multisalto.

En recientes años, con el crecimiento explosivo de la comunicación de datos vehicular, la colisión del canal y otros aspectos decrecientan dramáticamente la QoS en la VANET. Por lo tanto, es necesario mejorar la QoS de cada enlace de la red para garantizar una buena recepción de los datos (Zhou et al, 2020).

Calidad de Servicio definida de acuerdo con la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (Regulatory and Market Environment, 2017), es la “Totalidad de características de un servicio de telecomunicaciones que inciden en su capacidad para satisfacer necesidades declaradas e implícitas del usuario del servicio”.

El tema de QoS puede llegar a ser muy extenso, por lo que en este trabajo se delimita presentando los parámetros de QoS: retardo y paquetes perdidos. A continuación, en la Tabla 1 se definen estos parámetros de acuerdo con Femila y Vijayarangan, (2014).

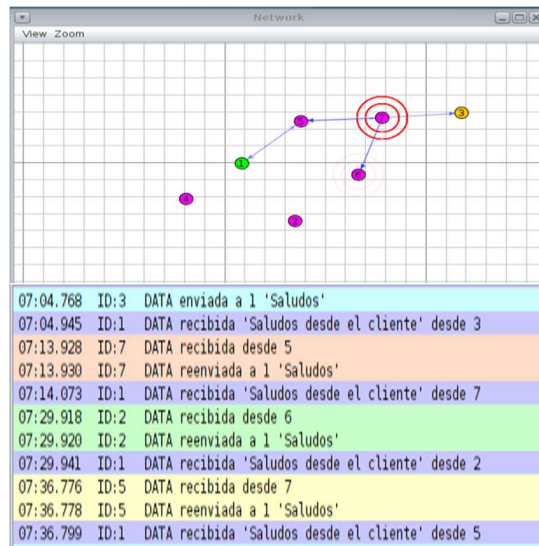
**Tabla 1.** Parámetros de Calidad de Servicio.

Parámetro de QoS	Definición
Retardo	Es el tiempo tomado por los paquetes en la transmisión desde la fuente hasta el destino. Las principales fuentes de retardo más categorizadas son el retardo del procesamiento de la fuente, retardo de propagación, retardo de la red y retardo del procesamiento del destino.
Paquetes perdidos	Este parámetro conocido también como Relación de entrega de paquetes, se utiliza para calcular el número de paquetes transmitidos por el nodo fuente y el número de paquetes recibido por el nodo destino, esto en el tiempo que dure la transmisión en la red. Los paquetes perdidos se definen mediante un porcentaje y miden tanto la corrección como la eficiencia de los protocolos de enrutamiento ad-hoc.

De acuerdo con lo definido anteriormente, la QoS define la garantía de que la transmisión de extremo a extremo se lleve a cabo correctamente. De esta forma, considerando el desempeño de los protocolos de enrutamiento diseñados para una VANET, que dependen y se adaptan a diferentes factores como el modelo de movilidad, la velocidad, la densidad de la red, el tráfico de datos y la topología, son algunos factores que se deben considerar en el momento de implementar una red vehicular (Tamariz y Torrealba, 2020).

### 3 Simulación de la red móvil para analizar la QoS

La simulación de la red móvil se llevó a cabo considerando una red del tipo vehículo a vehículo (Vásquez et al, 2020) en el simulador Cooja del sistema operativo Contiki. Inicialmente, se realizó una simulación para analizar el enrutamiento de los nodos, los cuales se determinaron como transmisor (naranja), receptor (verde) y enrutadores (morado) mostrados en la Figura 2. De esta manera, se envía un mensaje desde el transmisor al receptor pasando por diferentes enrutadores que también representan vehículos, esto con el objetivo de observar la selección del enrutador para la transmisión del mensaje “Saludos”.



**Figura 2.** Simulación transmisor-receptor con enrutadores en una red móvil.

En la Figura 2, se puede observar que todos los nodos enrutadores reciben mensajes, pero solo se establece un enlace de comunicación entre el transmisor y el receptor, que en este caso correspondió a 1-5-7-3. Además, cada vez que un enrutador recibe el mensaje se establece la leyenda de “Saludos desde el cliente ...” para reconocer cada salto de la trayectoria. El término cliente define únicamente el nodo considerando el ID que le corresponde.

A continuación, en la Tabla 2, se presentan los parámetros utilizados en la simulación para obtener las mediciones de los parámetros de QoS.

**Tabla 2.** Parámetros de simulación para la red móvil.

Parámetro	Valor
Núm. de dispositivos	De 4 a 11 nodos
Velocidad máxima de los nodos	5m/s
Métricas de QoS	Retardo y paquetes perdidos
Protocolo de enrutamiento	RPL (Protocolo de enrutamiento IPv6 para redes de baja pérdidas)
Periodo de simulación	30 minutos
Topología	230mx210m
Rango de transmisión	50m

Se definieron diferentes escenarios cambiando el número de dispositivos, es decir, considerando primeramente solo 4 nodos hasta finalmente 11 nodos en la red. Todos ellos en movimiento constante.

#### 4 Resultados de la simulación

En el desarrollo de este trabajo se presentaron pérdidas de enlace debido al movimiento de los nodos generando así más retardo en la conexión entre el transmisor y receptor. Además, se observaron falta de confirmaciones por parte de los enrutadores y eso a su vez, generó paquetes perdidos. Un factor importante en la red en movimiento es la velocidad, ya que inicialmente se establecieron pruebas con nodos estáticos y los parámetros de retardo y pérdida de paquetes presentaron valores cercanos a cero.

En las gráficas mostradas en la Figura 3, el retardo y paquetes perdidos presentan resultados que no corresponden a un valor de incremento constante, es decir, no por el hecho de considerar un mayor número de nodos el retardo se considerara menor, en este caso la elección de la ruta la van estableciendo los propios dispositivos con respecto a la proximidad que marca la potencia de la antena. Por lo tanto, en este tipo de redes en movimiento, donde

los enlaces son cambiantes, no existe una regla establecida para determinar el mejor parámetro. Por esa razón, la Calidad de Servicio representa un objeto de estudio en este tipo de redes tan vulnerables.

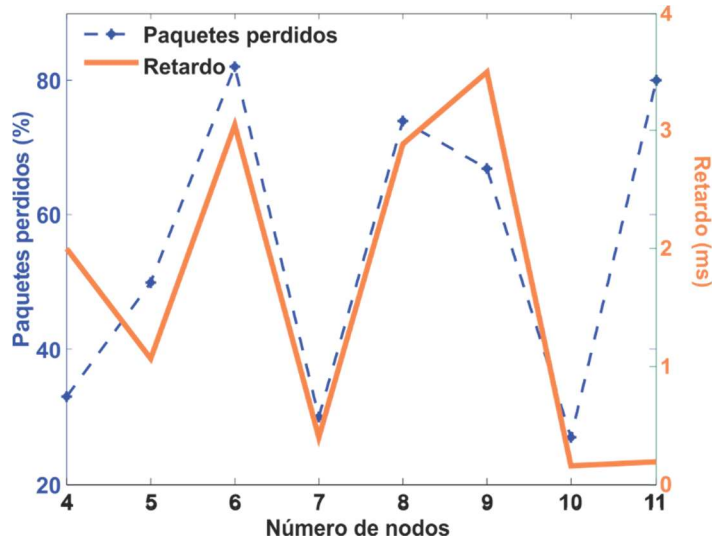


Figura 3. Retardo y paquetes perdidos en la red móvil considerando diferente número de nodos.

## 5 Conclusiones

La estructura de la red en movimiento requiere establecer una comunicación entre vehículos con la finalidad de transmitir un mensaje de aviso entre ellos y que este sea distribuido por la red.

Con las pruebas realizadas se observó que la velocidad de los nodos, a pesar de mantenerse constante todo el tiempo, no logró que los enlaces se establecieran rápidamente entre ellos, generando así un incremento en los valores del retardo y pérdida de paquetes. Otro factor que se analizó fue el número de nodos en la red, ya que cada uno de ellos estableció el enlace con respecto a la proximidad que se tenían entre ellos mismos, proporcionando enlaces entre 3 nodos o hasta 5 nodos según fuera el caso y así, nuevamente, los parámetros de QoS incrementaron su valor en algunos casos.

Finalmente, el estudio de la Calidad de Servicio en una red con movimiento resulta importante para establecer criterios que lleven a una mejora en la comunicación. Con esto, se

quiere motivar al estudiante de las áreas de Computación y Electrónica a la innovación y participación de trabajos en redes móviles a través de la programación de dispositivos para la implementación de redes para diferentes enfoques.

## Referencias

- Balakrishnan, M., Dong Han, D., Benhaddou, Yuan, X. (2010). "End-to-end QoS in integrated wireless and sensor network: System implementation. *7th International Symposium on Communication Systems, Networks & Digital Signal Processing (CSNDSP 2010)*, pp. 886-889, doi: 10.1109/CSNDSP16145.2010.5580298
- Chowdhary, N., & Deep, K. P. (2016). "Addressing the characteristics of mobility models in IoV for smart city". *International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, Noida, pp. 1298-1303.
- Femila, L y Vijayarangan, V. (2014). "Transmission power control in mobile ad hoc network using network coding and Co-Operative Communication," *International Conference on Communication and Network Technologies*, Sivakasi, India, pp. 129-133, doi: 10.1109/CNT.2014.7062739
- Herrera, M. M., Tamariz, F. E. I., Torrealba M. R., Mantilla N. L. (2019). "Capítulo 6 IPv6 como un Objeto de Aprendizaje para Aplicaciones en Ciudades Inteligentes": en Tovar M., Zepeda C., Castillo H. *Las entidades digitales educativas y sus aplicaciones*, Primera Edición 2019, ISBN BUAP: 978-607-525-638-2
- Li, X., Cai, J., Yang, J., Guo, L., Huang, S. and Yi, Y. (2021). "Performance Analysis of Delay Distribution and Packet Loss Ratio for Body-to-Body Networks," *IEEE Internet of Things Journal*, doi: 10.1109/JIOT.2021.3075578
- Pramono, S., Putri, A. O., Warsito E., and Basuki, S. B. (2017). "Comparative analysis of star topology and multihop topology outdoor propagation based on Quality of Service (QoS) of wireless sensor network (WSN). *IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat)*, pp. 152-157, doi: 10.1109/COMNETSAT.2017.8263591
- Regulatory & Market Environment. (2017), "Quality of Service Regulation Manual", Telecommunication Development Sector, ITU, pp. 158
- Tamariz, F. E. I., Torrealba, M. R. (2020). "Vehicular Network Systems in Smart Cities". In: Augusto J.C. (eds) *Handbook of Smart Cities*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15145-4\\_45-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15145-4_45-1)
- Torre-Bastida, A. I., Del Ser, J., Laña, I., Ihardia, M., Bilbao, M. N., Campos-Cordobés, S. (2018). "Big Data for transportation and mobility: recent advances, trends and challenges". *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 12, pp. 742-755. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5188>
- Vásquez, R. J. P., Tamariz, F. E. I., Torrealba, M. R., López, L. M. (2020) "Capítulo 1. Objeto de Aprendizaje para la seguridad vial": en Tovar M., Zepeda C., Castillo H. *Los objetos de aprendizaje y sus aplicaciones en la educación*, Primera Edición 2020, ISBN BUAP: 978-607-525-714-3
- Zhou M., Xu C., Zhao G., Gilani S.M.M. (2020). "Personalized QoS Improvement in User-Centered Heterogeneous V2X Communication Networks". In: Gao H., Feng Z., Yu J., Wu J. (Eds). *Communications and Networking*. ChinaCom 2019. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, 312. Cham: Springer.



# Capítulo 2

## Learning by Doing. Aprender Diseño Ágil de Sistemas Software haciendo Aplicaciones Web

Mario Rossainz López, Mireya Tovar Vidal, Luís Ángel Herrera Maldonado, Isaías de Jesús Santiago Salazar

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, mireya.tovar}@correo.buap.mx,](mailto:{mario.rossainz, mireya.tovar}@correo.buap.mx)  
 [{luisa.herreramaldonado, 201529331}@viep.com.mx](mailto:{luisa.herreramaldonado, 201529331}@viep.com.mx)

**Resumen.** El presente escrito muestra el uso y aplicación de la metodología de aprendizaje Learning by Doing (Aprender Haciendo) en la materia de Aplicaciones Web que se imparte en los programas educativos de la Ingeniería y Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias de la Computación de la BUAP. Se muestra la idoneidad del uso de dicha metodología en los tiempos actuales que se viven de confinamiento debido a la pandemia del COVID-19 y que ha hecho cambiar nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje presencial a un proceso de enseñanza-aprendizaje en línea y a distancia. Se muestra particularmente como Learning by Doing ayuda al estudiante de la materia citada a desarrollar sitios Web al mismo tiempo que aprende a hacer Diseño Ágil de Sistemas Software fomentando la creatividad y el ingenio del estudiante.

**Palabras Clave:** Learning-by-Doing, Aprender Haciendo, Diseño Ágil, Historias de Usuario, Tarjetas CRC, Aplicaciones Web

### 1 Introducción

La forma en que se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje esta siempre en constante evolución gracias al surgimiento de metodologías, recursos educativos y medios para efectuarlos, pero también debido a las circunstancias; un ejemplo claro lo tenemos con la pandemia actual que estamos viviendo del COVID-19 que ha provocado el cambio de un proceso de enseñanza-aprendizaje presencial a distancia y en línea. Sin embargo, siempre ha existido la necesidad de diversificar los modelos de aprendizaje considerando el contexto en el cual se desarrollan (Medel et al, 2001). En esta nueva normalidad el docente tiene que saber identificar metodologías de enseñanza-aprendizaje que provoquen

en el estudiante un aprendizaje significativo más integral, potencializando al máximo su creatividad, sacando provecho a las tecnologías actuales concretamente al uso de herramientas de gestión del conocimiento como la Suite de Google, Microsoft Teams o Blackboard por citar algunas. Dentro de la Facultad de Ciencias de la Computación de la BUAP existen materias en las cuales el trabajo que se realiza en ellas se puede conjugar con otros conocimientos de otras asignaturas que pueden relacionarse y así lograr un aprendizaje más significativo y profundo. El problema es saber cómo desarrollando cosas propias de una materia particular se puede aprender otras de otra materia distinta. En materias como las de Ingeniería de Software y aquellas donde se enseña la programación básica y avanzada, en el ámbito presencial se trabajan metodologías como “el aprendizaje basado en proyectos” o el “Aprendizaje basado en problemas” que sin duda pueden llevarse a cabo en el ámbito virtual, sin embargo para este periodo de primavera 2021 se decidió utilizar dentro de la materia de Aplicaciones Web la metodología de “Learning by Doing” (Aprender Haciendo) por ser una metodología que forma parte de las mencionadas anteriormente pero que por sí sola genera experimentación y práctica en el estudiante para lograr el aprendizaje significativo esperado en estos momentos de pandemia y que mediante la educación a distancia y el trabajo colaborativo en equipos tratamos de generar y transmitir conocimiento. Se planteó como objetivo que el estudiante al final del curso de Aplicaciones Web dominara los contenidos estudiados de la materia para desarrollar sitios web con arquitectura JAVA aprendiendo, a la vez que desarrolla un sitio web, cómo realizar Diseño Ágil dentro del área de la Ingeniería de Software particularizando en la creación de historias de usuario y tarjetas CRC que representan parte del análisis de requisitos y diseño arquitectónico de sistemas dentro del ciclo de vida de los modelos ágiles como XP, Scrum, DAS, Crystal y otros. Se muestra en este escrito la experiencia adquirida explicando en la sección 2 la metodología Learning by Doing que se adoptó. En la sección 3 se muestran las características y elementos principales del Diseño Ágil del desarrollo de software particularizando en el desarrollo y uso de Historias de Usuario y Tarjetas CRC y que son los elementos que el alumno aprenderá a la vez que lleva a cabo el desarrollo de un sitio Web. En la sección 4 se muestra el proyecto que se desarrolló en la materia de Aplicaciones Web por parte de 40 alumnos distribuidos en equipos de trabajo de 4 personas: Desarrollar un sitio web para el diseño de Historias de usuario y tarjetas CRC aplicando la metodología propuesta en 4 etapas: Planteamiento del problema, desarrollo de ideas en equipos de trabajo, puesta en marcha de conceptos comunes elegidos en consenso previa discusión de ellos y finalmente formulación y desarrollo del sitio web. El escrito termina concluyendo la importancia del uso de la metodología de enseñanza propuesta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia de Aplicaciones Web bajo la nueva normalidad de la educación a distancia y en línea.

## 2 Learning by Doing

Learning by Doing o “Aprender Haciendo” es una metodología de aprendizaje que se caracteriza por la experimentación y la práctica para generar un aprendizaje profundo (De Miguel Regina, 2019). Su objetivo es fomentar la creatividad y el ingenio del estudiante para resolver un problema o situación en el que el docente también puede aprender. Esta metodología se encuentra inmersa en muchas otras técnicas que se utilizan actualmente en los salones de clase tanto de forma presencial como de forma virtual, por ejemplo, en el Aprendizaje Basado en Proyectos o en el Aprendizaje basado en Problemas. Se utiliza en cualquier situación o problema que obliga al alumno a dominar ciertos contenidos y así poder proporcionar una respuesta adecuada y aprender mejor (De Miguel Regina, 2019). Al llevar a la práctica “Aprender Haciendo” se cubren dos indicadores de calidad importantes, por un lado, la definición y abstracción de conceptos y por el otro el poder transferirlos para ponerlos en la práctica en otros campos o áreas. Por tanto, ésta técnica se puede aplicar en el trabajo grupal, en equipo y de forma colaborativa pues ayuda a ordenar las ideas y llegar a las metas definidas, además estimula la participación y la actividad del individuo en el equipo de trabajo al compartir ideas con los demás miembros y descubrir el conocimiento mediante prueba y error, ser autoevaluativos, con organización propia fomentando la colaboración y comunicación, siempre motivados (características que también se dan dentro del ámbito de la Ingeniería de Software Ágil). “Aprender Haciendo” centra sus esfuerzos en conseguir que las acciones que se plantean realizar los alumnos trabajando en equipo se lleven a cabo con éxito y se observen los efectos de estas. Después se estudian los resultados para comprender el impacto de dichas acciones en su contexto particular e individual de manera que los conocimientos, las competencias y las herramientas sean obtenidas mediante la acción (Talentiam, 2019). El poder realizar con esta técnica simulaciones o prototipados de situaciones hace que el equipo de trabajo pueda tomar decisiones estratégicas que ordenen las ideas y lleven a buen término la solución del problema planteado. Las etapas de la metodología son las siguientes:

1. Planteamiento del Problema
2. Desarrollo de ideas de forma individual y grupal
3. Puesta en marcha a nivel grupal de los conceptos comunes y discusión de ideas propuestas de forma individual
4. Formulación y desarrollo de la solución del problema

El éxito de la aplicación de esta metodología de aprendizaje tiene mucho que ver con el trabajo en equipo, la reflexión grupal y la experimentación que se realice, no en balde también es llamada “La metodología del aprendizaje basado en la Acción”, pues según Dewey (2015), ésta posibilita el desarrollo de habilidades-destrezas por parte de los estudiantes.

### 3 Diseño Ágil de Sistemas Software

Dentro de la Ingeniería de Software se encuentran las metodologías ágiles del desarrollo de software que se utilizan para formalizar “quién” participa en un proyecto software, haciendo “qué”, “cuándo” y “como” para poder construirlo (Sommerville, 2011). Difieren de los ciclos de vida clásicos o convencionales por tener un enfoque centrado en las personas y sus interacciones más que en los procedimientos y herramientas utilizadas, se interesan por el software funcional más que en la documentación asociada, le dan importancia a la colaboración con el cliente y no tanto a la negociación de contratos y aceptan que existan cambios en los requisitos sobre el seguimiento riguroso de un plan de acción (Pressman, 2010). Dentro de las metodologías ágiles podemos encontrar a XP, Scrum, Melé, DAS, Crystal y muchas más. Todas ellas tienen características y elementos comunes: 4 valores, 12 principios y 3 supuestos, todos ellos descritos en el llamado “Manifiesto para el Desarrollo Ágil de Software” (<https://www.agilealliance.org/manifiesto-download/>), pero también tienen particularidades relacionadas con el modelo específico de cada metodología (ver Fig.1).

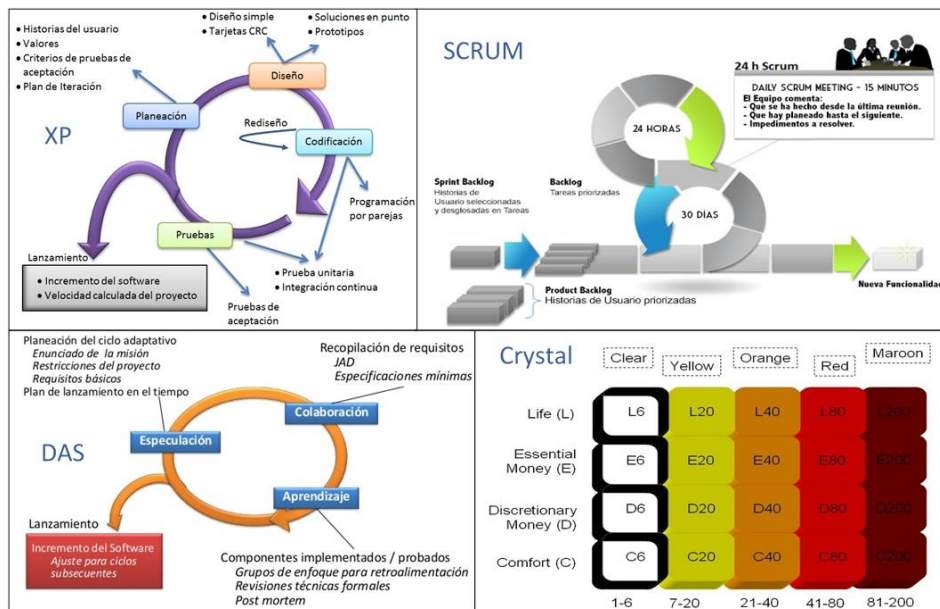


Fig.1. Modelos de las principales metodologías ágiles: XP (Lucas, 2017), SCRUM (Palacio, 2015), DAS (Fernández, 2013), CRYSTAL (González, 2015)

En la fase de Diseño de la mayoría de estas metodologías se encuentran la generación de Historias de Usuario, para el análisis de requisitos y las tarjetas CRC para el diseño arquitectónico/conceptual del sistema que se desarrolla.

### **3.1 Historias de Usuario**

Una historia de usuario es una representación de un requisito de un cliente, utilizando el lenguaje común del usuario. Se utilizan para especificar los requerimientos de un sistema software. Cada historia de usuario debe estar limitada y escrita por los clientes, deben ser lo más independientes posibles unas de otras, valoradas por los usuarios, no por el desarrollador, estimables en el tiempo, pequeñas y verificables. La narración de una historia de usuario es la escritura de un requisito en términos de “quién” hará uso del requerimiento solicitado, “cuál” es ese requerimiento y “para qué” se requiere (Fig.2).

### **3.2 Tarjetas CRC**

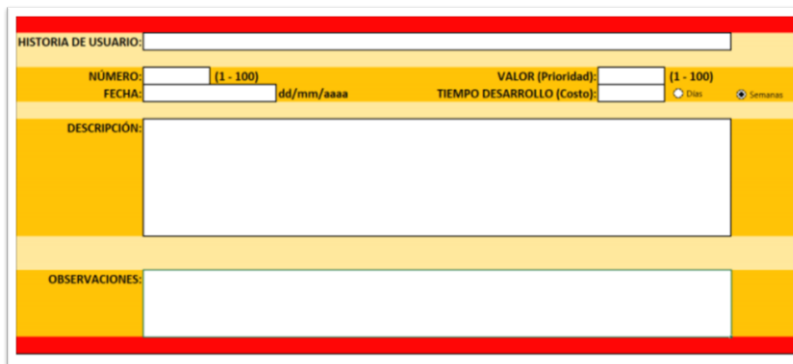
Aunque las Tarjetas CRC son una técnica del paradigma de la Orientación a Objetos para el diseño arquitectónico de un sistema software mediante el concepto de “clase”, éstas se han ido incorporando en el diseño ágil de las metodologías ágiles por su simplicidad y rapidez en su elaboración para especificar y diseñar los componentes arquitectónicos del sistema software que se desarrolla. CRC es el acrónimo de (Clase-Responsabilidad-Colaboración) y consiste en la elaboración de una tarjeta o ficha donde se identifican las principales características de los elementos que conforman una clase en el dominio del problema (ver Fig.3). Las responsabilidades de un objeto/clase son todos los servicios que proporciona para todos los contratos que soporta (un contrato se da entre dos clases y representa una lista de servicios que un objeto de una clase puede pedir a un objeto de otra). Las responsabilidades determinan qué acciones deben llevarse a cabo, mas no cómo es que se llevan a cabo. Las responsabilidades incluyen el conocimiento que tiene la clase y las acciones que puede realizar un objeto de esta. Las colaboraciones representan las peticiones por parte de un cliente a los servidores para el cumplimiento de las responsabilidades del cliente. Una responsabilidad puede requerir varias colaboraciones.

## **4 Desarrollo de un Sitio Web para el Diseño de Historias de usuario y Tarjetas CRC**

Utilizando la metodología de “Learning by Doing” mostramos como los alumnos de la materia de Aplicaciones Web de la Ingeniería y Licenciatura en Ciencias de la Computación de la FCC de la BUAP, aprenden lo que es el Diseño Ágil de sistemas software haciendo un sitio Web que les permita crear “Historias de Usuario” y “Tarjetas CRC” para el análisis de requisitos y diseño arquitectónico de sistemas respectivamente.

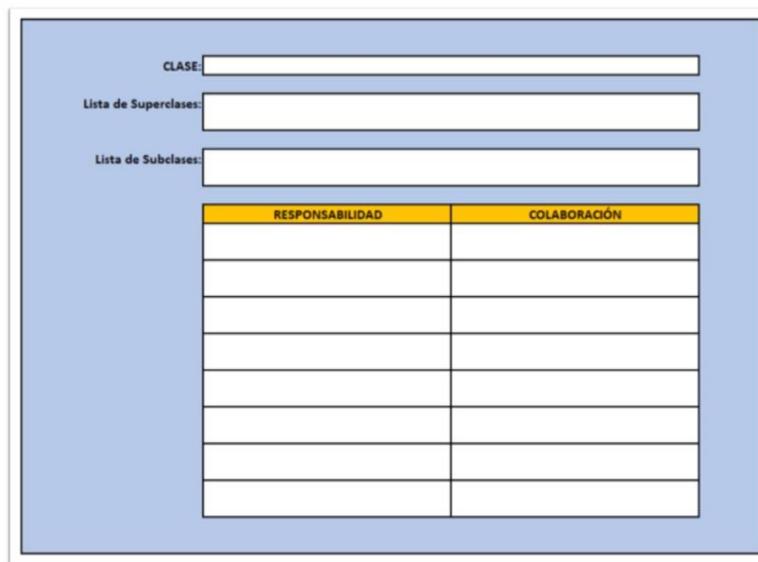
## 4.1 Planteamiento del Problema

Partiendo de los formatos de las Historias de Usuario y Tarjetas CRC mostrados en las Fig.2 y Fig.3 que están diseñados inicialmente en Excel, se les pide a los alumnos automatizar a través de una aplicación Web la generación de historias de usuario y de tarjetas CRC que más adelante se requieran para el diseño de cualquier sistema software que se construya utilizando cualquier metodología ágil de la Ingeniería de Software (XP, SCRUM, Melé, Crystal, DAS, o cualquier otra).



Formato de una Historia de Usuario en Excel. El formulario está dividido en secciones con fondos de color rojo, amarillo y blanco. La sección superior roja contiene el campo "HISTORIA DE USUARIO:". La sección amarilla superior contiene campos para "NUMERO:" (rango 1-100), "FECHA:" (formato dd/mm/aaaa), "VALOR (Prioridad):" (rango 1-100) y "TIEMPO DESARROLLO (Costo):" con opciones de radio para "Días" y "Semanas". La sección blanca central contiene el campo "DESCRIPCIÓN:". La sección amarilla inferior contiene el campo "OBSERVACIONES:". El borde inferior del formulario es rojo.

**Fig.2.** Formato de una Historia de Usuario en Excel



Formato de una Tarjeta CRC en Excel. El formulario tiene un fondo azul claro. Incluye campos para "CLASE:", "Lista de Superclases:" y "Lista de Subclases:". Abajo hay una tabla con dos columnas: "RESPONSABILIDAD" y "COLABORACIÓN".

RESPONSABILIDAD	COLABORACIÓN

**Fig.3.** Formato de una Tarjeta CRC en Excel

## 4.2 Desarrollo de Ideas

Se diseñó el sitio Web solicitado mediante el trabajo por equipos de los alumnos, realizando por un lado el mapa del sitio y en base a ello los wireframes (storyboards) de cada una de las páginas que lo integran para terminar con un prototipo funcional que mostrara la navegación del usuario por el sitio web diseñado. Las ideas desarrolladas para dicho diseño se muestran a manera de ejemplo en la fig.4, pues se conformaron 10 equipos de 4 personas cada uno, es decir, se presentaron 10 ideas distintas.

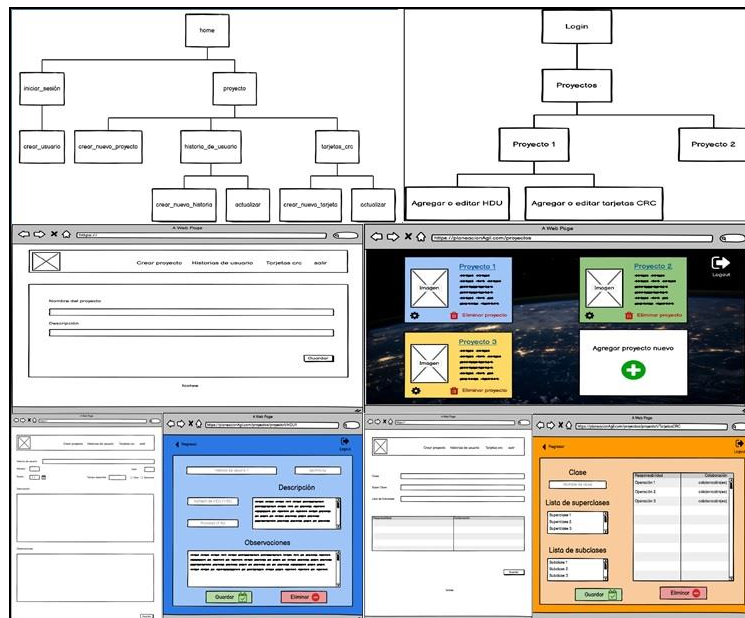


Fig.4. Prototipado del sitio web (mapa de sitios e history boards) bajo el concepto de “idea”

## 4.3 Puesta en marcha de elementos comunes

Una vez presentadas todas las ideas del diseño del sitio web por parte de los 10 equipos de trabajo, los alumnos, previa discusión de ideas propuestas para enriquecer los diseños, acuerdan y unifican a nivel grupal ideas y conceptos comunes y llevan a cabo un diseño formal utilizando UWE (UML-based Web Engineering). La Fig.5 muestra una parte de dicho diseño: La parte de arriba de la figura muestra los diagramas de actividades para la realización de proyectos, historias de usuario y tarjetas CRC en el desarrollo de un sistema, mientras que la parte de abajo muestra los front-ends de las páginas del sitio para crear proyectos, historias de usuarios y tarjetas CRC.

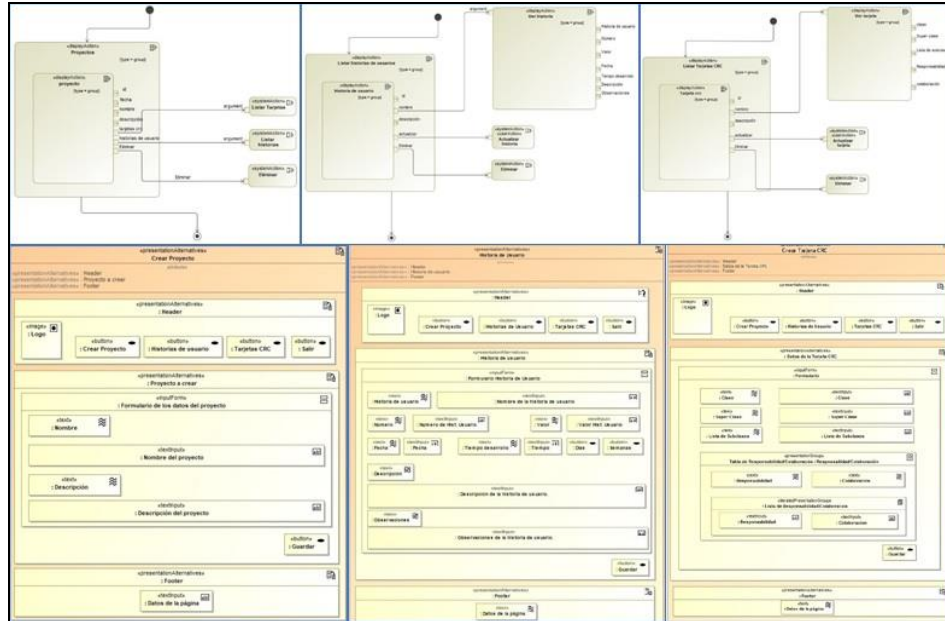


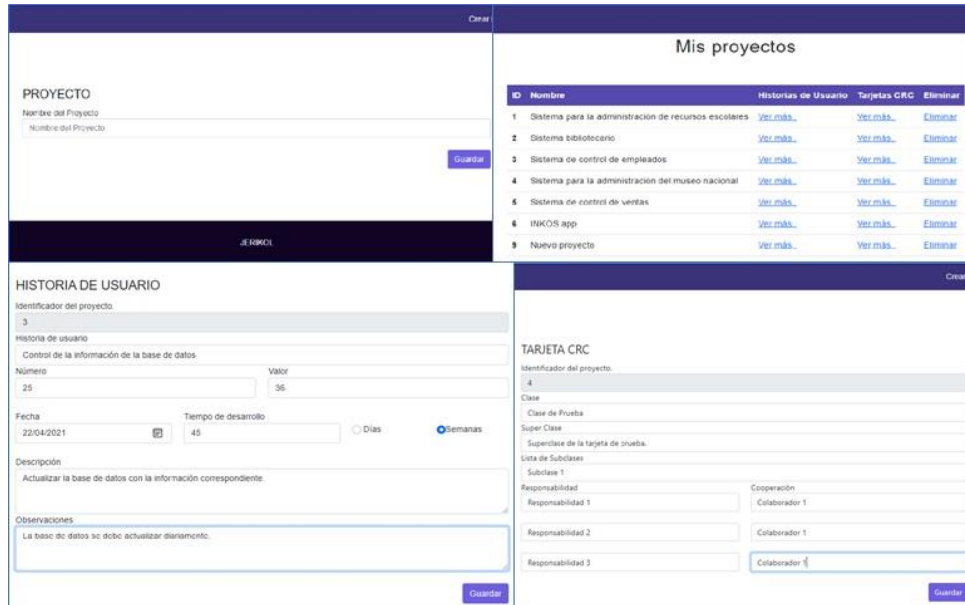
Fig.5. Diseño formal del sitio Web en base a la unificación de ideas a nivel grupal

#### 4.4 Formulación y Desarrollo de la solución del problema

Finalmente, en base a los pasos anteriores de la metodología adoptada se muestran en la Fig.6 algunas capturas de pantalla del sitio web final implementado en donde un usuario puede utilizarlo para llevar a cabo el diseño ágil de sistemas software por proyectos, historias de usuario y tarjetas CRC.

El sitio web se montó de forma local en un servidor Apache Tomcat y su codificación se hizo en HTML5 con un modelo de caja tradicional, JavaScript para validación de formularios y entrada de datos por parte del usuario, Servlets y/o JSP para el funcionamiento dinámico del sitio web con acceso a base de datos relacional mediante consultas o queries en SQL y el servidor de base de datos MySQL para el análisis, diseño e implementación de la base y las consultas a ella. El sistema web gestiona la creación, modificación, consulta y borrado de proyectos, historias de usuario y tarjetas CRC. El usuario final se registra en el sitio, se loguea y podrá entonces gestionar sus proyectos de software. Por cada proyecto puede asociar historias de usuario y Tarjetas CRC. Éstas últimas se relacionan entre ellas de acuerdo a asociaciones de generalización, composición, agregación respecto a las responsabilidades y colaboraciones definidas en sus diseños.

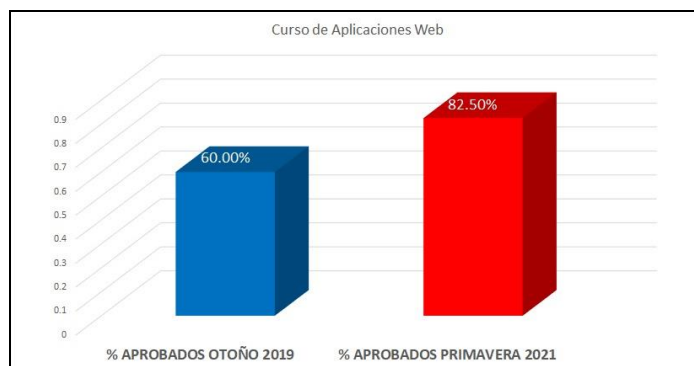




**Fig.6.** Capturas de pantalla del sitio Web desarrollado para el diseño ágil de sistemas software

## 5 Conclusiones

Se mostró el uso y aplicación de la metodología de aprendizaje Learning by Doing como la idónea para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en línea bajo la nueva normalidad provocada por el confinamiento de la pandemia del COVID-19. Esta metodología se llevó a la práctica por los alumnos de Aplicaciones Web del periodo primavera 2021 de la Ingeniería y Licenciatura de la FCC de la BUAP, organizados por equipos de trabajo, logrando con ello el desarrollo de una aplicación web y el aprendizaje del diseño ágil de sistemas software en la creación de historias de usuario y tarjetas CRC. Los estudiantes tuvieron buena respuesta ante el trabajo y la opinión de ellos en general fue que el uso de “Learning by Doing” les ayudó a trabajar más fácilmente en equipo, asimilando con mayor rapidez los conocimientos que les permitieron implementar el sistema propuesto. Con ello se logró fomentar la creatividad y el ingenio del estudiante en el sistema desarrollado a través de un aprendizaje significativo y profundo. Al comparar el uso y aplicación de esta metodología en estos tiempos de pandemia respecto a la forma de trabajo tradicional de enseñanza-aprendizaje de forma presencial en el aula (antes de la aparición del virus SARS-COV2) se observó un incremento en el porcentaje de estudiantes aprobados en el curso, pasando de un 60% de alumnos aprobados en la materia de Aplicaciones Web del periodo de otoño 2019 a un 82.5% de alumnos aprobados en la misma materia en el periodo de primavera 2021 (ver Fig.7).



**Fig.7.** Comparación del porcentaje de alumnos aprobados en la materia de Aplicaciones Web, antes y después de la pandemia del virus SARS-COV2, sin el uso y con el uso de Learning by Doing

## Referencias

- Ayse Lucus. (2017). Métodos ágiles para la gestión de proyectos: Extreme Programming (III). Ayse Lucus Servicios Empresariales. Lugo, España. Recuperado de: <https://www.ayselucus.es/noticia/m%C3%A9todos-%C3%A1giles-para-la-gesti%C3%B3n-de-proyectos-extreme-programing-iii>
- De Miguel Regina (2019). Aprender Haciendo, la metodología que aporta valor al conocimiento. Educación 3.0 Lider Informativo en Innovación Educativa. Recuperado de: <http://educaciontrespuntocero.com/noticias/aprender-haciendo>
- Dewey J. (2015). Método del Aprendizaje Basado en la Acción. Editorial Bruño. Perú. Recuperado de: <http://www.editorialbruno.com.pe/MarinoLaTorre/wp-content/uploads/2015/09/metodo-del-aprendizaje-basado-en-la-accion.pdf>
- Fernandez Vizcarra L.A. (2013). Desarrollo Ágil de Software. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/coesiconsultoria/4-desarrollo-gil-del-software>
- González Stabile A. (2015). Desarrollo Ágil de Software: Crystal Clear. Recuperado de: <https://folderit.net/es/blog/desarrollo-agil-de-software-crystal-clear-es/>
- Medel C., Ohsako T., Mauch W. (2001). Revisiting Lifelong Learning for the 21st Century. UIE. Recuperado de: <https://uil.unesco.org/lifelong-learning/revisiting-lifelong-learning-21st-century>
- Palacio J. (2015). Scrum Manager I. Las Reglas de Scrum. Rights info. Recuperado de: [https://www.scrummanager.net/files/scrum\\_I.pdf](https://www.scrummanager.net/files/scrum_I.pdf)
- Pressman R. (2010). "Ingeniería del Software. Un enfoque práctico". Séptima Edición. Editorial McGraw-Hill. México. ISBN: 978-607-15-0314-5
- Sommerville I. (2011). "Ingeniería de Software". Novena Edición. Editorial Pearson Educación. México. ISBN: 978-607-32-0604-4
- Talentiam (2019). "Learning by Doing", La metodología orientada a la acción. Madrid España. Recuperado de: <https://www.talentiam.com/es/blog/learning-by-doing-metodologia-accion/#:~:text=El%20learning%20by%20doing%20es,y%20alcanzar%20los%20fines%20marcados.>

# Capítulo 3

## Objetos digitales de aprendizaje (ODA's). Las lecciones de la pandemia

Jorge A. Hernández Perales<sup>1</sup> y Ma. Esperanza Pérez-Cordoba Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca, 69000, México  
{jahdezp, mapercor}@mixteco.utm.mx

**Resumen.** El confinamiento y las medidas de sana distancia, como mecanismo para reducir los riesgos de contagio durante la pandemia, ha afectado a la educación de una forma que no tiene precedentes. En México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) ordenó la suspensión de clases presenciales en todos los niveles educativos desde marzo de 2020 y el último ciclo escolar ha debido terminar con clases a distancia. El panorama durante este tiempo no fue alentador y la solución que se propuso de usar las tecnologías de información y comunicación (TICs) para continuar con los programas de estudio, ha demostrado tener sus limitaciones. En este trabajo se analizan las problemáticas que se han presentado al intentar migrar del aula hacia la educación a distancia usando recursos informáticos como plataformas educativas, redes sociales y sistemas de audio y videoconferencia. Se analiza el papel que deberían tener los objetos digitales de aprendizaje en este contexto. Se propone una alternativa para organizar el contenido de los repositorios de ODAs con el fin de mejorar la reutilización de los mismos.

**Palabras Clave:** Educación a distancia, objetos digitales de aprendizaje, brecha digital, contexto socioeconómico, pandemia.

### 1. Introducción

La educación a distancia tiene sus orígenes en los cursos por correspondencia y estaban diseñados para aquellas personas que deseaban adquirir algún tipo de preparación técnica que por lo regular estaba centrada en algún oficio o pasatiempo. En México la educación a distancia con el apoyo de medios electrónicos evolucionó para resolver la cobertura de la educación formal en el medio rural y zonas de alta marginación y de ello nació en 1968 la telesecundaria y años más tarde el telebachillerato (Jiménez et al, 2010). Posteriormente con la aparición de las computadoras personales y el Internet se dio un nuevo paso al crear las universidades virtuales con cursos a distancia basados en las TICs.

Este trabajo presenta una investigación del tipo descriptivo en el cual se identifican las problemáticas que se hicieron evidentes durante la pandemia y que obligaron a las instituciones educativas de todo el mundo a pasar de la modalidad presencial a la educación a distancia como consecuencia del confinamiento.

En la sección “Antecedentes” se presenta el panorama de la penetración de los medios electrónicos que se están usando como base para la creación de los programas de educación a distancia. En la sección tres se describen las principales problemáticas que se han presentado al implementar el modelo de educación a distancia, se comentan y analizan las soluciones que han tomado los docentes, instituciones y autoridades educativas, y se mencionan los elementos que debe contener dicho modelo para el

aprovechamiento óptimo del mismo. En las dos secciones siguientes se describen los ODAs como recursos para la enseñanza, sus características y la tecnología educativa relacionada. Y se hace una propuesta para facilitar la producción y adopción de los ODAs desde los repositorios, tomando en cuenta la experiencia que pueden llegar a tener la mayoría de los docentes acostumbrados a las clases presenciales.

## 2. Antecedentes

Antes de revisar las problemáticas expuestas por la pandemia en el ámbito de la educación, es necesario analizar el contexto socioeconómico que incide en las políticas, programas y soluciones que ha adoptado el gobierno mexicano en esta materia. Así pues, se tiene que en México el 44.3% de los hogares cuentan con una computadora, 92.5% tienen un televisor y teléfono y el 56.4% tiene acceso a internet desde su domicilio. Es relevante resaltar que la mayoría de las personas utilizan el celular como medio para acceder al Internet, utilizando principalmente su conexión por datos (90.6%). En cuanto al uso que le dan a las conexiones de Internet cerca del 90% lo destina para entretenimiento, búsqueda de información, comunicación o acceder a redes sociales. En este último punto podemos ver en la tabla 1 que aunque el 84% lo destino para acceder a la educación y/o capacitación, esto podría ir en aumento en los próximos años, como consecuencia de la misma pandemia. En la tabla 1 se resumen los principales datos del acceso a los medios electrónicos en México, resaltando en gris los porcentajes más altos de cada rubro.

**Tabla 1.** Extracto de la Encuesta Nacional sobre disponibilidad y uso de la tecnología en los hogares 2019 (Tabla propia - datos extraídos de INEGI-ENDUTIH,2020)

<b>Tipo de tecnología disponible en el hogar</b>				
	Computadora	Internet	Televisor	Teléfono
	44.3%	56.4%	92.5%	92.5%
Por estrato socioeconómico				
	Computadora	Internet	Televisión	Teléfono
Alto	79.7%	89.7%	96.9%	99.6%
Medio alto	62%	77.8%	97%	97.7%
Medio bajo	40.2%	55.1%	93.5%	94.1%
Bajo	16.4%	19.0%	83.0%	79.9%

<b>Usuarios de Internet</b>				
por zona				
	Rural	Urbana		
	47.7%	76.6%		
por dispositivo				
	Computadora	Celular	Tableta	Televisión
	31.1%	95.3%	17.8%	23.4%

por estudios	Básica 59.1%	Media 91.8%	Superior 96.4%	
por tipo de uso	Entretenimiento 91.5%	Obtener Información 90.7%	Comunicación y redes sociales 89.2%	Educación y/o capacitación 83.8%

Usuarios de celular		
Por tipo	Básico 10.9%	Smartphone 88.1%
Tipo de conexión a Internet	Por Datos 90.6%	Wi-Fi 9.4%

La aparición de las computadoras personales y el Internet han traído como consecuencia que se diera una evolución en la educación a distancia (e-learning). Inicialmente los sistemas de e-learning se diseñaron para satisfacer las necesidades de aquellos estudiantes que al haberse graduado y estar integrados al ámbito laboral, encuentran dificultades para matricularse en un programa presencial. En consecuencia se pensaron en sistemas que ofrezcan la posibilidad de acceder a los contenidos educativos en cualquier lugar y en cualquier momento, considerando un aprendizaje mayormente autodidacta, lo que requiere de los estudiantes un mayor grado de madurez y compromiso. Sin embargo, estos últimos requisitos han hecho que las universidades continúen ofreciendo sus programas de pregrado en la modalidad presencial y por tanto los sistemas de educación a distancia están disponibles mayormente para los programas de posgrado y de educación continua. Algunas empresas también han usado este tipo de tecnología para ofrecer capacitación a sus empleados de una forma flexible y en muchos casos conveniente.

Los antecedentes en México de la educación a distancia basada en TIC los encontramos en algunas instituciones como el sistema del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) que son pioneros habiendo incursionado en esta área desde 1997 con la universidad virtual (ITESM, 2020), y la UNAM que abre su universidad abierta a distancia a finales de la década de los 90 (Amador, 2012). Con el paso de los años, sobre todo en la última década, diversas instituciones educativas de nivel superior han incorporado esta modalidad como una forma de ampliar su oferta educativa.

### **3. Continuidad educativa durante la pandemia y los problemas identificados**

Durante la pandemia se implementaron las clases on-line para mantener en marcha los programas educativos durante el confinamiento. Por desgracia, al ser una medida de emergencia, no se tuvo la previsión de hacer los preparativos para migrar de un sistema presencial a uno totalmente a distancia. Como mecanismos para mantener el contacto con los alumnos y continuar con el programa de enseñanza, los docentes se vieron obligados a usar herramientas como Facebook y WhatsApp, plataformas educativas como Moodle y sistemas de videoconferencia como Zoom, o algunas otras que les permitieran compartir pantalla, difundir vídeos o presentaciones. El problema es que muchos docentes tuvieron que aprender a usar estas herramientas sobre la marcha ya que en muchos casos era su primer contacto con las mismas. Sin embargo, el contexto socioeconómico ha sido un factor que influye en el éxito de esta medida para la continuidad educativa, ya que no educación a distancia se requiere disponer de la infraestructura y el modelo pedagógico para poder concretarla. todos los estudiantes cuentan con los dispositivos necesarios para poder acceder a Internet y por consiguiente a los contenidos. Por lo tanto, para implementar una propuesta de

En cuanto a la infraestructura se debe contemplar la requerida por parte de las instituciones educativas y la que necesitan los usuarios (docentes y estudiantes). En cuanto a la institución educativa se debe disponer de un servidor y ancho de banda suficiente para atender a sus usuarios sobre todo en las horas de mayor demanda, en este aspecto debido a los altos costos de instalar, o arrendar el equipo necesario, muchas instituciones educativas en especial las públicas han optado por que sus docentes se apoyen de sistemas gratuitos para mensajería instantánea, almacenamiento en la nube, sistemas de videoconferencia, etc. Por el lado de los usuarios se requiere que cada uno tenga acceso a un dispositivo (computadora o smartphone) con una conexión a internet aceptable. Por fortuna, la mayoría de los sistemas usados son aplicaciones web, es decir que del lado de los usuarios solamente requieren del uso de un navegador por lo que sus requisitos de hardware son muy básicos, siendo más importante la calidad de su conexión a internet en cuanto a estabilidad y velocidad. Sin embargo, en algunos casos como con los sistemas de videoconferencia se requiere de la instalación de software especializado por lo que antes de realizar la elección de alguno de ellos conviene revisar los requisitos de hardware y software, así como las características que se ofrecen para las versiones gratuitas.

En cuanto al modelo pedagógico para los programas de educación a distancia se deben considerar al menos tres actores: el autor del contenido educativo (que puede ser, o no, el profesor que impartirá la clase), el tutor que guía el proceso de aprendizaje (normalmente es otro profesor, pero dentro de la crisis de salud que se está viviendo en gran medida este rol lo ocupan los padres de familia) y el estudiante que lo recibe. En este modelo, el autor y el estudiante se encuentran físicamente separados, de tal suerte que la labor del tutor es guiar el proceso de aprendizaje y asegurarse de que los contenidos son

correctamente asimilados, por lo que deberá estar capacitado para resolver las dudas y asistir a los estudiantes en la búsqueda de soluciones, en un sentido más amplio también deberá atender sus necesidades psicosociales y crear un ambiente propicio para recibir las clases.

Además, si también consideramos que para trabajar adecuadamente este modelo, el material generado por los autores puede ser adquirido de manera externa o bien que la institución realice sus propios contenidos, implica nuevamente un costo extra especialmente para lo último ya que las instituciones deberán disponer de los recursos informáticos y del personal capacitado para esta labor.

Tomando en cuenta todo lo anterior y la experiencia que tienen los usuarios con estas tecnologías, podemos identificar una problemática adicional que es la brecha digital o falta de competencias en el ámbito de informática. En este sentido, una vez más, es notoria la diferencia entre las escuelas públicas y privadas. La mayoría de las escuelas de educación básica del sector público carecen de un laboratorio de informática debidamente equipado para satisfacer las necesidades de su población, razón por la que los estudiantes no están habituados a trabajar con un equipo de cómputo y solo algunos de ellos cuentan con una computadora en casa. En contraste, los estudiantes de escuelas privadas pertenecen a un estrato social más alto y la mayoría dispone de una o más computadoras en casa. También es común que las escuelas privadas dispongan de laboratorios de cómputo y que sus programas de estudio incluyan al menos una materia de introducción a la informática, e incluso disponen de acceso a una plataforma como Moodle con contenido que se usa como complemento a las clases presenciales y los estudiantes están habituados a trabajar con ellas.

Considerando que la disponibilidad de la infraestructura está relacionada con el contexto socioeconómico, el gobierno de México ha retomado la televisión como medio educativo a través del programa “Aprende en casa 2” (SEP, 2020) y (SEP, s.f), usando como base el modelo de la telesecundaria. Este programa cuenta con la ventaja respecto a la solución inicial que al usar la televisión como el medio para difundir los contenidos se tiene una mayor penetración (ver tabla 1) y para las comunidades que no tienen acceso a dichas tecnologías, se han creado materiales impresos que se hacen llegar a las escuelas. Bajo esta modalidad, los contenidos educativos se distribuyen por medio de la red de televisión satelital Edusat (Hernández et al, 2006), y sus centros de producción, cuentan con un equipo multidisciplinario de expertos que incluyen pedagogos, docentes, personal de estudios de televisión, diseñadores editoriales, expertos en tecnología educativa, etc., garantizando que los contenidos sean de alta calidad.

Es importante señalar que dicho programa tiene fallas importantes como que en el sistema presencial, los docentes tienen un grado de especialización según la materia a impartir y en la telesecundaria solo se contempla un profesor por cada grado y debe resolver las dudas de todas las materias. Este problema en el sistema de telesecundaria se ha ido subsanando desde 1999 cuando en las escuelas normales se creó la especialidad de licenciado en educación telesecundaria que está enfocada a los profesores monitores (Jiménez et al. , 2010). Sin embargo, el problema ha resaltado durante la pandemia debido a la falta de capacitación para los usuarios y a que no existen antecedentes de tener

programas a distancia para preescolar y primaria, por lo que la solución inmediata es generar cursos de capacitación emergente para dicho programa (al menos para los docentes).

Y por último, un escenario que se ha observado de manera frecuente durante este confinamiento es que los estudiantes no se sienten motivados o no saben seguir por cuenta propia las actividades que les son encomendadas para realizar en casa. En el caso de los alumnos más pequeños los padres han debido transformarse en tutores para asegurarse que sus hijos atiendan las clases, lean las notas que les envían sus maestros y completen las tareas que les asignan. Esto se debe a que los niños no han madurado lo suficiente como para tomar las riendas de su propia educación. Esto nos lleva a que los programas de educación a distancia para los niveles básicos requieren de un acompañamiento muy cercano por parte de docentes preparados para cumplir con el papel de monitor (Juca , 2016). Siendo por consiguiente una limitante la madurez del alumno para que el proceso de enseñanza- aprendizaje bajo este modelo se logre exitosamente.

#### **4. Los Objetos Digitales de Aprendizaje (ODAs)**

Los ODAs representan una opción que potencialmente pueden ayudar a mejorar los sistemas de educación a distancia y hacen más eficiente la creación de contenidos educativos que pueden ser distribuidos por medio de los LMS (Learning Management System). Por consecuencia se propone acercar a los docentes a las herramientas para crearlos, y a los repositorios para que puedan encontrar recursos gratuitos para sus cursos. En este sentido, se debe aclarar que en el caso de la educación básica que comprende los niveles de preescolar a secundaria, lo más conveniente es usar los contenidos que están siendo creados por las autoridades educativas aprovechado que todas las escuelas deben cubrir los contenidos oficiales de manera obligatoria. En el caso de los niveles superiores, cada institución crea sus propios planes curriculares y contenidos para sus cursos, razón por la que tienen la necesidad de recursos educativos a la medida.

Antes de continuar con la discusión de las soluciones basadas en ODAs es necesario definir qué son y para qué sirven, por lo tanto podemos definirlos como un componente educativo que sirve para lograr un aprendizaje esperado a partir de un contenido, actividades de refuerzo, una evaluación y un formato que le permiten ser reproducido desde varios contextos de aplicación, definición que se aproxima a la propuesta por Chiappe (2009). La característica que les confiere la denominación digital reside en que dichos objetos son producidos y manipulados con tecnología informática que permite empaquetar en una entidad las características descritas.

Los ODAs deben cumplir con varios requisitos, como que tienen un propósito específico y bien definido, deben ser simples, con un objetivo de aprendizaje claro, una forma de evaluar que sea fácil de cuantificar, y deben ser reutilizables. Cuando se usan en conjunto con un LMS, también deben permitir la comunicación con la plataforma para convertirlos en material interactivo. Tomando en cuenta lo anterior es importante señalar que no todos los contenidos digitales como los archivos mp3, videos, documentos de texto



y presentaciones entre otros son ODAs, ya que estos no cubren todos los elementos antes señalados.

Las soluciones de educación a distancia, especialmente aquellas que se ofrecen a nivel universitario, están basadas en LMS y para que se tenga la posibilidad de tener un resultado óptimo es necesario que los docentes se capaciten en el uso de dicha tecnología. Para evitar caer en la tentación de convertir este tipo de sistemas en simples repositorios de contenido educativo, los docentes deben aprovechar su conocimiento y usarlo para construir objetos digitales de aprendizaje.

Cuando se crea un ODA un error común es no delimitar de forma apropiada las actividades que están comprendidas dentro del mismo y se tiende a perder de vista el propósito con el que se le diseñó. Muchas veces al querer tener un artefacto que sea autocontenido se llega a abarcar más de un objetivo de aprendizaje, con lo que se pierde claridad y se hace complicado hacer las evaluaciones.

Por medio de los ODA pueden construirse temas o cursos, en donde el instructor, o autor, establece una secuencia didáctica para relacionar varios de ellos considerando que pueden, o no, formar parte del mismo campo de conocimiento. Cuando un ODA es lo suficientemente flexible para ser usado en diferentes contextos se dice que es reusable y permite que sean agrupados para formar ontologías. Por ejemplo, pensemos en las nociones básicas de conjuntos que pueden usarse también para explicar conceptos de lógica y para muchas otras aplicaciones.

Para mejorar la reutilización de los ODA se han creado algunos estándares para su clasificación por medio de metadatos, el más conocido de ellos y que es soportado por un gran número de LMS es SCORM. SCORM es un formato de empaquetado que permite importar y exportar ODAs entre diferentes plataformas o distintas versiones de la misma. En Astudillo (2011) se hace una reseña muy completa de los objetos de aprendizaje y temas relacionados, con definiciones, estándares y tecnología relacionada con los mismos.

Considerando que estos deberían ser reusables, también es deseable que puedan ser clasificados para ser añadidos en repositorios y organizados en bibliotecas temáticas para que puedan adaptarse a una gran variedad de cursos a criterio del docente o instructor, según el grado de profundidad de conocimientos que se desee abarcar, o bien puede ser pensando en el perfil del estudiante que recibirá los cursos. Estos repositorios deberían estar disponibles públicamente bajo algún esquema de licenciamiento, ya sea por medio de las compañías editoriales, con un esquema similar a los de Creative Commons, o bien por medio de los repositorios institucionales.

## **5. Recomendaciones para facilitar la creación y clasificación de cursos basados en ODAs**

Tal como se estableció en el apartado anterior, SCORM es un formato de empaquetado que contiene un archivo XML con los metadatos que describen el contenido del objeto de aprendizaje. Existen varios estándares para definir los metadatos que describen un ODA, entre los más conocidos está LOM (Learning Object Metadata) de la

IEEE y, Dublin Core que es más pequeño y basado en palabras clave. Algunas ideas para crear sistemas que permitan navegar en los repositorios y ayudar a los docentes a localizar el contenido más apropiado para sus cursos lo podemos encontrar en (Rojas et al., 2013).

En el directorio de complementos de Moodle es posible encontrar algunas soluciones como “Repository File Manager” que permite navegar por la estructura de archivos con el formato SCORM, otras como “Searchable file system” permite organizar y buscar respaldos de cursos en el directorio de archivos de un determinado contenedor que puede ser local o remoto. Sin embargo los elementos de búsqueda son muy técnicos, y son pocas como “Shared resources center” que son más amigables con el usuario ya que no es necesario tener conocimientos técnicos muy profundos para explorar una biblioteca de contenidos.

Algunos repositorios de ODAs y contenido educativo se pueden encontrar en lugares como los que se listan a continuación:

Merlot: <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>

OCW del MIT: <https://ocw.mit.edu/courses/find-by-topic/>

E-Prints de la Universidad Complutense de Madrid: <https://eprints.ucm.es>

Todos los ejemplos anteriores, aunque muy útiles, no son familiares para la mayoría de los educadores, especialmente porque no están habituados a este tipo de tecnología. Muchos de ellos están acostumbrados a trabajar con libros de texto, y a preparar sus cursos a partir de un temario y sus referencias bibliográficas. En muchas ocasiones los autores de estos libros incluyen una introducción o prefacio para guiar al lector por el contenido del mismo, describiendo los capítulos y sus objetivos de aprendizaje. También es relativamente común en este tipo de literatura que los autores proporcionen una guía de las posibles secuencias a seguir según el nivel del curso que se quiera impartir usando dicho libro como soporte.

Un docente experimentado construye sus cursos mezclando material de distintas fuentes, y cuando es necesario considera usar aquellas especializadas para profundizar en el tema que desea incluir. Esto es lo que se busca repetir al usar los ODAs como recurso didáctico haciendo que se conviertan en las fuentes de contenido para cada tema y antes de incluirlos es bueno asegurarse que dicho recurso satisface los objetivos de aprendizaje.

La idea de reutilización que idealmente deben cumplir los ODA está pensada para que el docente construya el curso eligiendo de un repositorio los recursos que cumplan con los objetivos deseados, preocupándose únicamente por la secuencia que el estudiante deba seguir para adquirir el conocimiento. También es posible considerar a un estudiante autodidacta que busca aprender sobre algún tema en particular. En cualquiera de los dos casos, la búsqueda inicial se realiza por tema y después por el tipo de recurso, o bien por una mezcla de ambos. El repositorio de cursos del MIT, permite realizar búsquedas con este y otros criterios. El problema es que este repositorio está hecho a partir de cursos completos y no de objetos de aprendizaje; es decir, no tiene la granularidad deseada que haga posible mezclar temas de distintos cursos para adaptarlos al currículo deseado por los docentes o de acuerdo a las necesidades de los estudiantes.

La propuesta que se presenta, consiste en mantener una base de datos para clasificar los ODAS a partir de los metadatos, haciendo que los campos que describen el tema y el

objetivo de los mismos sean campos obligatorios, donde la clasificación principal sea por el área de conocimiento. Otro punto a tomarse en cuenta, es la información que publican ciertos organismos respecto a los contenidos que deben cubrirse de forma obligatoria en materias que se consideran básicas y que forman un tronco común para varias profesiones, o bien aquellas recomendaciones curriculares que existen para ajustarse a estándares internacionales. Esto puede usarse para complementar la descripción de los ODAs facilitando su búsqueda dentro de los repositorios, permitiendo además a los docentes colaborar con sus propias aportaciones para acrecentar el acervo.

El material educativo puede crearse, reutilizarse o modificarse a partir de recursos disponibles en los repositorios. En dicho caso, los componentes de los ODA como videos, textos, animaciones, simuladores, actividades y evaluaciones, etc., deberían estar disponibles para usarse de forma individual y de esa forma permitir su modificación o bien como unidades de aprendizaje completas. Existen herramientas de libre acceso como (ExeLearning, 2020) que permiten crear objetos digitales de aprendizaje que cumplen los estándares SCORM y que son compatibles con los LMS más populares. Esto facilita la autoría de los contenidos educativos pero no supe las necesidades de capacitación de los docentes respecto al uso de la tecnología educativa.

## 6. Conclusiones

Después de revisar la situación actual de los sistemas educativos a distancia expuestos por el confinamiento producto de la pandemia podemos resumir los siguientes puntos como conclusiones:

Se debe tomar en cuenta el contexto socioeconómico y la capacitación de los actores del modelo pedagógico. Del mismo modo es importante considerar que la edad y grado de madurez de los estudiantes hace que se tengan que hacer adaptaciones propias para cada nivel educativo. En los niveles de educación básica, se ha puesto de manifiesto que el papel del docente como tutor y guía es insustituible.

Por último, es necesario trabajar en la mejora de los repositorios de ODAs para permitir que estos puedan ser realmente elementos reutilizables. Analizando las soluciones existentes se puede concluir que la mayoría de ellos no tienen la granularidad necesaria para permitir que los contenidos puedan adaptarse a distintos contextos y estilos de aprendizaje. Aquí la propuesta es desarrollar sistemas que permitan describir el acervo de material educativo poniendo de manifiesto su uso potencial, clasificándose por área de conocimiento de la misma manera que se hace con los libros de texto.

## Referencias

Amador, R. (2012). "40 años del Sistema Universidad Abierta de la UNAM: Crónica histórica", *Perfiles educativos*, vol. 34(137), pp.194-212. ISSN: 0185-2698. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982012000300012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982012000300012&lng=es&tlng=es).

- Astudillo, G. (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y sus posibilidades*. [Trabajo Final para obtener el grado de Especialista en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Universidad Nacional de La Plata]. SEDICI. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chiappe, A. (2009). “Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje-reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica”. *Estudios Pedagógicos*, vol. XXXV, núm. 1, pp. 261-272. ISSN: 0716-050X. Recuperado de : <https://www.redalyc.org/pdf/1735/173514138016.pdf>
- ExeLearning (2020). *Tu editor de recursos educativos interactivos gratuito y de código abierto*. Recuperado de: <https://exelearning.net/>
- Hernández, G., Carvajal, G., Valadez, J., González, Y., y Avila, P. (2006). “Hacia un modelo pedagógico del uso de la televisión educativas. Las prácticas didácticas en México con la Red Edusat”. *Tecnología y comunicación educativas*, vol. 20, num. (42-43), pp. 34-63, ILCE, ISSN: 0187-0785. Recuperado de : <https://biblat.unam.mx/hevila/Tecnologiycomunicacioneducativas/2006/vol20/no42-43/3.pdf>
- INEGI-ENDUTIH (2020). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2019*. INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/default.html#Tabulados>.
- ITESM (2020). *Nuestra historia*. Recuperado de <https://tec.mx/es/nosotros/nuestra-historia>
- Jiménez, J., Martínez, R., y García, C. (2010). *La telesecundaria en México: un breve recorrido histórico por sus datos y relatos*. Secretaría de Educación Pública – SEP. ISBN: 978-607-469-637-0. Recuperado de <http://www.sepbcgob.mx/contenido/documentos/educativo/telesecundarias/Breve%20Historia%20de%20Telesecundaria%20en%20Mexico.pdf>
- Juca, F. (2016). “La educación a distancia, una necesidad para la formación de los profesionales”. *Universidad y sociedad*, vol 8, número 1, pp. 106-111, ISSN-electrónico:2218-3620. Recuperado de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/325/707>
- Rojas, M.; Montilva, J. y Hurtado, M., (2013). “Diseño de repositorios de objetos de aprendizaje como estrategia de reutilización e integración de contenidos en modelos de educación virtual”, *Proceedings of the Eleventh Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology LACCEI'2013*, Recuperado de <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP240.pdf>
- SEP (s.f). *Regreso a clases. Aprende en casa II*. Recuperado de <https://aprendeencasa.sep.gob.mx/>
- SEP (2020). *Boletín No. 205 Iniciará el Ciclo Escolar 2020-21 con el modelo aprendizaje a distancia. Aprende en Casa II*. Recuperado de <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-no-205-iniciara-el-ciclo-escolar-2020-21-con-el-modelo-de-aprendizaje-a-distancia-aprende-en-casa-ii-esteban-moctezuma?idiom=es>

# Capítulo 4

## Enseñanza de conceptos de cinemática: identificación de las etapas de su procesamiento cognitivo y el uso de Tracker como herramienta didáctica

Melina Gómez Bock<sup>1</sup>, Marcela D'Alva Patiño<sup>2</sup>, Amanda M. Bejarano Huertas<sup>3</sup>,  
y José M. Monterrosas Romero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de las Américas Puebla, Dpto. Actuaría, Física y Matemáticas

<sup>2</sup>L'Institut National d'Enseignement Supérieur pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement de Montpellier

<sup>3</sup>University of Hohenheim, Stuttgart

<sup>4</sup>Institute for Functional Matter and Quantum Technologies, University of Stuttgart

melina.gomez@udlap.mx, marcelitadealva@gmail.com,  
amanda.bejaranohs@udlap.mx, jose.monterrosasro@udlap.mx

**Resumen.** En este trabajo presentamos un estudio para identificar las etapas del procesamiento cognitivo alcanzadas en la resolución de una evaluación de física en alumnos preuniversitarios. Exploramos el desempeño de los alumnos en una etapa posterior al aprendizaje de los conceptos de *velocidad*, *aceleración* y *fuerza*, relacionados con el fenómeno de caída libre. En el marco de la taxonomía revisada de Bloom, analizamos las respuestas que dieron, al instrumento aplicado, estudiantes universitarios de nuevo ingreso y comparamos con resultados de estudiantes en secundaria. Debido a que la muestra no es representativa estos resultados no son concluyentes, sin embargo, sí son una guía para el análisis propuesto del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con el objetivo de incidir en la problemática planteada, proponemos el uso de una herramienta de software llamada Tracker, como una forma de abordar el análisis de fenómenos cinemáticos donde se pueda acercar a la conexión cognitiva del lenguaje matemático y su representación gráfica al sistema en cuestión, que en este caso son movimientos reales.

Palabras Clave: Enseñanza-aprendizaje de física, Bloom, Cinemática, Tracker

### 1. Introducción

Una tarea esencial en el quehacer docente es establecer el tipo de conocimiento en términos de competencias y habilidades que estamos evaluando en los alumnos, y por lo tanto nuestro éxito en el quehacer docente, sabemos que esta tarea no es fácil. En este trabajo nos propusimos verificar si las deficiencias reportadas en la literatura para la adquisición de conocimiento de física y su permanencia a largo plazo para su aplicación en

situaciones cotidianas se mostraban en estudiantes que ingresan a la universidad. A pesar de que hay reportes en la literatura al respecto de los problemas en la enseñanza de la física a nivel medio superior, pareciera que una discusión al respecto no se ha realizado con suficiente amplitud como para poder generar una mejora tangible y estructural en el aprendizaje de la física. Nuestro propósito en este trabajo, no es solo insistir en visualizar algunos posibles errores que cometemos como docentes, pero también compartir una herramienta de software denominada *Tracker* (Brown et al, 2019) que puede acercar a los estudiantes a la apropiación del conocimiento y su aplicación en eventos cotidianos. Consideramos que dicha herramienta permite una participación activa de los estudiantes, logrando con la visualización, una conexión de los fenómenos observables con los correspondientes conceptos físicos y sus cambios, así como con las estructuras matemáticas y gráficas.

Los procesos cognitivos se producen de maneras más eficientes y eficaces bajo una guía adecuada (Kirschner, 2006). Estamos convencidos de que, como parte de nuestro quehacer docente, es imperativo generar una reflexión colectiva en la búsqueda de ser proactivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta necesidad no es nueva y debe ser parte cotidiana de nuestras actividades, sin embargo, lo que experimentamos en la realidad es una baja comunicación entre docentes para el intercambio de estrategias. La clave para ampliar esta reflexión y sobre todo que sea fértil, es asegurar que la comunicación y discusión se inserte en un ambiente de colaboración y no de evaluación.

En el análisis que reportamos, nuestros datos no son representativos de una problemática generalizada, sin embargo, sí son datos que muestran una problemática real sobre la cual quisiéramos incidir y aportar una sugerencia en la forma de abordar el tema, específicamente en la descripción de los conceptos asociados al movimiento.

La primera sugerencia que nos permitimos hacer, es la de buscar establecer parámetros para concebir e identificar el tipo de actividades didácticas que realizamos en el salón de clases, de modo que nos permitan generar evaluaciones que establezcan la efectividad del proceso enseñanza-aprendizaje. A pesar de que el generar una batería de preguntas y respuestas para evaluar el conocimiento, requiere un trabajo que no se debe menospreciar, este no es suficiente para advertir la adquisición, y sobre todo la posibilidad de aplicación de dicho conocimiento (competencias adquiridas). Por lo que es necesario también analizar qué tipo de proceso cognitivo se exige en la construcción de las respuestas que los estudiantes generan. Nuestra experiencia como profesores de física nos ha llevado a formular la siguiente hipótesis: frecuentemente en los exámenes de física no se evalúa la comprensión del fenómeno físico, los estudiantes obtienen la respuesta esperada como correcta a través de la realización de cálculos matemáticos “en el mejor de los casos” o con la memorización de enunciados teóricos.

En este trabajo analizamos en tres grupos específicos el desempeño de los estudiantes preuniversitarios en términos del nivel de complejidad de reactivos, según la escala de ordenamiento cognitivo de Anderson/Krathwohl (Bloom modificado) (Krathwohl y Anderson, 2009). A partir de este ejercicio y su análisis, queremos aportar algunas sugerencias que consideramos pertinentes para los profesores que se enfrentan a la compleja tarea de preparar evaluaciones congruentes para su clase. Así como el uso del software

propuesto para mejorar el aprendizaje.

En el capítulo 2 presentamos una evaluación sobre la problemática que se ha reportado en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de física asociados a la mecánica, aplicados a estudiantes en Puebla. Posteriormente, en el capítulo 3 analizamos los resultados a la luz de los procesos cognitivos descritos. Finalmente, y antes de exponer nuestras conclusiones, describimos el uso de una aplicación para lograr la interrelación de los conceptos de física y los análisis matemáticos de los datos de un evento experimental, con el objetivo de obtener una mayor capacidad de análisis del fenómeno de caída libre por parte de los estudiantes y la apropiación cognitiva de los conceptos adecuados para la descripción de un movimiento.

## 2. El aprendizaje de conceptos físicos

La posibilidad de resolver en clase un problema sobre un fenómeno físico, es el resultado de un proceso complejo que involucra diferentes habilidades y conocimientos integrados de esta y otras disciplinas. Para alcanzar la respuesta correcta de un reactivo en un examen, los alumnos aplican diversas estrategias cognitivas, cuyo mapeo previo puede ser una herramienta muy útil para los profesores. Estas estrategias pueden combinar procesos cognitivos sencillos como la recuperación de enunciados memorizados, sin embargo, si nuestros alumnos aprueban los exámenes de física recordando el enunciado de la segunda ley de Newton, no estamos evaluando su capacidad para aplicar los conceptos a fenómenos cotidianos. En general, los estudiantes pueden, por un lado, asociar el nombre del tema con una expresión matemática cuyas variables logran asociar a los conceptos físicos, y por otro, pueden obtener un valor numérico. Sabemos que aún en este proceso pueden tener dificultades, sin embargo, hemos notado que incluso haciéndolo correctamente no logran describir el fenómeno físico en términos conceptuales de la dinámica. Esto va en detrimento de una comprensión real de las leyes de Newton y su acercamiento efectivo a la dinámica, ya que estas tres leyes son las que definen el concepto de *fuerza* (Marion y Thornton, 1995).

En las evaluaciones es frecuente el tipo de reactivos cuya respuesta exige resoluciones de ecuaciones matemáticas. Lo anterior implica el desarrollo de una habilidad en el estudiante, pero no necesariamente prueba su comprensión del fenómeno en términos conceptuales. Este problema ha sido expuesto ya por otros docentes, como es el caso de E. Mazur (1997) en su método de *instrucción por pares*.

El tipo de ejercicios que usamos en las evaluaciones son obtenidos de los libros de texto y como ya mencionamos, se basan más en el manejo y aplicación de las matemáticas que en identificar, relacionar y aplicar el análisis de los conceptos físicos. Vemos que la solución de problemas proporcionados en un libro de texto de física sobre el tema de caída libre, requiere mayormente competencias de aplicación matemática.

Algunos autores (Hierrezuelo y Montero, 2006) han señalado ya la fuerte influencia que en los estudiantes de física tienen sus ideas previas erróneas, en particular en temas de cinemática y dinámica, tales como la velocidad, aceleración y fuerza. En *La ciencia de los alumnos*, estos autores exponen que conocer, analizar y modificar las ideas previas de los

estudiantes es de suma importancia para un correcto aprendizaje debido a que ellos estructuran su conocimiento a partir de sus experiencias y, en ocasiones, esto es lo que interfiere con el aprendizaje de los conceptos rigurosos y abstractos del lenguaje científico. Establecer las diferencias y las sutilezas entre los conceptos requiere de una interacción guiada instruida, como lo mencionan (Kirschner et al, 2006). En este sentido, Paulo Freire (Freire 1994), en la *Novena carta* hace una reflexión sobre la importancia de la relación entre el contexto concreto y el teórico en la construcción del conocimiento. Aprendemos del mundo que nos rodea y de nuestras experiencias en él, es por esto que reiteramos que las clases en el laboratorio o experiencias prácticas son un indispensable factor de mediación experimental controlada del mundo, en especial si hablamos de mecánica clásica.

## 2.1 Evaluación y análisis de conceptos de mecánica

Para mostrar la problemática en el aprendizaje de conceptos físicos y su aplicación adecuada en el análisis de un movimiento desarrollamos un instrumento basados en instrumentos reportados en (Hierrezuelo y Montero, 2006). Para analizar la exigencia cognitiva del instrumento de evaluación usamos las tres primeras categorías de la taxonomía de Bloom (Forehand, 2010). El marco del ordenamiento de habilidades cognitivas en su versión de 1956 conocido como la Taxonomía de Bloom y su versión revisada de Krathwohl y Anderson (2009), propone una escala jerarquizada de etapas que van de lo simple a lo complejo y que da cuenta de un procesamiento cognitivo susceptible de identificarse y medirse en los procesos de enseñanza aprendizaje. Ya que implica el desarrollo gradual de habilidades. Como se menciona en (Totkov et al, 2017), es un marco adecuado que permite guiar al profesor en la concepción y elaboración de reactivos y permite identificar fácilmente el nivel de complejidad con que evalúa cada uno de ellos. En este trabajo nos referimos a las siguientes tres categorías: **I.** Conocimiento (identificar), **II.** Comprensión (asociar o relacionar) y **III.** Aplicación (a un fenómeno físico). En la resolución de problemas y en la aplicación de conceptos se requiere el manejo adecuado (conocer, comprender y aplicar) de la terminología asociada con el fenómeno físico. La identificación de éstos es tan necesaria como la parte de cálculo matemático, porque lo segundo no se da correctamente si no se tiene lo primero. Para el análisis de un fenómeno físico, en este caso utilizamos la *caída libre* para describirla a partir de tres elementos de la física: velocidad, aceleración y fuerza.

El instrumento se aplicó a 186 estudiantes de nuevo ingreso universitario en cuatro diferentes grupos: dos grupos de estudiantes que ingresaban a carreras de ciencias e ingenierías en 2018 y 2019, de 25 y 30 estudiantes, respectivamente; y dos grupos de estudiantes de carreras mixtas, incluyendo sociales en 2017 y 2018, de 65 y 66 estudiantes, respectivamente. Previamente, se aplicó a 138 estudiantes de segundo de secundaria de la Ciudad de México y Puebla. Estos grupos de estudiantes no son una muestra representativa, por lo que, los datos asociados a estos no son de relevancia en el trabajo que realizamos, además, los resultados no serán concluyentes en términos de mostrar una problemática extendida, pero nos abre un espacio para el análisis de una posible problemática. Más adelante veremos que, al comparar resultados de estudiantes universitarios y de secundaria,



notamos el posible efecto de la instrucción formal en física en el nivel medio superior, nuevamente no es concluyente, pero muestra un efecto que se mostrará en la sección 2.3.

## 2.2 Instrumento para evaluar el nivel cognitivo sobre conceptos de caída libre

Diseñamos un instrumento basados en algunas de las preguntas que se reportan en Hierrezuelo y Montero (2006). El análisis de este instrumento se hace en términos del tipo de competencias que deben tener los estudiantes para responder correctamente, (no se hace un análisis como instrumento de evaluación). Se utiliza como un instrumento de diagnóstico que nos permita analizar las confusiones que presentan los estudiantes al plantear preguntas conceptuales de física.

Como ya dijimos se aplicó en diferentes generaciones de estudiantes universitarios de nuevo ingreso utilizando Microsoft Forms. De entre ocho preguntas del cuestionario, cinco de ellas resaltaron debido a lo que se puede extraer en términos de su aprendizaje de memorización sin claridad en la estructura de los conceptos de mecánica aplicados.

A continuación, presentamos las preguntas del instrumento y su valoración en términos de los procesos cognitivos.

1. *Un auto viaja a una velocidad constante de 100 km/h, ¿cuál es su aceleración?*

**a)** No se puede calcular. **b)** 100 km/h. **c)** No hay aceleración. **d)** 100 m/s<sup>2</sup>

En esta pregunta se puede evaluar II, respecto de velocidad y aceleración.

2. *Pedro Rodríguez lanza una pelota verticalmente hacia arriba a una velocidad inicial de 9.81 m/s, ¿Cuánto vale su aceleración y velocidad en el punto más alto alcanzado por la pelota?*

**a)**  $a = 0$  ;  $v = 0$ . **b)**  $a = 9.81 \text{ m/s}^2$  ;  $v = 0$ . **c)**  $a = 9.81 \text{ m/s}^2$  ;  $v = 9.81 \text{ m/s}$ . **d)** No hay datos suficientes.

En esta pregunta se evalúa III (de las tres categorías dadas anteriormente), respecto de la velocidad y la aceleración en un fenómeno cotidiano: *caída libre*.

3. *Desde un edificio de 10 metros de altura se dejan caer una sandía, una naranja y una hoja de papel. ¿Si se desprecia la resistencia del aire, en qué orden caerían los objetos al suelo?*

**a)** Sandía, naranja, hoja de papel. **b)** Se necesita saber el peso de los objetos. **c)** Todos los objetos caen al mismo tiempo. **d)** Ninguna de las anteriores.

En la pregunta 3 se evalúa III, respecto de la velocidad, la aceleración y tiempo. Este es un movimiento con aceleración constante por lo que su tiempo de caída no depende de la masa si la fuerza que está presente es sólo la gravedad. Al evaluar III, va implícito que ya se deben haber identificado y relacionado los elementos. Dejar caer implica que la velocidad inicial para los tres objetos es cero, y que va aumentando la velocidad debido a la aceleración de la gravedad, si aplican el MUA saben que la relación para el tiempo no depende de la masa.

4. *Se realiza el mismo experimento que en la pregunta anterior. ¿Qué objeto experimenta una mayor fuerza de gravedad?*

**a) Sandía. b) Naranja. c) Todos los objetos experimentan la misma fuerza. d) Hoja de papel.**

En la pregunta 4 se evalúa III, respecto de la aceleración, fuerza y masa; éste es un movimiento con aceleración constante. Al evaluar III, en este caso va implícito que deben haber relacionado los elementos de aceleración, fuerza y masa; sobre todo pensando en que está conectada con la pregunta anterior, aunque los elementos a evaluar cambian. La relación entre fuerza, aceleración y masa se da en la segunda ley de Newton. Si aplican adecuadamente la definición de la fuerza dada por esa segunda ley, obtendrían, en este caso que: si la aceleración es constante y la masa cambia (por ser diferentes objetos), entonces encontrarían que la fuerza sí depende de la masa del objeto.

5. *Santiago arroja una pelota de forma vertical hacia arriba de forma que regresa exactamente al punto de donde fue arrojada. Una vez que la pelota está en el aire (cuando deja de estar en contacto con Santiago), y despreciando la resistencia del mismo, ¿qué fuerzas está experimentando la pelota durante todo su trayecto?*

**a) Fuerza de impulso de Santiago cuando va de subida y gravedad cuando va de bajada. b) Ya no existe ninguna fuerza una vez que la soltó Santiago. c) La fuerza de impulso de Santiago y la gravedad durante todo el trayecto. d) Sólo la fuerza ejercida por la gravedad**

En esta última pregunta se evalúa I, respecto del concepto de fuerza.

### **2.3 Resultados y análisis de la evaluación de conceptos de dinámica**

Con este instrumento se pueden establecer hipótesis sobre las etapas de procesamiento cognitivo alcanzadas por los estudiantes, en especial si logran las de mayor complejidad, como la aplicación y/o análisis de conceptos en física. En la pregunta 1 observamos la capacidad de los estudiantes de ingeniería y ciencias para identificar los conceptos de *velocidad* y *aceleración* asociada, ver Figura 1. Notamos que en el enunciado de la pregunta se ponen de manifiesto explícitamente las definiciones de ambos conceptos y por tanto su identificación es directa. Sin embargo, en la pregunta 2, ver Figura 1, cuando buscamos que apliquen estos conceptos a un fenómeno cotidiano (nivel cognitivo III), incluso podrían hacer una observación sobre él. Se puede notar un porcentaje menor de estudiantes que logran establecer y relacionar los conceptos de velocidad y aceleración cuando en el enunciado de la pregunta no tenemos definiciones de los conceptos, sino una descripción de un fenómeno. Asociar y darles valores a estos conceptos fue una tarea que pocos lograron completar.

Las preguntas 3 y 4, fueron diseñadas para poder establecer si verdaderamente se está llegando a niveles cognitivos mayores o si se quedan únicamente en el nivel I donde está la memorización. En la pregunta 3, pareciera que en general los docentes hemos podido transmitir con relativo éxito la noción de los tiempos de caída de objetos con 75% (69%) de respuestas correctas de estudiantes de ciencias e ingenierías (mixtos). Sin embargo, como se aprecia en los resultados correctos de la pregunta 4, 30% (24%) de estudiantes de ciencias e ingenierías (mixtos), gráfico de la derecha de la Figura 2, no se alcanza la comprensión

real del fenómeno en términos de los conceptos físicos y cómo se asocian entre ellos.

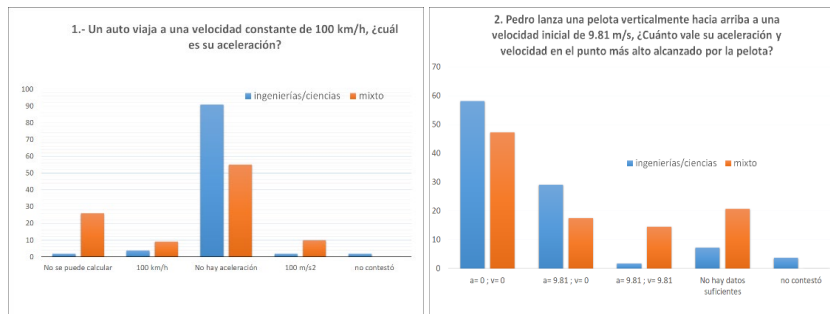


Figura 1: Respuestas en formato de opción múltiple a las preguntas 1 y 2, dadas por 186 estudiantes de nuevo ingreso universitarios, (sólo con instrucción pre-universitaria).

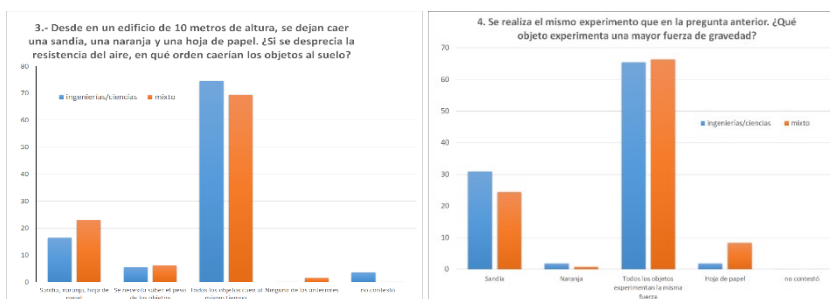


Figura 2: Respuestas en formato de opción múltiple a las preguntas 3 y 4 dadas por 186 estudiantes universitarios de nuevo ingreso

Pareciera que los estudiantes no logran discriminar las diferentes dependencias en la masa de un objeto, el tiempo y la fuerza, es decir, aún no están asociando los conceptos de aceleración con fuerza como lo dispone la segunda ley de Newton, en este caso una aceleración constante.

Una cuestión interesante se muestra al aplicar el instrumento a grupos de estudiantes de secundaria (entre 14 y 15 años), Figura 3, notamos que sin mucha instrucción de física los estudiantes logran resultados inversos a los preuniversitarios, obtienen correctamente la pregunta 4 con mayor porcentaje (69%), sin embargo, en la pregunta 3 sólo 47% tiene la respuesta correcta. Creemos que esto sucede porque al no tener suficiente instrucción, la respuesta se basa en la intuición de que la masa juega un papel relevante, sin embargo, no pueden distinguir en qué términos lo es. En el caso de estudiantes preuniversitarios sucede lo opuesto, con cierta instrucción identifican la frase que menciona que el tiempo de caída no depende de la masa, pero no asocian una diferencia en este comportamiento cuando se trata de aplicar al concepto de fuerza. Las respuestas a la pregunta 5, ver Figura 4, sólo confirman que el problema surge de no llegar ni siquiera a identificar adecuadamente las

fuerzas presentes en el fenómeno de caída libre. Por todo lo anterior, vemos que el concepto de fuerza no se ha desarticulado de su uso cotidiano, o no se ha establecido claramente su definición y su asociación con otros conceptos.

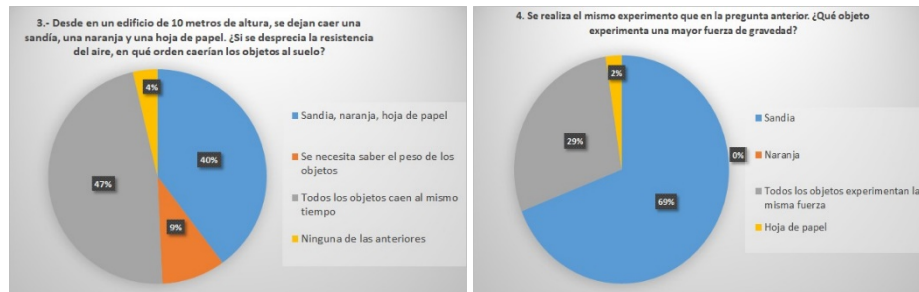


Figura 3: Respuestas en formato de opción múltiple a las preguntas 3 y 4 dadas por 138 de nivel secundaria.

Por esto, difícilmente se llegará a niveles cognitivos más altos, como la aplicación o el análisis adecuado del fenómeno físico. Recordemos que las tres leyes de Newton de la mecánica establecen la definición de fuerza, ver por ejemplo la obra de (Marion y Thornton, 1995) a partir de las características de movimiento de un objeto. La primera ley de Newton expresa bajo qué circunstancias una fuerza está presente; la segunda establece su magnitud, es decir que determina una proporcionalidad directa con la aceleración, por una constante de proporcionalidad dada por la masa del objeto. Y la tercera habla del carácter eminentemente vectorial por un lado y, por el otro, menciona las consecuencias de aplicar una fuerza.

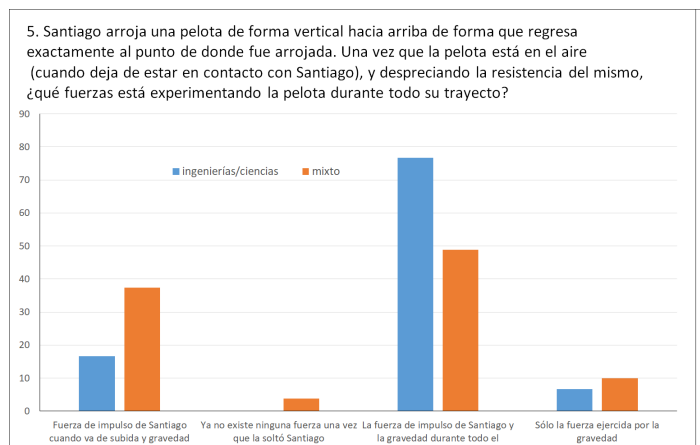


Figura 4: Respuestas en formato de opción múltiple a la pregunta 5 dadas por 161 estudiantes universitarios de ingreso reciente.

La masa y la aceleración se relacionan mediante la segunda ley de Newton, en términos de magnitudes como  $F = ma$  ó  $a = F/m$ . Si la aceleración es la misma independientemente de la masa, la fuerza debe ser proporcional a la masa y un cuerpo con mayor masa experimenta una mayor fuerza debido a que la aceleración de la gravedad

### 3 Uso del software *Tracker* para el análisis de caída libre

Para facilitar en tiempo y costo el análisis de movimientos como el de caída libre, la tecnología nos provee de una opción de software libre (sin costo) para que los estudiantes puedan experimentar, comprobar y afianzar sus conocimientos sobre *aceleración constante*, en este caso la caída libre. Sugerimos que los estudiantes manejen el software gratuito y fácil de usar llamado *Tracker* (Brown et.al, 2019), el cual permite analizar diferentes tipos de movimiento con el uso de videos. Se toman videos de los movimientos reales y se pueden obtener las gráficas asociadas al cambio de posición con respecto al tiempo. Este software permite, a partir de un video, tomar datos siguiendo el cambio en el espacio de un conjunto de pixeles de determinados colores y aplicando inteligencia artificial. De esta manera se determina las coordenadas del objeto en el tiempo generando los datos de la trayectoria en un espacio bidimensional. Antes de la toma de datos por el software se determina la escala para obtener datos adecuados al sistema real, de este modo se reproduce el movimiento y los datos asociados a él. Una vez teniendo los datos se puede obtener de la manera usual la *velocidad* a partir de una gráfica de *posición vs. tiempo*; asimismo se puede establecer mediante la forma de la gráfica, la existencia o no de una *aceleración*, lo cual facilita la discusión de la aceleración gravitacional, por ejemplo. El ejemplo que presentamos es un movimiento de caída libre, en el cual se puede calcular la *aceleración de la gravedad*, comprobando además su aspecto vectorial, una vez se establece el sistema de referencia, el cual se puede modificar también, esto se puede ver en una curva de ajuste de los datos de la Figura 5.

Entre otras funciones, *Tracker* permite importar videos para su análisis cuadro por cuadro, este análisis requiere que el color del objeto en movimiento no coincida nunca con el color de pixeles del fondo. De esta manera, es posible realizar un experimento como el que se observa en la Figura 5, en el que se dejó caer un balón desde el segundo piso de un edificio con el propósito de medir la aceleración de la gravedad de manera sencilla.

Tras importar el video del movimiento en *Tracker*, el siguiente paso consiste en establecer un sistema de referencia bidimensional con la herramienta **ejes**. Para esto existe la opción de elegir el origen, e incluso inclinar los ejes hasta hacerlos coincidir con aquellos del experimento. Para este caso, se fijó el *origen* en la posición inicial del balón asegurándose de que el *eje x* fuese paralelo al piso. Con el marco de referencia también se incluye la unidad de medición, es decir, se le indica al programa cuántos pixeles del video equivalen a qué cantidad de la unidad real con la que se trabaja. Para esto existe la herramienta vara de calibración, con la cual es posible señalar una distancia en línea recta dentro de cualquier fotograma del video, indicando el inicio y el final de la vara, para

después escribir esa distancia en unidades reales. Por lo anterior, ésta deberá ser una medida que se haya tomado durante el experimento.

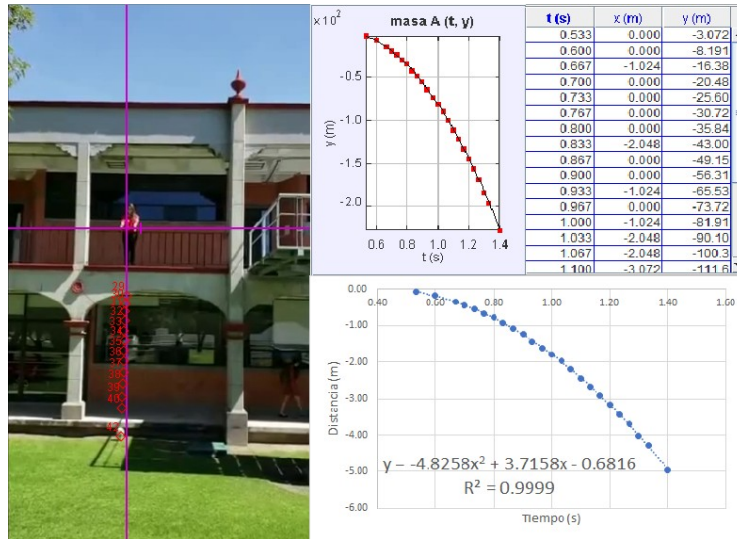


Figura 5: Experimento, generación de datos y gráficos usando Tracker para determinar la función de posición con respecto al tiempo. Se realiza, además el análisis con gráficas y líneas de ajuste usando Excel, para determinar las formas funcionales y determinar así velocidad y aceleración.

Una vez fijados los ejes de referencia, es momento de crear la masa puntual involucrada en el movimiento, o tantas como sean necesarias; en este caso es sólo una y corresponde al balón que cae. Para estudiar el movimiento de las masas que se agreguen, se puede usar la función automática, la cual sólo requiere marcar la posición de la masa en el primer cuadro (con SHIFT+click) y desde ahí el programa hace un seguimiento del objeto en todos los fotogramas. Para que el automático funcione adecuadamente, es recomendable que la masa puntual tenga un contorno del tamaño lo más adecuado al tamaño del objeto y de un color contrastante con el fondo en el video.

Este es un ejemplo simple pero los movimientos y análisis se puede complejizar para experimentar con diferentes objetos y condiciones, variando algún aspecto para analizarlo, por ejemplo, el movimiento de dos botellas de agua, una llena y otra vacía, de modo que se puede analizar la relación entre *la aceleración, la fuerza y la masa*, de la *segunda ley de Newton*; o con un paracaídas para verificar el efecto de la resistencia del aire. Otro ejemplo importante es observar cómo se forma la gráfica de funciones armónicas al analizar el movimiento de un péndulo.

Finalmente queremos dejarles algunos comentarios de los estudiantes que trabajaron con el software, aunque no evaluamos la efectividad del uso de este software en el aprendizaje, se exhiben algunas opiniones de los estudiantes respecto del uso de *Tracker* a

nivel universitario. Esta evaluación fue de manera opcional y se registró sobre otro grupo de estudiantes.

A continuación, se menciona la pregunta y algunas respuestas expresadas. Pregunta: *Escribir las ventajas que tuvo el uso de Tracker para la comprensión del concepto de aceleración.*

- *Me ayudó a comprender aún más el comportamiento de un cuerpo en aceleración, además de ayudarme como apoyo para la visualización de un objeto en aceleración.*
- *Nos ayudó mucho en el sentido que al darnos ya la aceleración calculada nos ahorra el trabajo de sacarla con la ecuación a  $v/t$  ya que para eso era sacar la distancia.*
- *Tracker es una excelente aplicación que registra mediciones de tiempo precisas, permitiendo con ello realizar gráficas más certeras que se acercan plenamente a los valores teóricos de los diversos conceptos físicos. La aceleración se puede entender en gran medida, gracias a Tracker porque éste nos ayuda a generar gráficas y datos, que cuantitativamente y matemáticamente ilustran este concepto.*
- *El efecto que tiene la aceleración en la vida real.*
- *Si las tuvo, para comprender el concepto en forma experimental y real.*

#### **4. Conclusión**

Debido al tamaño de la muestra, no podemos aseverar que los resultados sean concluyentes en la determinación generalizada de una problemática en la enseñanza de los conceptos mecánicos en la física, sin embargo, encontramos que son comparables y similares con los obtenidos en otros estudios. Al tener una muestra de estudiantes universitarios de recién ingreso, decimos que las técnicas de enseñanza son diversas debido a la misma pluralidad de los estudiantes. Por ello, no es descabellado plantear que esta pequeña muestra podría ser una ventana a la visualización de una problemática más extendida, y que puede presentarse con mucha más frecuencia de lo que se podría pensar.

Notamos un conflicto general ante la diferenciación entre *velocidad* y *aceleración*, pero no en cuanto a sus definiciones, sino, más bien en la aplicación de los conceptos a un movimiento. Los resultados muestran una aparente comprensión en términos de la caída libre, sin embargo, en los resultados de las preguntas 2, 4 y 5 vemos que existe aún una fuerte confusión en términos de estos conceptos físicos, implicando la consecuente incomprensión del concepto de *fuerza*, que debe darse para la comprensión de las leyes de Newton de la mecánica. Los estudiantes no logran transitar por la escala cognitiva de la manera esperada al fallar en la aplicación de conceptos físicos en sistemas o fenómenos simples y cotidianos.

Al comparar los resultados con preguntas específicas aplicadas a nivel secundaria, se encuentra un efecto de la instrucción a nivel medio superior. Aunque los estudiantes de secundaria si asocian, (quizás de manera empírica) que la fuerza es proporcional a la masa del objeto, no han establecido que los tiempos de caída son los mismos para masas distintas, ya que la aceleración no depende de la masa. Las respuestas se invierten para los estudiantes universitarios, asumen que tiempos iguales de caída requieren de fuerzas iguales. Creemos

que esta incompreensión del tema contribuye a la separación de los modelos teóricos con las experiencias empíricas u observacionales.

Finalmente, hemos querido proponer ante la problemática encontrada, el uso de una herramienta de software llamada *Tracker*, para favorecer la comprensión de un fenómeno físico y la relación con los términos conceptuales físicos. Sus componentes observacionales, de datos y gráficos, permiten a los alumnos hacer la vinculación entre la comprensión de conceptos teóricos, su análisis matemático y su aplicación en situaciones concretas. Logra conectar la experiencia real, por ejemplo, de la caída libre, con los datos y su gráfica, además se puede obtener el ajuste de los datos a una función cuadrática, en la cual se puede identificar la constante de aceleración gravitacional  $g$  y el signo asociado con el sistema de referencia.

**Agradecimientos.** Los autores reconocemos y agradecemos la participación en el diseño del instrumento y su aplicación a nivel secundaria en la Ciudad de México, a los ingenieros J. Arturo Vásquez Rojas, J. Antonio Galindo Soriano y Santiago A. Sáenz de Miera, así como a los licenciados Omar Betanzos Sánchez, Fernando Guerra Vega e Ing. María Sofía Barrios Leal, también por su apoyo en la aplicación del instrumento a nivel secundaria en la ciudad de Puebla; y a todos los estudiantes que han participado en el servicio social *Divulgación y apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales y exactas*, por su compromiso y esfuerzo. M. G. B. agradece al maestro Javier Piñataro por mostrarme el uso de la herramienta Tracker, así como al Dr. Mark Searle por compartir su entusiasmo por la enseñanza; y a la UDLAP por el apoyo en la capacitación pedagógica y de investigación.

## Referencias

- Brown, D., Christian, W. y Hanson, R. (2019). *Tracker. Video analysis and Modeling Tool. Completely free and open source*. Recuperado de la página <https://physlets.org/tracker/>
- Freire, P. (1994). “Cartas a quien pretende enseñar.” Siglo XXI, México DF.
- Forehand, M. (2010) “Bloom’s taxonomy: Original and revised” Global Text. Emerging perspectives on learning, teaching and technology”, pp. 41-47.
- Hierrezuelo Moreno, J. y Montero Moreno, A. (2006). “La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química”. Editorial Laia, S.A. Colección Fontamara. México. ISBN 968-476-598-3.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. y Clark, R. E. (2006). “Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry- Based Teaching”. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIS*, 41(2), pp.75-86
- Krathwohl, D. R. y Anderson, L. W. A (2009). “Taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives.” Longman .pp.3-9.
- Marion, J. B. y Thornton, S.T. (1995). “Classical Dynamics of Particles and Systems, 4<sup>th</sup> Ed., Harcourt Brace College Publishers, pp.48-52.
- Mazur, E. (1997). “*Peer instruction: A user’s manual*”. Prentice Hall, pp ix-7.
- Totkov, G., Raikova, Z. y Atanasova, M. (2017) *PEDAGOGIKA- PEDAGOGY*, 89(7) pp.892-899.



# Capítulo 5

## La apropiación de Facebook como herramienta didáctica de profesores en la educación de niños ciegos durante el periodo COVID19: Recurso Leyendas Indígenas

Fátima Berenice Ruiz Camacho, Raquel Espinosa Castañeda  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias de la Comunicación

A279076@alumnos.uaslp.mx, raquel.espinosa@uaslp.mx

**Resumen.** El presente estudio se realizó con el propósito de medir la efectividad del uso de la plataforma Facebook como una herramienta didáctica para la educación a distancia en la formación de niños ciegos y débiles visuales durante el periodo de cuarentena ocasionada por el virus del COVID19; para ello se utilizó el recurso didáctico: Leyendas Indígenas, producido para fines de esta investigación. Los resultados arrojaron la inutilidad de la plataforma y en cambio se mostró que la aplicación WhatsApp era más efectiva en el proceso comunicativo.

**Palabras Clave:** Facebook, educación a distancia, discapacidad visual, recursos didácticos, COVID19

### 1 Introducción

A partir del boom tecnológico que inicio a finales del siglo XX, nos hemos enfrentado a nuevos escenarios tecnológicos, los cuales afectan en nuestras vidas en diferentes ámbitos, entre ellos en la educación; es así como las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se han convertido en los recursos más utilizados por jóvenes y adolescentes (Matamala, 2018). Estas tecnologías se habían ido incorporando de apoco en la vida académica de estudiantes y profesores, pero tras la cuarentena obligatoria causada por el virus COVID-19, esta incorporación ha tenido que darse de manera obligatoria y apresurada. Tanto catedráticos como alumnos se adaptaron a nuevas modalidades, capacitándose en el uso de nuevas plataformas y adecuando aquellas que ya eran usadas, pero con otros fines.

Una población que quedó bajo poco reconocimiento y de la cual no se suele hablar son aquellos institutos especializados para niños y jóvenes ciegos y débiles visuales, quienes han sufrido de diferente forma la adaptación a esta nueva modalidad debido a su

discapacidad. Esto ha hecho que los profesores busquen nuevas herramientas y plataformas que se adapten a las necesidades de sus alumnos.

Con el propósito de propiciar aprendizajes significativos y posibilitar la formación inclusiva de niños de nivel primaria con discapacidad visual, se utilizó el recurso didáctico “Leyendas Indígenas”. La elección del material corresponde al contenido propuesto en el libro de texto gratuito proporcionado por la Secretaría de Educación Pública de México para el 2º grado de nivel primaria en el área de Lengua Materna. Se consideró como hipótesis que el uso de la plataforma de Facebook, es una herramienta eficaz para el envío-recepción de recursos didácticos y la comunicación entre profesores y niños con discapacidad visual durante el periodo COVID19. Por lo tanto la pregunta general de investigación que se pretende resolver es ¿El uso del Facebook sirve como herramienta didáctica para profesores en la educación de niños ciegos durante el periodo COVID19?

## **2 Preliminares**

Lucumi & González (2015) definen la práctica pedagógica como “una acción de intervención que tiene como propósito alcanzar la formación de sujetos cognoscentes a través del desarrollo de habilidades y competencias que les permitan desenvolverse en un mundo cada vez más globalizado”, entendiéndolo, dichas acciones tendrían que planearse de manera contextualizada, con el fin de adaptarse a las habilidades, intereses y necesidades de los alumnos en formación.

En el proceso de creación de estas estrategias y con la intención de formar sujetos capaces de enfrentar un mundo globalizado, es necesario pensar en la inserción de las TIC como herramientas que permitan el desarrollo de competencias digitales, además de implementar programas donde se enseñe el uso correcto de estas plataformas. A pesar de la naturalidad que los jóvenes pueden tener con estas plataformas, según Matamala (2018), diversos estudios prueban que en su mayoría estos recursos son empleados de manera errónea, además de mostrar que se tiene una habilidad precaria en cuanto a búsqueda de información se refiere.

Pero para que exista una enseñanza exitosa soportada con el uso de las TIC primero es necesario que los docentes sean capacitados en el uso de estas tecnologías. Para Lucumi & González (2015) el éxito del proceso educativo se ve influenciado en gran parte por el docente, es por esto que son de gran importancia las estrategias pedagógicas que sean utilizadas durante este lapso.

Para definir las estrategias pedagógicas, dice Mockus (1984) que son las acciones realizadas por el maestro con el fin de posibilitar la formación y el aprendizaje de las diferentes áreas del conocimiento adelantadas por los estudiantes. Así, se ratifica la relevancia del docente en el proceso educativo, como facilitador que debe estar a la vanguardia y

proporcionar al estudiante caminos atractivos, efectivos y modernos que propicien aprendizajes significativos (Lucumi & González, 2015).

Es así como diversos autores expresan la necesidad de enfocar estas estrategias y adaptarlas a las necesidades de los alumnos y entender que, como recalcan de Lima & Moreira de Andrade (2019), las Tic por sí solas no determinan cambios en el entorno educativo, sino que más bien deben de utilizarse como estimulantes que ayuden a desarrollar las habilidades de los estudiantes.

En el caso de las poblaciones con discapacidad, la tarea se complica, pues varias de las plataformas que se utilizan no han sido plenamente planeadas para el uso de este sector, de esta forma se presenta *una brecha digital*, la cual es “la brecha existente en el acceso a las TICs” según Hernández, Amado-Salvatierra & Hilera (2012), quienes mencionan que en el caso de las personas con discapacidades, esta desventaja es más notable cuando se habla específicamente de los contenidos ya que también se presenta una *brecha de contenidos*, la cual se da debido a la escasez de materiales accesibles que estén correctamente adaptados a los alumnos.

En México existe una política a favor de la inclusión, pero de igual forma existe una marginación hacia los alumnos con alguna discapacidad, debido a que mayormente no se les toma en cuenta dentro de la planeación de actividades lo que puede causar limitantes en su desarrollo (Martínez, 2017).

La incorporación de estas tecnologías ha sido un proceso que se había desarrollado de poco a poco, hasta la implementación del modelo de educación a distancia debido a la cuarentena ocasionada por el virus COVID-19, donde los profesores se vieron obligados a capacitarse en el uso de nuevas plataformas, además de crear un nuevo diseño de enseñanza que les permitiera retomar las clases.

Para el enfoque de esta investigación es importante adentrarse en los antecedentes sobre el uso de Facebook como una herramienta didáctica para personas con discapacidad visual, lo cual tras una extensa búsqueda literaria, dio pocos resultados, esto también es importante porque habla de una posible innovación en el campo de la educación a distancia implementando nuevas herramientas que si bien, originalmente no fueron diseñadas con este propósito, han podido adaptarse a este fin.

Algunos autores afirman que debido a las características de la plataforma Facebook tales como el dinamismo, su popularidad y su fácil utilización; la conexión con el grupo es más factible, así como la comunicación entre alumnos y docentes (Vivar, García, Abuín, Vinader, Núñez & Martín, 2012). Por estos y otros factores como las diferentes opciones que ofrece, la convierten en una herramienta que podría ser fácilmente adaptable para su uso en la educación. Los pocos antecedentes que existen de su uso de manera didáctica se enfocan al nivel superior con ubicación geográfica en España, pero estos fueron de éxito debido a que los alumnos lograron adaptar la plataforma y encontraron en ella una herramienta cómoda y de fácil uso.

### 3 Marco teórico

Para Barbas (2012) la educomunicación es un campo de estudio inter y trans disciplinar, el cual aborda a la vez a la educación y a la comunicación a través de sus dimensiones teórico- prácticas. A partir de esta premisa es necesario separar a los autores entre sus dos variables, aquellos que aplican las prácticas pedagógicas enfocándose en la comunicación entre alumnos y docentes para adaptarse en función del alumno (Kaplún, 2002); y, aquellos teóricos que incorporan en la enseñanza los medios de comunicación, tales como la televisión, la radio, el periódico, etc (García, 2003).

“A cada tipo de educación corresponde una determinada concepción y una determinada práctica de la comunicación” (Kaplún, 2002) con esta premisa Kaplún procede a explicar los que él considera los tres modelos básicos de la educación, los cuales aclara no son totalmente puros, pero son aquellos que se dan más frecuentemente en la acción educativa:

1. Educación que pone el énfasis en los contenidos. Es el modelo tradicional, enfocado en la transmisión de conocimientos.
2. Educación que pone el énfasis en los efectos; “modela” la conducta de los alumnos con objetivos preestablecidos.
3. Educación que pone el énfasis en el proceso. Este modelo se enfoca en el proceso de transformación del estudiante; en el desarrollo de sus capacidades intelectuales y de su conocimiento social.

Complementando, Barbas (2012) afirma que “a cada tipo de comunicación corresponderá, no sólo una determinada concepción y práctica de la educación, sino también una determinada concepción de la sociedad.” En ese sentido lo teórico y lo práctico en la educación, transmitirá conocimientos a través de medios específicos siguiendo procesos diseñados y gestionados para producir los efectos deseados.

Algo en lo que coinciden estos autores al momento de definir la educomunicación es que ambos dejan de lado el modelo tradicional y se enfocan en aquel donde potencie las habilidades de los alumnos a través de competencias, capacitación y estímulos, sin dejar de lado el papel del profesor. Es así que podemos tomar estos modelos y aplicarlos a la educación de niños ciegos y débiles visuales, adaptándonos a sus capacidades y recursos para poder potenciarlas.

Como menciona Martínez-Salanova (2014) para lograr esto es necesario pensar en la innovación, la cual define como “la creación o adaptación de nuevos conocimientos y su aplicación para la resolución de problemas”. Como parte de estas mejoras, García (2003) analiza la opción de la creación de una televisión para la educación, además de todo lo que esto implica.

Es por eso que, si tomamos en cuenta la necesidad de innovar y la aplicamos a la implementación de una televisión educativa, podemos adaptar estas propuestas a la actualidad y adecuar las redes sociales y las pantallas que conectan a los usuarios con éstas, como parte de las practicas pedagógicas, esto en beneficio de los estudiantes. En ese sentido se utilizarían las pantallas educativas y los profesores se comprometerían en

recopilar o crear contenidos enfocados a las necesidades de sus alumnos, que los ayuden a mejorar sus destrezas, creando sujetos conscientes de su realidad social.

## 5 Metodología

Para medir la efectividad del Facebook como herramienta didáctica de profesores en la educación de niños ciegos durante el periodo COVID19, se diseñó una metodología pre experimental con alcance exploratorio, ya que según lo arrojado en la revisión de la literatura, el problema de investigación ha sido poco abordado. Tanto en México como en el resto de países de habla hispana existen pocas investigaciones enfocadas al uso de Facebook como herramienta didáctica en niños de primaria, además de que el factor de la educación a distancia por la cuarentena y el hecho de que los niños son ciegos y débiles visuales le da una nueva perspectiva al presente estudio.

Para resolver la pregunta ¿El uso del Facebook sirve como herramienta didáctica para profesores en la educación de niños ciegos durante el periodo COVID19?, se planteó como objetivo general, indagar si la plataforma de Facebook es una herramienta eficaz para el envío-recepción de recursos didácticos y la comunicación entre profesores y niños con discapacidad visual durante el periodo COVID19.

Para ello, el universo se conformó por los 64 alumnos matriculados en el Instituto para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI). La muestra utilizada es no probabilística y se aplicaron como criterios de inclusión a todos los niños ciegos y débiles visuales del nivel primaria menor y mayor; y de exclusión, a los niños que contaran con alguna otra discapacidad además de la ceguera, por lo cual la muestra final resultó en un total de 16 niños.

Se desarrolló y aplicó la pre-prueba y la post-prueba a los niños, las cuales buscan medir con base en una lista de cotejo, la utilidad del recurso didáctico Leyendas Indígenas, en la Tabla 1 se observan las dos dimensiones que consisten en el nivel de comprensión y atención de los estudiantes, las cuales se midieron antes y después de la aplicación del recurso didáctico.

<b>Nivel</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 3</b>
<b>Nivel de comprensión</b>	Responde 4 preguntas	Responde de 3 a 2 preguntas	Responde de 1 a 0 preguntas
<b>Atención</b>	Recuerda 2 instrumentos	Recuerda 1 instrumento	No recuerda ningún instrumento
	Recuerda 3 voces	Recuerda de 2 a 1 voz	No recuerda ninguna voz

Tabla 1. Dimensiones y niveles medidos en pre prueba y post prueba

Para conocer la opinión de los docentes sobre el uso de WhatsApp y Facebook como herramienta didáctica, se desarrolló una encuesta donde se compara el uso de ambas plataformas (Tabla 2).

	1	2	3	4	5
La navegación en la plataforma resulta clara					
La interfaz de la plataforma tiene una estructura y organización claras					
En general la plataforma me parece fácil de usar					
Me gustaría usar esta plataforma de forma didáctica a menudo					
Es sencillo crear una cuenta en la plataforma					
La plataforma ofrece diferentes servicios que son útiles para la educación					
Existen elementos que dificultan la navegación en la página					

Tabla 2. Cuestionario de usabilidad WhatsApp/Facebook

Como técnica de recolección de datos cualitativa, se desarrolló un focus group con las maestras del instituto con el propósito de conocer cuál es su percepción sobre el uso de Facebook como herramienta didáctica, además de la utilidad del recurso didáctico que se estudia.

Los ejes alrededor de los cuales rondaron las preguntas del focus group son:

- Contextualización de los participantes, sobre el instituto y los alumnos.
- Limitaciones de la docencia a distancia.
- Opinión pre cuarentena del uso de Facebook como herramienta didáctica.
- Experiencias del uso de Facebook como herramienta didáctica y de comunicación durante la cuarentena.
- Expectativas sobre el regreso a clases presenciales y sus consecuencias.

## 6 Resultados

Después de aplicarle a la muestra los criterios de inclusión y exclusión, es decir considerar a todos los niños ciegos y débiles visuales del nivel primaria menor y mayor; y que no contaran con alguna otra discapacidad además de la ceguera, se le aplicaría la prueba a 16 niños, sin embargo, factores que no se habían tomado en cuenta al inicio de la investigación, como la conectividad a internet de los usuarios y la disponibilidad de tiempo de los padres o su interés en participar; únicamente participaron 2 niños. Así mismo cuando se solicitó al Instituto para ciegos IPACIDEVI que el recurso didáctico se subiera al grupo de padres en Facebook, se le indicó a las investigadoras del presente proyecto, que los padres de los niños no tenían cuentas de Facebook, que en su lugar se enviaría el recurso didáctico a través de WhatsApp, medio por el cual las maestras participantes se comunican con los padres o tutores de sus alumnos (Ver Figura 1). Tal hecho causó que la medición de los datos y la comunicación entre docentes y padres de familia, así como la retroalimentación de las actividades, se hiciera a través de la plataforma de WhatsApp y no en Facebook como se tenía planeado.

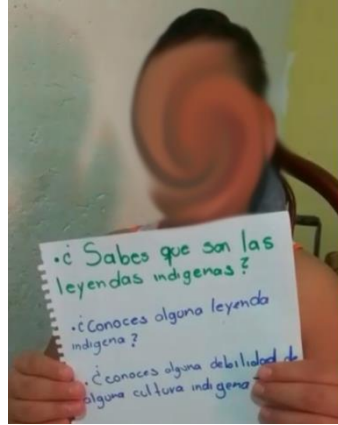


Fig. 1.a.



Fig. 1.b.

Fig. 1. Evidencias de utilización del recurso didáctico Leyendas Indígenas (Fig. 1a), y evidencias de comunicación a través de WhatsApp (Fig. 1.b.)

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los alumnos participantes en el proyecto. Los niveles obtenidos surgieron conforme a las dimensiones medidas, las cuales fueron la comprensión de acuerdo al número de preguntas contestadas correctamente; y, la atención de acuerdo a la cantidad de instrumentos recordados y la cantidad de voces recordadas.

Dimensión	Nivel	
	1	2
<b>Comprensión:</b> preguntas contestadas	2	2
<b>Atención:</b> cantidad de instrumentos cantidad de voces	1	3
	1	2

Tabla 3. Resultados nivel comprensión – atención

Dimensión	Categoría	N	Post prueba	Pre prueba	Sig. exacta (unilateral)
Comprensión Final	Logrado	2	1.000	.001	.000
	En proceso	0	.000		
		2	1.000		
Atención 1 Final	Logrado	1	.500	.001	.000
	En proceso	1	.500		
		2	1.000		
Atención 2 Final	Logrado	1	.500	.001	.000
	En proceso	1	.500		
		2	1.000		

Tabla 4. Nivel de comprensión y atención alcanzado por parte de los participantes

En la Tabla 4 se observan los resultados de la prueba no paramétrica binomial en donde se indica el nivel de comprensión y atención alcanzado por parte de los participantes. Se observa que el porcentaje de participantes que lograron alcanzar el conocimiento y atención en la pre-prueba fue .1%, sin embargo después del uso del recurso didáctico el 100% de los participantes lograron alcanzar el nivel deseado en comprensión, y de ellos el 50% se quedó en el proceso de alcanzar el nivel de atención deseado.

Con estos resultados se observa que el recurso didáctico de las leyendas indígenas enviado a través de WhatsApp, funcionó; ya que los participantes a los que se les aplicó la prueba mejoraron significativamente en comprensión, aunque el 50% de ellos se quedó en el proceso de lograr prestar la correcta atención a los detalles descritos en la narración de la leyenda.

En las Tablas 5 se muestra el resultado de la encuesta realizada a las maestras respecto a su opinión de uso de Facebook y WhatsApp como herramienta eficaz para el envío-recepción de recursos didácticos y la comunicación entre profesores y niños con discapacidad visual durante el periodo COVID19 (en este caso los padres de familia o tutores del menor participante).

Participantes	1		2	
	F	W	F	W
La interfaz de la plataforma tiene una estructura y organización clara		*		*
En general la plataforma me parece fácil de usar		*		*
Me gustaría usar esta plataforma de forma didáctica a menudo		*	*	
Es sencillo crear una cuenta en la plataforma		*	*	
La plataforma ofrece diferentes servicios que son útiles para la educación		*	*	
Existen elementos que dificultan la navegación en la pagina		*		*
No considero que sea una plataforma apropiada para usarse como herramienta didáctica.	*		*	

Tabla 5. Resultados encuesta comparativa entre plataformas

En base a los resultados de la tabla 5, se observa que la percepción de uso de la plataforma de Facebook y la de WhatsApp como herramienta didáctica, la tendencia se inclina más hacia el uso de WhatsApp que a la de Facebook. En general las docentes consideran que la interfaz del WhatsApp tiene una estructura y organización más clara; así mismo consideran que es más fácil de utilizar, y consideran que es una plataforma apropiada para usarse como herramienta didáctica, aunque en el grupo focal explicaron que aunque es la plataforma en la que mejor pudieron trabajar con sus estudiantes debido a la inmediatez en la comunicación con los padres de familia, y la facilidad de uso a través del celular, no les gustaría seguir utilizándola si se regresa a clases presenciales.



## 7 Conclusiones

Sin duda tanto profesores como alumnos han hecho un gran esfuerzo para adaptarse a la nueva modalidad a distancia, la falta de capacitación de los docentes en herramientas tecnológicas los ha orillado a que se apropien de las plataformas que mejor dominan, las redes sociales. Si bien en un inicio se consideraba a Facebook como la herramienta más viable debido a diferentes ventajas como su “popularidad” y su interfaz sencilla de usar, la investigación ha demostrado que en el caso específico de la población estudiada no es una herramienta eficiente.

Los resultados de los cuestionarios realizados a las maestras arrojaron que consideran que tanto WhatsApp como Facebook son herramientas didácticas útiles, sin embargo, se orillaban más hacia el uso de WhatsApp, pero también se menciona que no se desea incorporar ninguna de estas plataformas a la planeación de las clases presenciales. Estas respuestas fueron un poco contradictorias a lo mencionado durante el grupo focal donde expresaron que no utilizaban la red social Facebook, pero si usaban WhatsApp y otra plataforma donde compartían podcasts.

Un factor que no se creyó relevante, pero al final resultó decisivo es la condición socioeconómica de los niños a quienes se les realizó el estudio debido a que esto influyó en gran medida a los resultados. La falta de acceso a herramientas como internet estable y dispositivos electrónicos como un teléfono celular, ocasionaron una falta de comunicación entre los aplicantes y la muestra, misma situación que se replica en las clases, debido a que los docentes también tienen este inconveniente.

Estos determinantes afectaron el curso de la investigación, debido a que la muestra fue modificada y no se les pudo realizar el cuestionario a los tutores, actividad que era necesaria para entender si el uso de la plataforma de Facebook era totalmente inviable como lo mencionaron las maestras.

En cuanto al recurso didáctico los resultados arrojaron que, si es funcional, debido a que se pudo comprobar que existían aprendizajes significativos en los alumnos. El material también presentó fallas debido a que se utilizó un lenguaje complicado para los niños y el diseño del audio fue erróneo debido a que se deberían de incorporar las instrucciones y el cuestionario al audio. Si bien la muestra fue muy pequeña y esta no es prueba suficiente de que el material sea eficiente, esta prueba ayudó a marcar las fallas y los aciertos a tomar en cuenta para mejoras del recurso utilizado y recursos didácticos futuros.

Algunos factores a puntualizar son: El audio está acompañado de un instructivo escrito donde vienen anexadas las preguntas, pero ni las instrucciones ni los cuestionarios son mencionados en el audio, esto demostró ser un error debido a que la falta de comprensión lectora de las preguntas alteró los resultados de una muestra que no pudo ser tomada en cuenta. Cierta vocabulario utilizado en el audio no era adecuado para los niños debido a que era de una complejidad mayor a la del nivel escolar al que pertenecen, esto fue un error que influyó en los participantes debido a que hay sinónimos existentes que podrían reemplazar estas palabras sin modificar la leyenda. Los niños recordaban mayormente el

nombre del primer Dios que escuchaban, pero en ocasiones no podían repetir correctamente su nombre, el hecho de que el relato implique nombres que están en una lengua ajena a la de los participantes podría haber influido en su capacidad de retención de información, pero no en la de atención. El cuestionario en línea para los padres de familia, así como el material didáctico fue enviado al total de la muestra, pero solo se obtuvo respuesta de dos niños y ningún padre de familia contestó el cuestionario.

## Referencias

- Barbas Coslado, Á. (2012). Educomunicación: desarrollo, enfoques y desafíos en un mundo interconectado. *Foro de Educación*, 10(14),157-175. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447544618012>.
- Colectivo Educación Infantil y TIC, (2014). Recursos educativos digitales para la educación infantil (REDEI). *Zona Próxima*, (20),1-21. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85331022002>.
- de Lima, M. R., & Moreira de Andrade, I. (2019). Significaciones docentes sobre la integración de tecnologías digitales en prácticas pedagógicas. *Alteridad*, 14(1), 12-25. Recuperado de: <https://doi.org/10.17163.alt.v14n1.2019.01>.
- García Matilla, A. (2003). Una televisión para la educación. La utopía posible. Barcelona, Paidós Comunicación.
- Hernández R., Amado-Salvatierra H. R. & Hilera J. R. (2012). E-Inclusion project. Implementation of accessibility standards in the process of course design in virtual learning environments. *Proceedings for the IADIS International Conference e-Learning 2012*, Lisbon, Portugal, 17-20 July 2012. pp 529-531. Recuperado de: [http://www.esvial.org/?dl\\_id=8](http://www.esvial.org/?dl_id=8).
- Kaplún, M. (2002). Una pedagogía de la comunicación. Alianza Editorial.
- Lucumi Useda, P., & González Castañeda, M. A. (2015). El ambiente digital en la comunicación, la actitud y las estrategias pedagógicas utilizadas por docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 37(37). Recuperado de: <https://doi.org/10.17227/01213814.37ted109.129>.
- Martínez A. L. (2017). Capacitación docente en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje como un medio de enseñanza a favor de la inclusión educativa de niños con autismo en educación primaria [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Sistema de Universidad Virtual] Repositorio académico digital Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Martínez-Salanova, E. (2014). Educomunicación. La expresión inclusiva. *Aularia*, 2. Recuperado de: <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/9288/Educomunicacion.pdf?sequence=2>. (Artículo de revista)
- Matamala, C. T. (2018). Desarrollo de alfabetización digital ¿Cuáles son las estrategias de los profesores para enseñar habilidades de información? *Perfiles Educativos*, 40(162), 68–85. Recuperado de: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.162.58846>.
- Vivar Zurita H., García García A., Abuín Vences N., Vinader Segura R., Núñez Gómez P., & Martín Pérez, M. Ángeles. (2012). La innovación educativa en la enseñanza superior: Facebook como herramienta docente. *Vivat Academia*, (117E), 530-544. Recuperado de: <https://doi.org/10.15178/va.2011.117E.530-544>.

# Capítulo 6

## Afinación de hiper-parámetros del algoritmo MLKNN para la clasificación multi-etiqueta de retroalimentaciones en cursos en línea

Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Computación

dorianr@gmail.com, czepedac@gmail.com, hildacz@gmail.com, jlcarballido7@gmail.com

**Resumen.** En este trabajo se hace un análisis para determinar si la afinación de hiper-parámetros del algoritmo MLKNN mejora el desempeño en la clasificación automática de la retroalimentación conforme el modelo de retroalimentación de Hattie y Timperley. Se utiliza el método de Grid Search para obtener los hiper-parámetros afinados. Aunque la afinación de hiper-parámetros mejora las métricas de desempeño de clasificación multi-etiqueta no lo hace de manera significativa.

**Palabras Clave:** Minería de textos, clasificación multi-etiqueta, educación en línea, hiper-parámetros.

### 1 Introducción

La retroalimentación es un elemento importante en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Cavalcanti et al. 2020; Wisniewski et al. 2020; Aguerrebere et al. 2018; Fui y Lian, 2018; García, 2014; Hattie y Timperley, 2007). La retroalimentación, permite al estudiante identificar lo que le falta para lograr el éxito de acuerdo con lo que se espera de él (García, 2014). Ayuda a los estudiantes a evaluar su progreso de aprendizaje (Cavalcanti et al. 2020). Empodera a los estudiantes a identificar y solventar sus concepciones equivocadas con lo cual mejora su desempeño (Fui y Lian, 2018).

La retroalimentación en la educación en línea puede ser la principal o única forma de comunicación entre el docente y el estudiante, lo que la vuelve una práctica esencial ya que ayuda al andamiaje del aprendizaje (Hernández, 2007).

Las investigaciones sobre retroalimentación se centran en tratar de evaluar cuándo una retroalimentación es efectiva para determinar si se puede mejorar y cómo hacerlo (Van der Kleij et al 2015). Una retroalimentación efectiva es aquella que permite cerrar la brecha entre el desempeño actual y el esperado en el estudiante (Uribe y Baugman, 2017; Hattie y Timperley, 2007).

En la literatura, existen modelos que permiten la identificación de características para analizar si una retroalimentación es efectiva o no. Uribe y Vaughan (2017), proponen clasificarlas en retroalimentaciones correctivas, epistémicas, sugestivas y epistémica + sugestiva. Shute (2008), por su parte propone diferenciarlas en retroalimentaciones enfocadas al resultado, respuestas correctas y elaboradas. Hattie y Timperley (2007) plantean ubicarlas en cuatro niveles: tarea, proceso, regulación y elogios.

Los niveles propuestos en el modelo de Hattie y Timperley (2007) son una manera viable de analizar la retroalimentación (Brooks, et al, 2019). Los niveles, se han utilizado con diferentes fines como el desarrollo de aplicaciones que proporcionan retroalimentación a un nivel específico (Pardo et al. 2019), análisis de retroalimentaciones (Brooks et al. 2019; Ajjawi y Boud, 2017; Harris et al. 2015) y como estrategia para mejorar el desempeño de docentes (Ramírez y Lozano, 2019). También, se ha identificado que las retroalimentaciones más efectivas son las ubicadas en el nivel proceso y regulación, que las retroalimentaciones en el nivel tarea solo son efectivas si se combinan con las de nivel proceso o de nivel regulación y que las de nivel elogios no son significativas para el aprendizaje (Hattie y Timperley, 2007).

Este trabajo forma parte de una investigación que propone un enfoque para clasificar automáticamente las retroalimentaciones que generan los docentes a las actividades enviadas por estudiantes en cursos en línea de la plataforma Blackboard en los niveles tarea, proceso, regulación y elogios propuestos por Hattie y Timperley (2007), a través de técnicas de minería de textos para estimar y evaluar la toma de decisiones respecto al desempeño docente. En la investigación, se ocupa la clasificación multi-etiqueta que es una tarea predictiva que busca aprender de retroalimentaciones etiquetadas manualmente por expertos en los niveles propuestos por Hattie y Timperley, para después ser capaz de predecir el nivel de nuevas retroalimentaciones.

En la literatura (Blanco et al. 2020; Cabrera et al. 2020; Al-Salemi et al. 2019; Herrera et al. 2016), la clasificación multi-etiqueta se aborda desde dos enfoques que son: transformación y adaptación. El enfoque de transformación utiliza algoritmos de clasificación existentes aplicando métodos de transformación a los datos para que puedan ser procesados por dichos algoritmos (Herrera, et al. 2016). El enfoque de adaptación también utiliza algoritmos de clasificación conocidos, pero, que han sido adaptados para ser capaces de trabajar con datos multi-etiqueta sin necesidad de aplicar métodos de transformación de datos (Herrera, et al. 2016). En este trabajo se utiliza el enfoque de adaptación a través del algoritmo ML-KNN propuesto por Zhang y Zhou et al. (2007).

El algoritmo ML-KNN, es una derivación del algoritmo vecinos más cercanos. Para predecir el conjunto de etiquetas de una nueva instancia se identifican sus  $k$  vecinos más cercanos. Después, basado en información estadística obtenida de los conjuntos de etiquetas de las instancias vecinas (el número de instancias vecinas pertenecientes a cada posible clase), se utiliza el principio de máximo a posteriori para determinar el conjunto de etiquetas de la instancia.

Se analiza si la afinación de los hiper-parámetros del algoritmo MLKNN permite mejorar las métricas de desempeño en la clasificación automática de retroalimentaciones conforme al modelo de retroalimentación de Hattie y Timperley. Los hiper-parámetros son parámetros

que no son aprendidos directamente en el entrenamiento de clasificadores y deben ser pasados como argumentos antes de utilizar un algoritmo de clasificación. En el caso del algoritmo MLKNN los hiper-parámetros incluyen el valor  $k$  que es el número de vecinos de cada instancia de entrada a tomar en cuenta y el valor  $s$  que es el parámetro de suavizado.

Los apartados siguientes se describen a continuación. En la sección 2 se proporcionan los preliminares de la afinación de hiper-parámetros y la clasificación multi-etiqueta, la sección 3 provee detalles sobre la metodología aplicada para analizar si la afinación de hiper-parámetros mejora el desempeño de los clasificadores en comparación de los parámetros por defecto en la ubicación de las retroalimentaciones conforme los niveles propuestos por el modelo de Hattie y Timperley. Los resultados y discusión se encuentran en la sección 4 seguido de las conclusiones y trabajo futuro en la sección 5.

## 2 Preliminares

En esta sección, se presentan los preliminares del trabajo que describen en qué consiste la afinación de hiper-parámetros y la clasificación multi-etiqueta.

### 2.1 Afinación de hiper-parámetros

La afinación de hiper-parámetros se puede entender como un problema de optimización, que busca mejorar el desempeño predictivo de un modelo inducido por un algoritmo (Mantovani et al. 2015). En la literatura, se ha demostrado que el desempeño de varios algoritmos de aprendizaje automático depende de las configuraciones de los hiper-parámetros los cuales pueden hacer la diferencia entre una buena clasificación o una mediocre (Weerts et al. 2020; Hutter et al. 2015; Mantovani et al. 2015). Encontrar una buena configuración de los hiper-parámetros de un algoritmo de aprendizaje de máquina requiere de conocimiento específico, intuición y comúnmente la prueba y error.

De acuerdo con Mantovani et al. (2015), las herramientas que implementan algoritmos de aprendizaje automático sugieren valores por defecto para estos hiper-parámetros. Para algunos conjuntos de datos el uso de estos valores predefinidos produce modelos de clasificación con un buen desempeño predictivo.

Existen varias técnicas para la optimización de los hiper-parámetros de algoritmos de aprendizaje de máquina como lo son los métodos determinísticos, probabilísticos o los basados en modelos. Mantovani et al. 2015, señalan que entre las determinísticas la más utilizada es Grid Search debido a su simplicidad y buenos resultados. Grid Search es un método de búsqueda exhaustiva que requiere de discretización del espacio de los hiper-parámetros. El autor también describe existen métodos probabilísticos como GA, la búsqueda de patrones, gradiente descendente, técnicas simples de búsqueda aleatoria y los basados en modelos en los que se encuentra la búsqueda local, estimación de distribuciones y optimización bayesiana.

### 2.2 Clasificación multi-etiqueta

La clasificación multi-etiqueta, es una tarea de predicción en la que cada una de las instancias en este caso retroalimentaciones tiene asociado un vector de salidas en vez de un

solo valor como es el caso de la clasificación tradicional. El tamaño del vector es ajustado de acuerdo con el número de diferentes etiquetas en el conjunto de datos, donde cada elemento del vector será un valor binario indicando si la etiqueta correspondiente es relevante para el ejemplo o no. Varias etiquetas pueden estar activas a la vez (Herrera et al, 2016). De acuerdo con Charte et al. (2014), en el contexto de la clasificación multi-etiqueta las clases son llamadas etiquetas y el conjunto de etiquetas que pertenece a retroalimentación se le llama conjunto de etiquetas.

La clasificación multi-etiqueta, puede abordarse desde varios enfoques: transformación, adaptación y ensamblaje. Herrera et al (2016), establece que el primero está basado en métodos de transformación que aplicados a conjuntos de datos multi-etiqueta originales son capaces de producir uno o más conjuntos binarios o multiclase, una vez transformados se pueden emplear clasificadores tradicionales para procesarlos. El segundo, busca adaptar algoritmos existentes para que puedan lidiar con conjuntos de datos multi-etiqueta produciendo varias salidas en vez de una. El tercero, combina algoritmos adaptados o métodos de transformación de datos para hacer las predicciones.

### 2.2.1 Métricas de la clasificación multi-etiqueta

Para analizar las características de los conjuntos de datos multi-etiqueta se utilizan métricas que tienen el propósito de evaluar el nivel de multiplicidad de etiquetas en los datos (Herrera et al. 2016). Entre las métricas se encuentran: la cardinalidad, que cuenta el número de etiquetas promedio relevantes para cada instancia en el conjunto de datos; la densidad que se refiere a la cardinalidad normalizada por el número total de todas las posibles etiquetas; MeanIR, que obtiene la proporción de la etiqueta más común contra la más rara; el valor SCUMBLE, que mide la concurrencia entre etiquetas frecuentes y raras (Herrera et al. 2016).

Además de las métricas para el análisis de conjuntos multi-etiqueta se utilizan otras que permiten medir el desempeño de los clasificadores. La Tabla 1, muestra las utilizadas en este trabajo.

**Tabla 1.** Métricas de desempeño de clasificadores multi-etiqueta.

Métrica	Descripción
Hamming Loss.	Porcentaje de etiquetas mal clasificadas.
F1-micro.	Promedio ponderado de la precisión y exhaustividad calculado a nivel micro.
Exactitud	Porcentaje de conjuntos de etiquetas predichas correctamente.
Similitud Jaccard	Compara el conjunto de etiquetas predichas con el conjunto de etiquetas que se debieron obtener.
Perdida de ordenamiento	Calcula el número promedio de pares de etiquetas que están ordenados incorrectamente dado y_score ponderado por el tamaño del conjunto de etiquetas y el número de etiquetas que no están en el conjunto de etiquetas.
Promedio de precisión	Calcula el promedio de precisión de valores de predicción.
Cobertura	Calcula cuanto debe recorrerse las puntuaciones clasificadas para cubrir todas las etiquetas verdaderas.
Tiempo	Cantidad de segundos que pasaron para entrenar el clasificador.

Las fórmulas para el cálculo de cada métrica se pueden encontrar en Herrera et al. (2016).

### 3 Metodología

La metodología para determinar si la optimización de los hiper-parámetros del algoritmo MLKNN mejora el desempeño en comparación con los valores por defecto al clasificar automáticamente las retroalimentaciones conforme los niveles del modelo Hattie y Timperley (2007) seguida en este trabajo considera cinco pasos: (1) recolección en integración de datos, (2) preprocesamiento y extracción de características TF-IDF, (3) Obtención de hiper-parámetros óptimos (4) Clasificación y (5) análisis y evaluación.

#### 3.1 Recolección e integración de datos

El conjunto de datos utilizado contiene retroalimentaciones escritas en español, generadas por docentes que las publicaron a través de la herramienta de revisión de tareas en el sistema gestor de aprendizaje. El conjunto de datos está compuesto de 11013 retroalimentaciones de 121 cursos de la licenciatura en modalidad en línea en derecho de una universidad pública de México. El promedio de palabras en cada retroalimentación es de 77.

Cada retroalimentación, fue clasificada manualmente por expertos en educación en línea, responsables del diseño instruccional en la elaboración de materiales educativos utilizados en programas educativos en línea, quienes cuentan con experiencia como docentes en línea. Los expertos, siguieron el modelo de retroalimentación de Hattie y Timperley (2007) para ubicar cada retroalimentación en los niveles tarea, proceso, regulación, elogios y otros.

Al final de la clasificación manual, se obtuvo un conjunto de datos multi-etiqueta con clases binarias: Clase 0 si una retroalimentación no pertenece a uno de los niveles tarea (NT), proceso (NP), regulación (NR), elogios (NE) y otros (NO); clase 1 si la retroalimentación pertenece a algunos de los niveles.

El conjunto de datos multi-etiqueta fue particionado en dos subconjuntos uno para el entrenamiento de los clasificadores y el otro para evaluar el desempeño de los clasificadores. El conjunto de entrenamiento contiene el 66 % del total retroalimentaciones seleccionadas de manera aleatoria. El 34 % restante de las retroalimentaciones forman el conjunto de entrenamiento. La distribución de retroalimentaciones clasificadas por cada nivel se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de retroalimentaciones por clase en los conjuntos de prueba y entrenamiento.

Clase Valor	Conjunto de entrenamiento					Conjunto de prueba				
	NT	NP	NR	NE	NO	NT	NP	NR	NE	NO
0	4746	2742	37	3015	906	2066	1153	26	1263	389
1	2963	4967	7669	4694	6803	1238	2151	3278	2041	2915
Total	7709	7709	7709	7709	7709	3304	3304	3304	3304	3304

El conjunto de entrenamiento está compuesto por 7709 retroalimentaciones cada una con un conjunto de 5 etiquetas que especifican si se encuentra en uno de los niveles o no. El conjunto tiene 23 diferentes combinaciones de etiquetas. La cardinalidad indica que cada retroalimentación tiene 1.48 etiquetas activas al mismo tiempo. El valor de meanIR muestra que existe desbalance a una proporción de 27.5. El valor SCUMBLE indica que existe una baja concurrencia entre las etiquetas desbalanceadas.

El conjunto de prueba está formado por 3304 retroalimentaciones. Cada retroalimentación cuenta con un conjunto de 5 etiquetas. El conjunto tiene 21 diferentes combinaciones de etiquetas. La cardinalidad muestra que se tienen 1.4 etiquetas activas por retroalimentación. El promedio de desbalance es de 17.84. El valor SCUMBLE indica que existe baja concurrencia entre las etiquetas desbalanceadas.

**Tabla 3.** Características de los conjuntos multi-etiqueta de entrenamiento y prueba

Métrica	Conjunto entrenamiento	Conjunto prueba
No. Retroalimentaciones	7709	3304
No. Etiquetas	5	5
No. Conjuntos de sub-etiquetas	23	21
Cardinalidad	1.484	1.482
Densidad	0.296	0.296
MeanIR	27.562	17.84
Scumble	0.021	0.026

### 3.2 Preprocesamiento y cálculo de TD-IDF

Siguiendo las recomendaciones de Herrera et al (2016) para el tratamiento previo que deben tener los textos antes de pasarlos a un algoritmo de clasificación, se preprocesaron las retroalimentaciones de los conjuntos de prueba y entrenamiento de la siguiente manera: (1) se removieron códigos HTML/CSS; (2) se aplicaron métodos de limpieza para obtener solo las palabras y dígitos de cada retroalimentación; se reemplazaron dígitos, direcciones web y nombres de archivos por claves de identificación; (3) se pasaron las retroalimentaciones a minúsculas para poder hacer comparables palabras con el mismo significado; (4) se obtuvieron los lemas de cada una de las palabras; (5) se aplicó un corrector ortográfico que utiliza la distancia de Levenshtein para las palabras con frecuencia menor a 10; (6) se eliminaron las palabras que detienen ('de', 'lo', 'el', 'que', 'en', 'y', 'a', 'ser', 'uno', 'se', 'los', 'digitop', 'del', 'su', 'por', 'no', 'o', 'parir', 'al', 'poder', 'con', 'derecho', 'tu', 'este', 'la'); (7) se aplicó truncamiento; (8) se eliminaron palabras con frecuencias menor a 10.

Una vez completada la etapa de preprocesado, el paso siguiente fue transformar los documentos en un formato compatible para el análisis de los textos. Se transformaron las retroalimentaciones en una matriz término-documento representando la frecuencia de cada palabra en cada retroalimentación.

Se calcula el valor TF-IDF que combina la frecuencia de término y la frecuencia inversa de retroalimentaciones a través de multiplicar el peso de frecuencia local de cada retroalimentación por el peso inverso de la retroalimentación. La fórmula de cálculo se puede encontrar en Anandarajan et al. (2019).



El valor TF-IDF es calculado para diferentes n-gramas: un-grama, dos-gramas, tres-gramas, uno-dos-gramas, dos-tres-gramas y uno-dos-tres-gramas.

### **3.3 Optimización de hiper-parámetros**

Para la optimización de hiper-parámetros, se utilizó Grid Search implementado en la librería de Python scikit-learn. Se proporcionó a la función Grid Search el conjunto de entrenamiento para entrenar clasificadores utilizando diferentes combinaciones de parámetros y detectar los que mejor desempeño tienen. Los parámetros utilizados en la función fueron los valores por defecto el cual incluye el esquema de validación cruzada a 5 capas.

La búsqueda de los hiper-parámetros se realizó en dos fases. En la primera fase, se exploró el desempeño del clasificador utilizando los valores para k [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. La segunda fase, consistió explorar el desempeño del clasificador con diferentes valores para la métrica de suavizado utilizando el valor k que mejor desempeño mostró. La función de desempeño utilizada para realizar las comparaciones fue la exactitud.

### **3.4 Clasificación**

Esta etapa, consistió en aplicar el algoritmo ML-KNN para entrenar clasificadores multi-etiqueta para que aprendieran del conjunto de prueba que contiene la clasificación manual de las retroalimentaciones realizada por los diseñadores instruccionales. Se entrenaron 2 clasificadores multi-etiqueta usando el enfoque de adaptación con el algoritmo ML-KNN, uno con los valores por defecto del algoritmo y otro con los valores óptimos obtenidos de la etapa anterior.

Para el entrenamiento de los clasificadores se utilizó scikit-multilearn que es una librería-BSD para clasificación multi-etiqueta que está construida bajo el ecosistema de scikit-learn. La librería provee entre sus algoritmos el ML-KNN. Los hiper-parámetros por defecto y los optimizados fueron los siguientes: (1) k=10, s=1 y (2) k=8, s=0.1

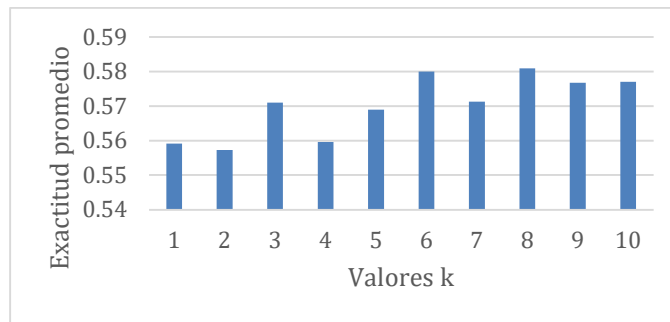
### **3.4 Análisis y evaluación**

El conjunto de prueba se utilizó para evaluar el desempeño de los 2 clasificadores multi-etiqueta. Se proporcionó a cada clasificador multi-etiqueta las retroalimentaciones del conjunto de prueba sin las clasificaciones realizadas por los expertos para que clasificaran automáticamente cada una conforme los niveles propuestos de Hattie y Timperley. Después, se compararon las clasificaciones automáticas realizadas por los clasificadores multi-etiqueta con las clasificadas por los expertos.

Las métricas de clasificación multi-etiqueta utilizadas para medir el desempeño de los clasificadores fueron las descritas en la sección 2.

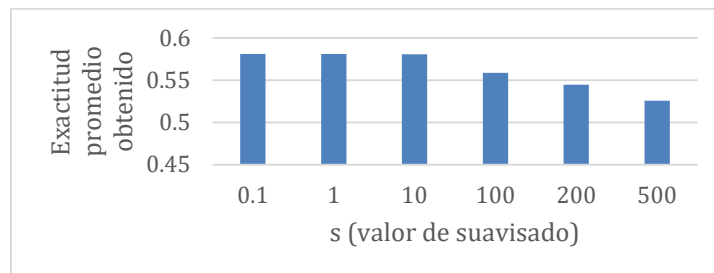
## 4 Resultados

Los resultados de la afinación hiper-parámetros para detectar el mejor valor de  $k$  se muestran en la Figura 1. Se evidencia que el mejor desempeño para la métrica de exactitud se obtiene cuando el valor de  $k=8$ .



**Figura 1.** Valores de exactitud al utilizar diferentes valores de  $k$ .

Los resultados de explorar diferentes valores para el valor de suavizado  $s$  del algoritmo con  $k=8$  se muestran en la Figura 2. Se observa que la métrica de exactitud alcanza su mejor valor cuando se tiene los valores  $s=0.1$  y  $1$ . Por tanto los hiper-parámetros óptimos para el conjunto de datos que se está utilizando son  $k=8$  y  $s=0.1$ .



**Figura 2.** Valores de exactitud al utilizar diferentes valores de  $s$  con  $k=8$ .

Los resultados obtenidos del entrenamiento y prueba de los clasificadores multi-etiqueta utilizando los parámetros por defecto del algoritmo MLKNN y los optimizados se muestran en la Tabla 4. Cada columna muestra el desempeño obtenido en cada métrica para el clasificador utilizando parámetros por defecto y utilizando los parámetros optimizados. Las flechas al lado del nombre de cada métrica indican si es mejor un valor alto o bajo.

Se observa que para todas las métricas se obtienen valores iguales o mejores cuando se utilizan los hiper-parámetros afinados que cuando se utilizan valores por defecto. Aunque

las métricas se mejoran, no lo hacen de manera significativa a excepción del promedio de precisión que se eleva en un 1 %.

**Tabla 4.** Resultados evaluación de los clasificadores

Métrica	Parámetros por defecto	Parámetros optimizados
Tiempo ↓	12	12
Accuracy ↑	0.589	0.589
F1-micro ↑	0.7892	0.7894
Hamming loss ↓	0.1239	0.1236
Similitud Jaccard ↑	0.6518	0.6521
Ranking loss ↓	0.1157	0.1147
Avg Precision ↑	0.7921	0.8010
Coverage ↓	1.978	1.969

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se analiza si la afinación de hiper-parámetros del algoritmo MLKNN mejora las métricas del desempeño de la clasificación automática de retroalimentaciones conforme al modelo de Hattie y Timperley. Se detecta que la afinación de hiper-parámetros para el conjunto de datos utilizado, mejora las métricas de desempeño de la clasificación multi-etiqueta. La mejora en las métricas no es significativa por lo que dado el tiempo que requiere la afinación de hiper-parámetros se concluye que para el caso del conjunto de datos utilizado en este trabajo es mejor utilizar los valores por defecto del algoritmo MLKNN. Como trabajo futuro se continuará explorando la afinación de hiper-parámetros de algoritmos de clasificación multi-etiqueta que utilizan el enfoque de adaptación.

## Referencias

- Aguerreberre, C., Cabeza, S. G., Kaplan, G., Marconi, C., Cobo, C., y Bulger, M. (2018). Exploring feedback interactions in online learning environments for secondary education. *In Proc. of Latin Amer. Workshop on Learn. Analytics*, pp. 128-137.
- Ajjawi, R. y Boud, D. (2017). Researching feedback dialogue: an interactional analysis Approach. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 42(2), pp. 252-265.
- Al-Salemi, B., Ayob, M., Kendall, G., y Noah, S. A. M. (2019). Multi-label Arabic text categorization: A benchmark and baseline comparison of multi-label learning algorithms. *Information Processing & Management*, 56(1), pp. 212-227.
- Blanco, A., Perez-de-Viñaspre, O., Pérez, A., y Casillas, A. (2020). Boosting ICD multi-label classification of health records with contextual embeddings and label-granularity. *Computer methods and programs in biomedicine*.
- Brooks, C., Carroll, A., Gillies, R. M., y Hattie, J. (2019). A matrix of feedback for learning. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(4), pp. 14-32.

- Cabrera, L. A., Bessis, N., y Korkontzelos, I. (2020). Classifying emotions in Stack Overflow and JIRA using a multi-label approach. *Knowledge-Based Systems*, 195.
- Cavalcanti, A. P., Diego, A., Mello, R. F., Mangaroska, K., Nascimento, A., Freitas, F., y Gašević, D. (2020). How good is my feedback? a content analysis of written feedback. *In Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pp. 428-437.
- Charte, F., Rivera, A., del Jesus, M. J., y Herrera, F. (2014). Concurrence among imbalanced labels and its influence on multilabel resampling algorithms. *In International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems*, pp. 110-121.
- Fui, C. S. y Lian, L. H. (2018). The effect of computerized feedback on students' misconceptions in algebraic expression. *Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 26(3).
- García, M. A. A. (2014). Retroalimentación en educación en línea: una estrategia para la construcción del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), pp. 59-73.
- Harris, L. R., Brown, G. T., y Harnett, J. A. (2015). Analysis of New Zealand primary and secondary student peer- and self-assessment comments: applying Hattie and Timperley's feedback model. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 22(2), pp. 265-281.
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), pp. 81-112.
- Hernández, S. C. (2007). El constructivismo social como apoyo en el aprendizaje en línea. *Apertura*, 7(7), pp. 46-62.
- Herrera, F., Charte, F., Rivera, A. J., y Del Jesus, M. J. (2016). Multilabel classification. *Springer*
- Hutter, F., Lücke, J., y Schmidt-Thieme, L. (2015). Beyond manual tuning of hyperparameters. *KI-Künstliche Intelligenz*, 29(4), pp. 329-337.
- Mantovani, R. G., Rossi, A. L. D., Vanschoren, J., Bischl, B., y Carvalho, A. C. P. L. F. (2015). To tune or not to tune: Recommending when to adjust SVM hyper-parameters via meta-learning. *2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*.
- Pardo, A., Jovanovic, J., Dawson, S., Gasevic, D., y Mirriahi, N. (2019). Using learning analytics to scale the provision of personalized feedback. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), pp. 128-138.
- Quesada, R. (2006). Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia en línea. *Revista de Educación a Distancia*, 5(6), pp. 1-15.
- Ramírez, G. R., y Lozano, D. E. V. (2019). El modelo de retroalimentación de Hattie y Timperley como estrategia para favorecer el cambio en las percepciones sobre la evaluación formativa en docentes y alumnos. *Revista de Investigación Educativa del Tecnológico de Monterrey*, 10(19), pp. 75-87.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), pp. 153-189.
- Uribe, S. N. y Vaughan, M. (2017). Facilitating student learning in distance education: a case study on the development and implementation of a multifaceted feedback system. *Distance Education*, 38(3), pp. 288-301.
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C., y Eggen, T. J. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), pp. 475-511.
- Weerts, H. J., Mueller, A. C., & Vanschoren, J. (2020). Importance of tuning hyperparameters of machine learning algorithms. *arXiv preprint arXiv*.
- Wisniewski, B., Zeiger, K., y Hattie, J. (2020). The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. *Frontiers in Psychology*, 10.
- Zhang, M. L., y Zhou, Z. H. (2007). ML-KNN: A lazy learning approach to multi-label learning. *Pattern recognition*, 40(7), pp. 2038-2048.

# Capítulo 7

## Objeto de Aprendizaje Abierto en un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning

José Luis García Cué<sup>1</sup>, Saira Edith Márquez de la Cruz<sup>1</sup>, José Manuel Meraz Escobar<sup>1</sup>, Reyna Carolina Medina Ramírez<sup>2</sup>, Claudia Zepeda Cortes<sup>3</sup>, Hilda Castillo Zacatelco<sup>3</sup>, Rosalva Ruiz Ramírez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, PSEI – Estadística

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa – Depto. Ingeniería Eléctrica

<sup>3</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Académica San Blas

jlgcue@colpos.mx, marquez031s@gmail.com, manuelmeraz21@gmail.com,  
rmed@xanum.uam.mx, czepedac@gmail.com,  
hildacz@gmail.com, rosalva.ruiz@uas.edu.mx

**Resumen.** El presente trabajo tuvo por objetivo proponer un Objeto de Aprendizaje Abierto en una Aplicación (App) controlada por un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning. Se comenzó explicando la actualidad sobre el uso de las tecnologías y de software con fines educativos. Después, se revisó sobre aplicaciones móviles, sistemas híbridos Web-App, m-learning, Objetos de Aprendizaje Abiertos (OAA) y Objetos de Aprendizaje Móviles (OAM). En la metodología, se propuso un sistema híbrido apoyado de la propuesta PADPEEM para elaborar la App y el OAM. En los resultados se mostraron el mapa de navegación que incluye la App EA-Quirón Test y el OAM, la arquitectura e interfaces. Se concluyó que el sistema elaborado cumplió con las características de ser un recurso m-learning para la enseñanza de los Estilos de Aprendizaje y que además puede ser utilizado en la propuesta de estrategias didácticas en cursos o para hacer investigación educativa.

**Palabras Clave:** Objeto de aprendizaje móvil, M-learning, Estilos de aprendizaje

### 1 Introducción

Diversos autores como Ozcamli y Cavus (2011) y Meraz et al. (2019) coincidieron que el software utilizado en la actualidad con fines educativos trabaja vía internet bajo modelo de red cliente-servidor. También, explicaron que estos programas informáticos se ejecutan a través de la red sin la necesidad de ser instalados en un equipo, su ejecución se realiza en distintos sistemas operativos utilizando un navegador web y estándares como el Protocolo

de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol* o TCP/IP) y el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (*Hypertext Transfer Protocol* o HTTP). La mayoría de este software se comenzó a utilizar en computadoras de escritorio, pero en la actualidad pueden trabajar con otras Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Báez et al. (2016) explicaron que hay otros programas informáticos llamados aplicaciones (App) (del inglés *application*) que se instalan en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes (*smartphones*), tabletas digitales (*tablets*), sistemas híbridos *phablet*, entre otros. Las App son clasificadas de acuerdo con tres tipos de desarrollo: las nativas (App nativas) que utilizan un lenguaje de programación específico de cada sistema operativo que utiliza un dispositivo móvil; las webApp que son páginas web adaptadas a dispositivos móviles utilizando técnicas como las del diseño web responsivo (*responsive web design*); y las híbridas que son una combinación de las App web y App nativas.

Brazuelo y Gallego (2014) precisaron que cuando las páginas web y las App se utilizan en TIC móviles con fines educativos son denominadas como aprendizaje móvil (m-learning, que viene del inglés *Mobile Learning*) o modalidad m-learning; que comenzó a principios del siglo XXI con la evolución de TIC en equipos inalámbricos y al principio se fundamentó en los conceptos de la enseñanza electrónica o virtual (e-learning o *electronic Learning*).

Ozcamli y Cavus (2011) dieron más detalles sobre las características del m-learning : a) ser ubicuo donde los alumnos pueden estudiar en cualquier lugar y en cualquier momento; b) portabilidad donde se incluyen herramientas o aplicaciones en cada dispositivo; c) combinado en el cual los docentes pueden utilizar diferentes teorías del aprendizaje tanto presenciales como apoyadas en TIC; d) por su carácter de privado porque el discente tiene acceso a la herramienta en su propio móvil; e) interactivo; f) colaborativos que permiten el trabajo en grupo; y g) información instantánea porque se puede tener respuestas rápidas a preguntas específicas con diferentes tipos de materiales (definiciones, fórmulas, ecuaciones, etcétera).

Por otro lado, Rivera et al. (2018) distinguieron distintas App proyectadas como Objetos de Aprendizaje (OA) que tienen un diseño más complejo y organizado que una App sencilla. También explicaron que diversos autores e investigadores denominaron estos OA en App como Objetos de Aprendizaje Móviles (OAM y en inglés *Mobile Learning Objects* – MLO) y forman parte de las m-learning.

Wiley (2008) explicó que los OA son recursos digitales educativos -como multimedia (textos, videos, audio, imágenes), actividades, ejercicios, cuestionarios, juegos, exámenes y autoevaluación- que deben cumplir con los atributos de accesibilidad, granularidad, interoperabilidad, durabilidad, escalabilidad, relevancia y que además sean reutilizables.

Meraz et al. (2019) resaltaron que diversos OA son elaborados a través de modelos o metodologías instruccionales (como el ADDIE, ASSURE o PADDIEM) que contienen una serie de fases o etapas organizadas de manera lógica y que se apoyan en recomendaciones de distintas normas internacionales de estandarización, métodos de evaluación y de metadatos como la IEEE-LOM (*Learning Object Metadata*) o SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*). También, explicaron que los Objetos de Aprendizaje Abiertos (OAA) son recursos educativos, propuestos por la UNESCO, que son accesibles para

cualquier persona sin ningún costo bajo licencias de Comunes Creativos (*Creative Commons* - CC) o licencia pública general reducida (con sus siglas en inglés GNU GPL). Muchos de los OAA son accesibles a través de servidores que sirven como repositorios o bibliotecas digitales.

Después de revisar la información anterior, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se diseña un Objeto de Aprendizaje Abierto en una App a manera de OAM controlado por un sistema Web-App que se use como recurso m-learning para un tema de educación? Para contestar esta pregunta, se planteó una investigación que tuvo por objetivo proponer un Objeto de Aprendizaje Abierto en una Aplicación (App) controlada por un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning. Lo anterior para el tema de Estilos de Aprendizaje basado en la propuesta del Quirón Test de Lozano et al. (2016).

## 2 Metodología

Para el planteamiento de un sistema híbrido se consideraron dos aspectos muy importantes:

El primero, el diseño de una App educativa como recurso m-learning que calcule las preferencias en cuanto a los Estilos de Aprendizaje basados en el Quirón Test (Lozano et al. 2016). En la App se deseó que la información registrada por el usuario y los resultados se envíen vía internet a un servidor web y a una base de datos relacional (BD). También, se desea que los resultados se muestren en la pantalla y que se creen reportes en formato PDF que se puedan recibir por correo electrónico, todo en tiempo real. Asimismo, que la información más relevante que fue almacenada en la BD pueda consultarse en cualquier momento, y puede servir para la propuesta estrategias didácticas en cursos apoyados de TIC o hacer investigación educativa.

Para el diseño de la App, se propuso utilizar la metodología PADPEEM (Márquez, 2020) que fue resultado de la integración de dos metodologías: PADDIEM (Meraz et al., 2019) y la metodología para la elaboración de software Mobile-D para teléfonos móviles (Abrahamsson, 2007) que contiene etapas de modelos ágiles y buenas prácticas de ingeniería de software. PADPEEM fue probada en la elaboración de un sistema computacional híbrido para estimar la captura de carbono en agroecosistemas de café. La metodología PADPEEM son las siglas de siete etapas: Planeación, Análisis, Diseño, Producción, Estabilización, Evaluación y Mantenimiento (figura 1).

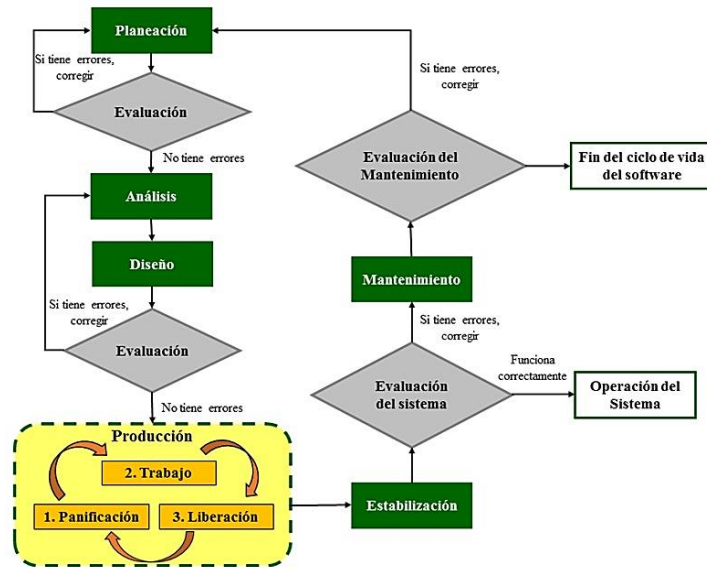


Figura 1. Diagrama de la Metodología PADPEEM  
Fuente: Márquez (2020)

Cada etapa del PADPEEM se explica a continuación:

1. **Planeación.** Se comenzó identificando la problemática, necesidades, viabilidad en contexto, tiempo, costo, requerimientos tecnológicos y de recursos. Se culminó con un cronograma de actividades a través de un diagrama de Gantt.
2. **Análisis.** Se realizó la propuesta del sistema, el ámbito, la especificación general tanto de los usuarios como de los requisitos del software y requerimientos del sistema tanto funcionales como no funcionales. Además, se eligió la arquitectura, tipo de aplicación y software a utilizar.  
Tanto las etapas de Planeación como las de Análisis se apoyaron de la propuesta IEEE 830 sobre estándares de especificación de requerimientos de software (Márquez, 2020).
3. **Diseño.** Se estableció la arquitectura general del sistema, el mapa de navegación con los usuarios y sus correspondientes permisos para cada sección del software. Además, se plantearon las bases de datos y por último las interfaces. Se usó el método de modelado con diseño libre para la diagramación.
4. **Producción.** Se configuró e instaló un servidor web utilizando el Sistema Operativo Linux, Servidor Apache, gestor de bases de datos MySQL, JavaScript, entre otros. Posteriormente, se desarrollaron las bases de datos relacionales en gestores para este propósito, tanto para la App como para el control de los elementos del OAA. Después, se programaron las interfaces. Por último, se construyeron los módulos para generar reportes. Cabe mencionar que de acuerdo con las metodologías ágiles esta parte fue



trabajada en conjunto con los expertos para hacer pruebas y las modificaciones pertinentes.

5. **Estabilización.** Se instaló el sistema integrando cada uno de los componentes del producto, bases de datos, servidor web remoto, programación y comunicación entre la App. Más adelante, se hicieron pruebas piloto y se escribieron los metadatos utilizando los modelos SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*) y Dublin Core así como la norma ISO 15836-1:2017. Por último, se realizó un plan para la capacitación del uso del sistema.
6. **Evaluación.** Se hicieron las evaluaciones planeadas en las etapas propuestas en el PADPEEM. También se evaluó todo el sistema. Lo anterior se hizo a través de cuestionarios o rúbricas diseñadas por los equipos de expertos y además utilizando las rúbricas propuestas por LORI (*Learning Object Review Instrument*) de Insuany et al. (2014).
7. **Mantenimiento.** En esta etapa se documentaron todas las peticiones que fueron de cuatro tipos: correctivo, evolutivo, adaptativo y perfectivo. Se realizaron las correcciones de los errores detectados en la evaluación de cada fase. Además, se mejoró la implementación de los componentes del sistema e incrementaron los servicios del sistema de acuerdo con nuevos requerimientos. Así mismo se consideró el final del ciclo de vida del sistema.

El segundo, el diseño de un Objeto de Aprendizaje Abierto apoyado de la misma metodología PADPEEM y adaptado para que trabaje dentro de la App (como OAM) y en el sistema híbrido App-Web.

### 3 Resultados

Para elaborar tanto la App EA Quirón Test como el Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) se integraron a los equipos multidisciplinarios del PADDIEM (Meraz et al., 2019) y la estructura de la metodología PADPEEM (Márquez, 2020) dando como resultado una serie de actividades por etapa con los equipos multidisciplinarios que trabajaron (figura 2).

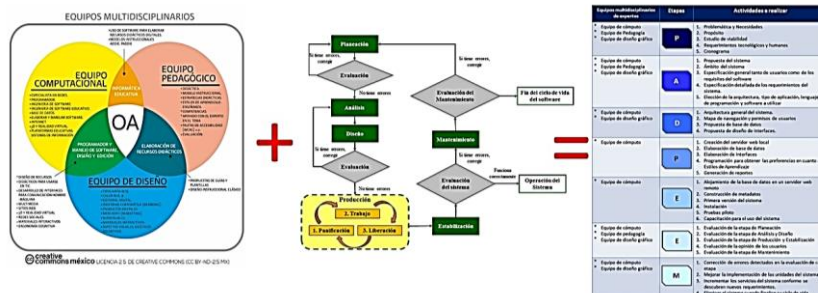


Figura 2. Metodología PADPEEM

La figura 3 muestra a mayor detalle el resultado de la integración.

Equipos multidisciplinares de expertos	Etapas	Actividades a realizar
* Equipo de cómputo * Equipo de Pedagogía * Equipo de diseño gráfico	<b>P</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemática y Necesidades</li> <li>2. Propósito</li> <li>3. Estudio de viabilidad</li> <li>4. Requerimientos tecnológicos y humanos</li> <li>5. Cronograma</li> </ol>
* Equipo de cómputo * Equipo de Pedagogía * Equipo de diseño gráfico	<b>A</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propuesta del sistema</li> <li>2. Ámbito del sistema</li> <li>3. Especificación general tanto de usuarios como de los requisitos del software</li> <li>4. Especificación detallada de los requerimientos del sistema.</li> <li>5. Elección de la arquitectura, tipo de aplicación, lenguajes de programación y software a utilizar</li> </ol>
* Equipo de cómputo * Equipo de diseño gráfico	<b>D</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arquitectura general del sistema.</li> <li>2. Mapa de navegación y permisos de usuarios</li> <li>3. Propuesta de base de datos</li> <li>4. Propuesta de diseño de interfaces.</li> </ol>
* Equipo de cómputo	<b>P</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación del servidor web local</li> <li>2. Elaboración de base de datos</li> <li>3. Elaboración de interfaces</li> <li>4. Programación para obtener las preferencias en cuanto a Estilos de Aprendizaje</li> <li>5. Generación de reportes</li> </ol>
* Equipo de cómputo	<b>E</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alojamiento de la base de datos en un servidor web remoto</li> <li>2. Construcción de metadatos</li> <li>3. Primera versión del sistema</li> <li>4. Instalación</li> <li>5. Pruebas piloto</li> <li>6. Capacitación para el uso del sistema</li> </ol>
* Equipo de cómputo * Equipo de pedagogía * Equipo de diseño gráfico	<b>E</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de la etapa de Planeación</li> <li>2. Evaluación de la etapa de Análisis y Diseño</li> <li>3. Evaluación de la etapa de Producción y Estabilización</li> <li>4. Evaluación de la opinión de los usuarios</li> <li>5. Evaluación de la etapa de Mantenimiento</li> </ol>
* Equipo de cómputo * Equipo de diseño gráfico	<b>M</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corrección de errores detectados en la evaluación de cada etapa</li> <li>2. Mejorar la implementación de las unidades del sistema</li> <li>3. Incrementar los servicios del sistema conforme se descubren nuevos requerimientos.</li> <li>4. Eliminar el sistema cuando finalice su ciclo de vida</li> </ol>

Figura 3. Metodología PADPEEM que incluye etapas, equipos multidisciplinares y actividades a realizar.

Se tuvo cuidado de cumplir con cada fase, actividades y cada proceso de evaluación siguiendo lo propuesto en figura 1 y en la figura 3. Más adelante, se propuso el mapa de navegación del Sistema (figura 4) donde se distinguen dos diferentes secciones: una oscura que es la de la App EA Quirón Test y una clara con la adición del OAM en la App. En la figura 5 se muestra la arquitectura Híbrida Web-App resultante integrada por tres partes.

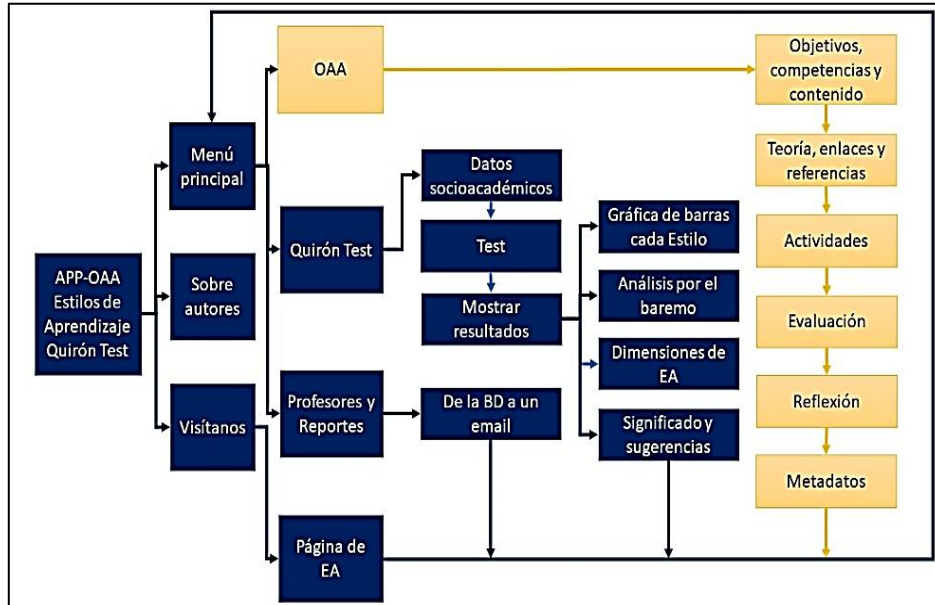


Figura 4. Mapa de navegación del Sistema.

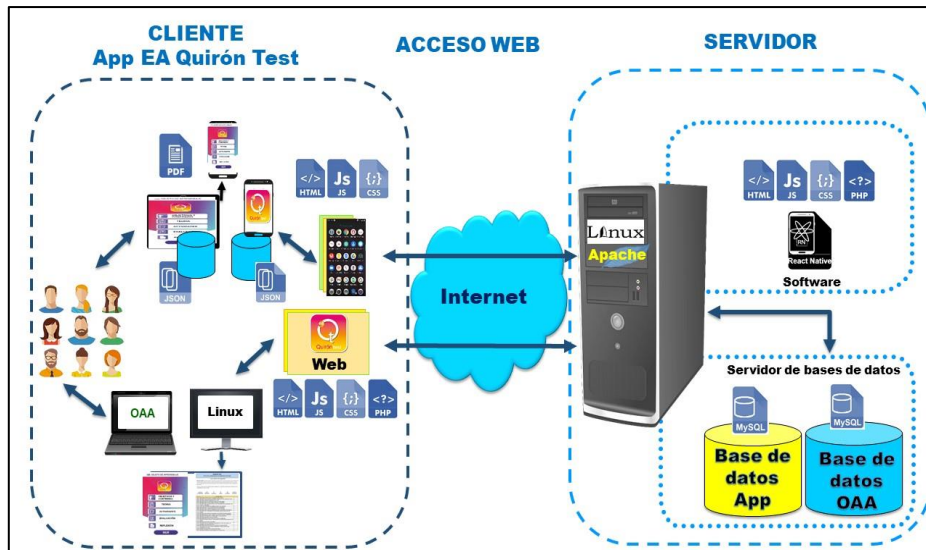


Figura 5. Arquitectura del Sistema Híbrido Web-App y OAA

En la primera parte (del lado izquierdo) donde los clientes tienen acceso al sistema desde cualquier dispositivo ya sea teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras de escritorio. Dichos clientes, se comunican a la computadora a través de interfaces elaborados en lenguajes de programación accesibles vía web como el HTML, JavaScript, Java, PHP, CSS, entre otros. En la segunda parte (al centro) se identifica el acceso web donde los clientes se comunican con el servidor bajo protocolos de comunicación de Internet (TCP/IP) por medio de páginas web en computadoras de escritorio o de aplicaciones (App). En la tercera parte (del lado derecho) se muestra una computadora configurada como servidor que trabaja bajo el Sistema Operativo Linux, Servidor Apache, software React native y programación en HTML, JavaScript, Java, PHP, CSS, entre otros. También, se diseñaron dos bases de datos bajo el modelo relacional manejadas en MySQL: una para la App y otra para el control y manejo de todos los elementos de los Objetos de Aprendizaje.

En la figura 6 se muestra el primer resultado de la App EA Quirón Test y sus diferentes pantallas y sus interfaces como se presentan en un teléfono móvil. Se muestra el logotipo, el menú, los autores, la referencia teórica, las diferentes ventanas del Quirón Test y otra sección para registro tanto de instituciones como de profesores. La App puede enviar los resultados a una base de datos que contiene los tanto la información socioacadémica como lo obtenido en el cuestionario Quirón Test. La información se puede consultar a la BD por la App o vía web y se pueden obtener reportes en formato pdf que se envían a través del correo electrónico en cualquier momento. La idea es que los docentes puedan utilizar todo esto para plantear estrategias de enseñanza-aprendizaje para cursos apoyados por TIC o para hacer investigación educativa.

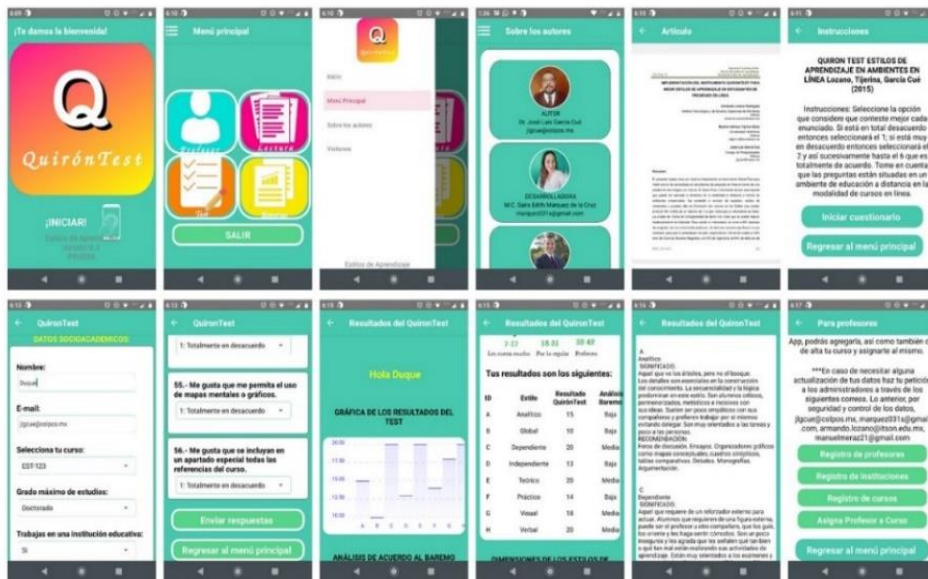


Figura 6. App EA Quirón Test y sus diferentes pantallas

Más adelante los equipos de expertos continuaron en las etapas de Evaluación y Mantenimiento como lo propone la metodología PADPEEM. Al reunir las rúbricas, la evaluación LORI y de revisar todo el funcionamiento de la App EA Quirón, se puso de manifiesto que se deben hacer mejoras en el sistema y la necesidad de cambiar la apariencia de la App con la inclusión del OAM. En la figura 7 se muestra el resultado final, donde se visualiza la App instalada, la ventana principal con su logotipo, el menú, el objeto de aprendizaje con acceso a los objetivos, teoría, actividades, evaluación y reflexión. Asimismo, en el OAM se utilizaron herramientas adaptables a cualquier dispositivo móvil como educaplay ([www.educaplay.com](http://www.educaplay.com)) para algunas actividades y Google forms (<https://docs.google.com/forms/u/0/>) para la evaluación. El sistema ya se probó en un grupo piloto y funciona como recurso m-learning. Importante es mencionar que todos los elementos del OAA están almacenados en el servidor al igual que la BD que los controla.

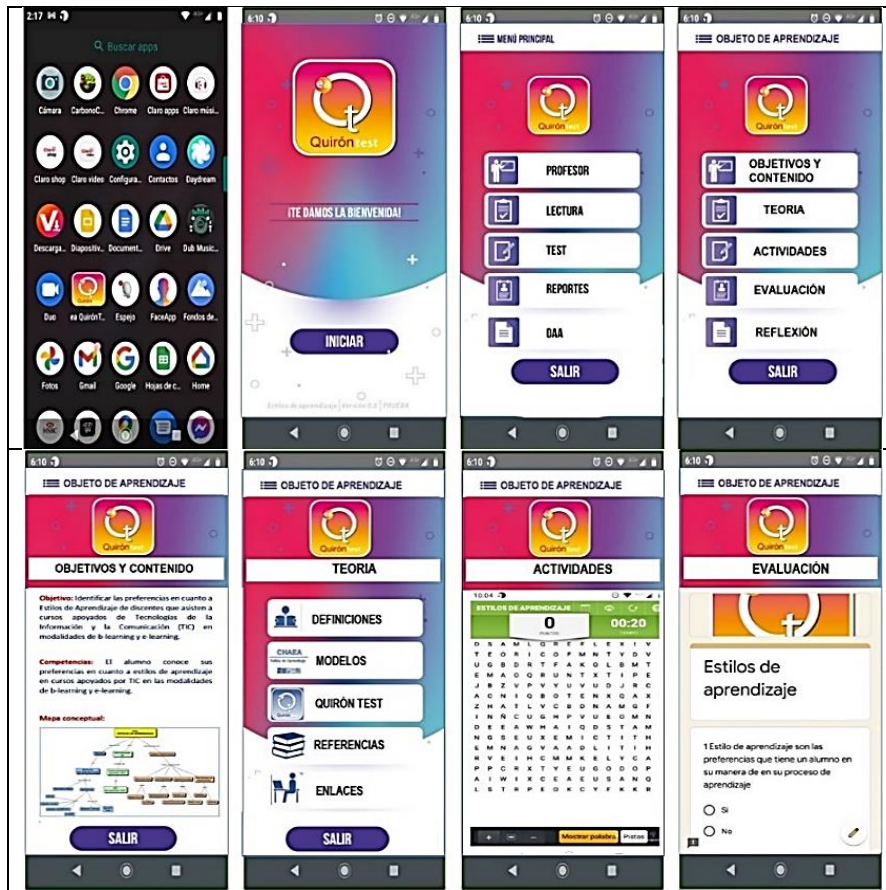


Figura 7. El OAM resultante con sus diferentes ventanas

## 4 Conclusiones

El objetivo de la investigación se cumplió. Se diseñó tanto la App EA Quirón-Test como el Objeto de Aprendizaje Móvil (OAM) siguiendo la metodología PADPEEM. El sistema cumplió como recurso m-learning para la enseñanza de los Estilos de Aprendizaje. Los interfaces programados permitieron un fácil acceso a todos los elementos del sistema en cualquier dispositivo. Además, el sistema puede almacenar información en bases de datos que pueden consultarse en cualquier momento y usarse para proponer estrategias didácticas para cursos en especial los apoyados de TIC o para hacer investigación educativa.

## Referencias

- Abrahamsson P. (2007). "Agile Software Development of Mobile Information Systems". En Krogstie J., Opdahl A., Sindre G. (eds), *Advanced Information Systems Engineering. Lecture Notes in Computer Science, vol 4495*. (pp.1-24), Berlin: Springer.
- Báez, A., Arellanes, N., y Sosa, N. (2016). "Efectividad de la aplicación de metodologías ágiles para el desarrollo de apps móviles". Un caso de estudio". *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's*. Vol. 2 No. 6, pp 45–66.
- Brazuelo, F., y Gallego, D. (2014). "Estado del Movable learning en España". *Educación en Revista*, Curitiba, Brasil, Edição Especial No. 4, pp. 99-128.
- Insuasty, E., Martín, A., y Insuasti, J. (2014). Comparación de tres metodologías de evaluación de objetos de aprendizaje virtuales. *Revista de Teoría de la Educación. Educación y cultura en la Sociedad de la Información (TESI)*, 15(2), 2014, pp. 4-178
- Lozano, A., Tijerina, B.A., y García-Cué, J.L. (2016). "Implementación del instrumento QuironTest para medir estilos de aprendizaje en estudiantes de pregrado en línea". *Journal of Learning Styles (Revista de estilos de aprendizaje)* Vol. 9 No. 17, pp 240-267
- Márquez, S. (2020). "Sistema computacional para estimar la captura de carbono en Agroecosistemas de café: Caso Huatusco, Veracruz". Tesis inédita de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. PP 236.
- Meraz, J. M., García-Cué, J.L., Fernández, Y.M., Jiménez-Velázquez, M.A., Medina, R.C. y Sangerman, D.M. (2019). "Elaboración de objetos de aprendizaje abiertos para ciencias agrícolas bajo la metodología PADDIEM". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol 10. No. 5, pp 1097–1111
- Ozcamli, F., y Cavus, N. (2011). "Basic elements and characteristics of mobile learning". *Procedia - Social and Behavioral Sciences* Vol. 28, pp. 937 – 942.
- Rivera, L.A., López, E., Hernández, Y., Domínguez, S., y Excelente, C.B. (2018). Layered Software Architecture for the Development of Mobile Learning Objects with Augmented Reality. *IEEE Access*, Vol. 6, pp 57897-57909.
- Wiley, D. (2008). "The Learning Objects Literature". En David Jonassen, D., Michael J. Spector, M.J., Driscoll, M., Merrill, M.D., y Merriënboer (eds), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 345-354), New York: Taylor and Francis Group.

# Capítulo 8

## Recursos digitales para la enseñanza de niños con discapacidad visual de nivel primaria

Raquel Espinosa Castañeda<sup>1</sup>, Mariana Vázquez Alonso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias de la Comunicación

raquel.espinosa@uaslp.mx, a281538@alumnos.uaslp.mx

**Resumen.** La discapacidad visual es una condición que afecta el desarrollo adecuado de gran parte de la población de niños en su contexto educativo. El presente trabajo explora la utilización de recursos didácticos digitales como un medio a favor de un desarrollo humano y social más inclusivo en el ámbito de la educación. Para tales fines, se diseñó y produjo una audio-leyenda de acuerdo al contenido escolarizado de segundo grado de primaria en la materia de “Lengua Materna”.

**Palabras Clave:** Recursos digitales, Objetos de aprendizaje, Discapacidad Visual, educación inclusiva, Primaria.

### 1 Introducción

Zavarte y Valdivia (1994), proponen que algunos criterios para seleccionar recursos didácticos son la accesibilidad del material, que sean lo suficientemente abiertos como para permitir planteamientos globalizadores, que sean útiles en todos los aspectos del proceso de enseñanza, que sean de fácil acceso y con formato atractivo, ilustraciones y textos sugerentes que logren motivar a los alumnos hacia su consulta y que permitan diferentes niveles de comprensión, de manera que puedan atender las necesidades debidas a la diversidad dentro del aula. Con el propósito de atender la diversidad y la inclusión de personas con discapacidad visual, el recurso didáctico propuesto pretende facilitar al maestro del segundo ciclo escolar de nivel Primaria, material didáctico digital, que le ayude en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el trabajo en el aula tanto en modalidad presencia como virtual o mixta.

La elección del material corresponde al contenido propuesto en el libro de texto gratuito proporcionado por la Secretaría de Educación Pública de México para el 2º grado de nivel primaria en el área de Lengua Materna. Las leyendas indígenas ayudan a los alumnos a construir un conocimiento de las raíces prehispánicas de México y de sus antepasados indígenas; así como de transmitir y fomentar los valores sobre la importancia

de la vida y la muerte, el género, la moral y la justicia, valores transmitidos a lo largo de los años a través de las leyendas y su papel fundamental en la crianza de los niños. Por tal motivo, el presente recurso didáctico se propone como un objeto de aprendizaje digital que facilite la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica. Por lo tanto la pregunta general de investigación que se pretende resolver es ¿El objeto de aprendizaje “leyendas indígenas”, facilita la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica?

## 2 Preliminares

### Recursos digitales

“Un recurso puede ser un contenido que implica información y/o un software educativo, caracterizado, no solamente como un recurso para la educación sino para ser utilizado de acuerdo a una determinada estrategia didáctica. De esta manera un recurso, conlleva estrategias para su uso. Pueden ser implícitas o explícitas o pueden estar relacionadas con el logro de objetivos, por ejemplo, ejercitación, práctica, simulación, tutorial, multi o hipermedia, hipertexto, video, uso individual, en pequeños grupos, etc.”

Rabajoli – Ibarra (2008)

#### 1.1 Recursos educativos digitales

Jara y Toledo (2009) citados Rabajoli (2012), reportan que hacia finales de 1996 cuando los portales educativos surgen, tienen por cometido difundir materiales para ser usados por docentes y estudiantes en la labor del aula. Estos espacios de interacción académica entre docentes y estudiantes, se fueron transformando en espacios para intercambio tanto de experiencias como de formación a distancia, así mismo por la influencia de la red social, comienzan a incorporar herramientas de la Web 2.0.. Esta actividad educativa promovió un cambio de actitud en los usuarios pasivos a usuarios activos, de consumidores en productores de sus propios contenidos.

La evolución de las herramientas de la Web, se enfrenta a una gran complejidad de componentes, por lo cual es muy complicado establecer límites entre lo que puede ser o no parte de los recursos educativos digitales. Esto ha orillado a que los mismos docentes trabajen como “curadores de contenidos” Rabajoli (2012) lo cual no es más que seleccionar, relacionar y dar sentido a cada recurso al vincularlos sobre temas específicos para después difundirlos a más docentes que necesiten estos recursos.

Es importante reconfigurar las representaciones colectivas y por ende las estructuras y prácticas en cuanto a la producción, procesamiento y distribución del conocimiento, por ello Perez (2017), afirma que “la integración de recursos tecnológicos y la digitalización de la información en las instituciones de educación superior”, exigen esta nueva reconfiguración. En ese sentido, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) dentro del entorno educativo juega un papel importante para la



creación, la búsqueda y la selección de recursos educativos digitales en contextos particulares; debido a que se utilizan para facilitar la comprensión, la interpretación y la apropiación de la información.

Guajala-Michay (2020), determinó que “los estudiantes con algún tipo de problema visual tienen menos recursos de aprendizaje, no solo por la carencia de un sentido sino también por la falta de instrumentos pedagógicos apropiados”, así mismo, un recurso educativo por sí solo no garantiza la efectividad en el logro de aprendizajes significativos ni críticos (Pérez, 2017). Por tal motivo, el presente recurso didáctico, la leyenda del maíz, comprendido como un Objeto de Aprendizaje ya que se encuentra embebido en la plataforma digital del Museo virtual MIIPAT, y, puede ser reutilizado cuantas veces sea necesario; es una oportunidad para facilitar la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.

#### 2.4. Enseñanza mediante Objetos de Aprendizaje (OAs)

Wiley describe a los OAs como “cualquier recurso digital estructurado que se puede utilizar como apoyo para el aprendizaje y que puede ser reutilizado” (2000). Donde un recurso digital estructurado significa una morfología, secuencia u organización, quedando libre para cada quien definir esa estructura. En el presente caso de estudio se tomó en cuenta la materia de Lengua Materna de segundo año de nivel primaria en el sistema educativo mexicano y el tema de Leyendas Indígenas. Como en cualquier materia la estructura es una unidad o su equivalente, que contiene subunidades. Dicha subunidad puede contener a su vez sub-subunidades, y así sucesivamente, hasta llegar a un concepto que ya no puede subdividirse más. La estructura será tan profunda como lo requiera el concepto a tratar. Ese concepto a desarrollar será el contenido del futuro OA. Para ejemplificar con la materia de Lengua Materna se tendrá la unidad Español, donde una de sus subunidades son Relatos y leyendas. A su vez una sub-subunidad son la tradición oral y la recreación de los relatos y leyendas; por lo que la leyenda será la parte minúscula del todo y del que se realizará un OA. El OA de La Leyenda del maíz, se puede mostrar en distintas formas multimedia. Según el tipo de aprendizaje del estudiante, puede ser un mundo virtual en 2D o en 3D, un juego, un crucigrama, un cuestionario, un ejercicio que se explica paso a paso usando voz, texto, un video, y/o con el Proyecto 10 del Museo MIIPAT que abraza las audio-leyendas para uso de niños con discapacidad visual así como de normovisuales.

Los componentes principales de un OA son cuatro, como se pueden observar en la Figura 1, los cuales toman como referencia la congruencia y veracidad de los contenidos de un curso; así como la conveniencia de los componentes empleados; el uso óptimo de recursos audiovisuales; el establecimiento de metas pedagógicas y de actividades para lograr éstas; el uso de estándares para el llenado del metadato y la relevancia de los campos empleados (Ruiz, Muñoz & Álvarez, 2013, p 9).

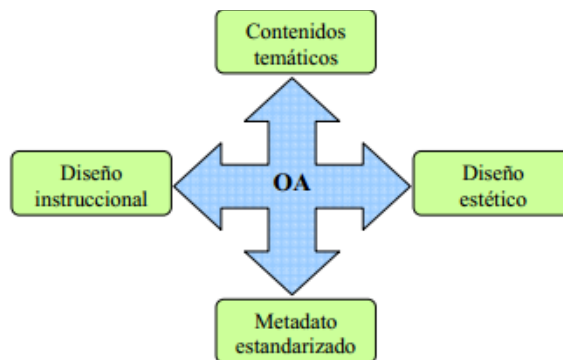


Figura 1. Componentes principales de un OA.

### 3. Aprendizaje

#### 3.1 Estrategias didácticas para el aprendizaje

La operatividad de la didáctica es definida por Vásquez (2017: 36), como ciencia, cuando se investiga y experimentan nuevas técnicas de enseñanza.; también como arte cuando establece normas de acción o sugiere también normas de comportamiento didáctico basándose en los datos científicos y empíricos de la educación. En ese sentido la didáctica comprende elementos teóricos y prácticos que no pueden aislarse. En ese tenor, una estrategia de aprendizaje, se refiere al método o estrategia entendida como el camino escogido para llegar a la meta propuesta. Esta meta puede ser el aprendizaje de conceptos y procedimientos, adquisición de valores, de actitudes o de hábitos, entre otros aprendizajes.

En el ámbito de la educación inclusiva, la Asociación Americana de Trastornos de Aprendizaje (1993), define la inclusión como una política/práctica en la cual todos los alumnos con deficiencias, independientemente de la naturaleza o gravedad de estas reciben la educación total dentro de una clase regular en el colegio que les corresponde (Moliner, 2013 :10). En ese sentido Sunkel (2010, en Beltrán y Enciso, 2019) menciona que “la perspectiva de “desarrollo con las TIC” concibe la tecnología como un medio a favor de un desarrollo humano y social más inclusivo”.

Algunos organismos como el portal educativo de “Colombia aprende” en el año 2018, define los recursos educativos digitales en grupos como: Imágenes, audios, videos, textos enriquecidos, páginas web, juegos interactivos, ilustraciones y animaciones. Y su principal funcionalidad es ofrecer información a través de distintos formatos (audiovisual, sonoro, textual, visual, multimedia, etc.) con el propósito de que pueda ser aprovechada en el marco de un proceso educativo. Estos recursos educativos son atractivos para docentes y estudiantes en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que según Beltrán y Encino (2019), “permiten ampliar sus posibilidades de exploración, indagación e interacción con el conocimiento”.

Sin embargo también es importante no perder de vista que “un recurso educativo digital, además de cumplir con especificaciones como: la interfaz, el acceso, el diseño gráfico, los dispositivos, y el mantenimiento, entre otros; también debe cumplir con las

especificaciones metodológicas y pedagógicas de acuerdo al nivel, grupo o circunstancia donde se pretenda implementar o usar.” (García, 2018 :44).

### 3 Metodología

Se diseñó y produjo “La Leyenda del Maíz”; leyenda mexicana seleccionada del libro de texto proporcionado por la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Se analizó la leyenda y el vocabulario utilizado en el mismo, en el proceso de elaboración del guión algunas palabras fueron cambiadas por sinónimos para su sencilla comprensión, pero se mantuvo la esencia de la leyenda.

Se elaboraron una serie de preguntas para además de estimular la comprensión lectora de los niños, evaluar en nivel de conocimiento adquirido con el recurso didáctico.

El material incluye música seleccionada para crear ambiente, con el propósito de sumergir al receptor en la historia. El recurso didáctico busca facilitar la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica, objetivo que además propiciará que los niños con pérdida parcial o total de la vista sean capaces de disfrutar de una manera digital las leyendas indígenas presentadas en los libros de texto conforme a su grado escolar. “La leyenda del maíz” pertenece al segundo grado de educación primaria; mediante un audiolibro y contando con distintos sonidos y voces, los niños conocerán la leyenda y comprenderán con mayor facilidad aspectos que ocurrían en esas culturas.

Objetivos:

- Facilitar la comprensión de la información presentada en “La leyenda del maíz” de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.
- Facilitar la interpretación de la información presentada en “La leyenda del maíz” de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.
- Facilitar la apropiación de la información presentada en “La leyenda del maíz” de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.

La leyenda del maíz, es un recurso digital didáctico transformado en objeto de aprendizaje producido por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Facultad de Ciencias de la Comunicación en colaboración con el Museo Interactivo Incluyente de Producción Audiovisual Transmedia (MIIPAT) y el Instituto para Ciegos Ezequiel Hernández Romo (IPACIDEVI). El desarrollo de la audio-leyenda, es un medio para facilitar la comunicación pedagógica con niños con discapacidad visual. El audio tiene una duración de cuatro minutos y cincuenta segundos, con el fin de tener información concisa, interesante y de poca duración para mantener la atención de los usuarios. El audio se encuentra alojado en la plataforma SoundCloud (Ver Figura 2), así como en la Web oficial del Museo MIIPAT.

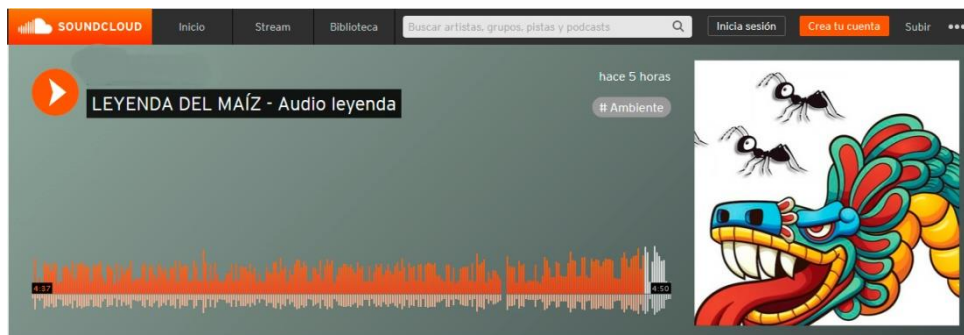


Fig. 2. Audio “La leyenda del Maíz” embebido en plataforma SoundCloud

El recurso didáctico se expuso ante expertos en la educación inclusiva de personas con discapacidad visual en una sesión virtual vía Zoom. Posteriormente los expertos analizaron y retroalimentaron el recurso didáctico exponiendo las fortalezas y debilidades del mismo. Dicha retroalimentación se tomó en cuenta para la mejora del recurso didáctico que posteriormente se embebió en la Web del Museo virtual MIIPAT para además de ser un recurso didáctico fungir como un objeto de aprendizaje digital.

El OA, La leyenda del Maíz, se compone por el recurso didáctico “audio leyenda”, así como de un formulario de evaluación de conocimientos adquiridos, los cuales se encuentran alojado en la página web del museo MIIPAT (ver Figura 3). El museo involucra diversos proyectos y recursos para la educación inclusiva y la divulgación científica y tecnológica del uso de tecnologías modernas en la inclusión de personas con discapacidad visual.

El recurso didáctico Leyendas indígenas embebido en la página web del MIIPAT es libre acceso. En dicha página se encuentra una breve explicación del recurso didáctico, la audio-leyenda a la cual también se puede acceder vía Soundcloud, así mismo contiene un formulario de Google para verificar el conocimiento adquirido (ver Figura 4), y de tal manera cumplir con los componentes esenciales para que el recurso didáctico sea un Objeto de Aprendizaje.

La siguiente fase de la investigación involucra la implementación de la estrategia pedagógica audio-leyenda, la cual se pretende realizar en el verano del 2021. Para ello se definieron los siguientes puntos:

Hipótesis: la Estrategia pedagógica audio-leyenda “La historia del Maíz” para niños con discapacidad visual facilita la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.

Pregunta de investigación: ¿Qué tan efectiva es la estrategia pedagógica audio-leyenda “La historia del Maíz” para facilitar la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica?

Objetivo General: Identificar que tan efectiva es la estrategia pedagógica audio-leyenda “La historia del Maíz” para facilitar la comprensión, interpretación y apropiación de la información de niños con discapacidad visual de nivel primaria básica.

Objetivos específicos:

- Identificar el conocimiento de los niños ciegos respecto a las leyendas indígenas antes de la intervención.
- Aplicación de la intervención
- Identificar el conocimiento de los niños ciegos respecto a las leyendas indígenas después de la intervención.

Preguntas específicas:

- ¿Qué nivel de conocimiento tienen los niños ciegos respecto a las leyendas indígenas antes de la intervención?
- ¿Qué nivel de conocimiento tienen los niños ciegos respecto a las leyendas indígenas después de la intervención?

El universo está conformado por los 64 alumnos matriculados en el Instituto para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI). La muestra es no probabilística; los criterios de inclusión comprenden a todos los niños ciegos y débiles visuales del nivel primaria menor y mayor; y los de exclusión, a los niños que cuenten con alguna otra discapacidad además de la ceguera.



Fig. 3. Página Web del Museo Interactivo Incluyente de Producción Audiovisual Transmedia (MIIPAT)



Fig. 4. Proyecto Audio libro Leyendas indígenas embebido en Web MIIPAT

## 4 Conclusiones

El recurso didáctico propuesto como un medio a favor de un desarrollo humano y social más inclusivo en el ámbito de la educación, aporta tecnología de asistencia educativa a niños con discapacidad visual accesible en cualquier momento y en cualquier lugar con tan solo contar conexión a internet y un dispositivo dónde escuchar el audio y desarrollar las actividades.

A pesar de que el proyecto se encuentra en una etapa preliminar a la intervención con niños con discapacidad visual, el OA propuesto se visualiza como un recurso educativo digital con conocimiento seleccionado y relacionado académicamente, para dar sentido educativo vinculado al tema específico de Relatos y Leyendas de la unidad de Español dentro de la materia de Lengua Materna, la cual pertenece al sistema nacional de educación mexicana registrado en la Secretaría de Educación Pública (SEP).

El OA, La leyenda del Maíz, es una herramienta digital que pretende contribuir a elevar el nivel educativo y social del segundo nivel de primaria de niños con discapacidad visual. En ésta primera fase se logró el diseño y producción del audiolibro, así como el diseño y desarrollo del espacio digital en la página web del museo MIIPAT. Dicho desarrollo se pre visualiza como una aplicación en la que el conjunto de recursos didácticos ayudarán y apoyarán a los niños con discapacidad visual, así mismo se pretende que sea utilizada por docentes de niños con discapacidad visual, aunque también por niños normo visuales. Por lo tanto, se espera sea una TIC de asistencia para la utilización constante en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños. Como parte de la continuación de la presente

investigación se pretende compartir el recurso didáctico a diversos grupos e instituciones educativas tanto de niños con discapacidad visual, como niños normo visuales.

## Referencias

- Cobas, Katerina, (2015), Desarrollo de estrategia de inclusión para personas con discapacidad al campo laboral, México.
- Beltrán, Sandra y Enciso, María (2019), Implementación de un Recurso Educativo Digital para mejorar el desarrollo de proyectos de investigación en los estudiantes de grado noveno en la IED La Paz, municipio de Guaduas, Colombia.
- Fiuza, María y Fernández, María, (2014), Dificultades de aprendizaje y trastornos del desarrollo, manual didáctico, Madrid.
- García, Jhon, (2017), Uso de recursos educativos digitales y resultados en el área de matemáticas de los estudiantes del grado noveno del Centro de Integración Popular en la ciudad de Riohacha, Colombia – 2017, Perú.
- Guajala-Michay, María M. (2020), Diseño de material didáctico inclusivo para la enseñanza de niños ciegos, Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación N°83, Buenos Aires, Argentina.
- Moliner, Odet, (2013), Educación inclusiva, España.
- Rabajoli, Graciela (2012), Recursos digitales para el aprendizaje: una estrategia para la innovación educativa en tiempos de cambio, Uruguay.
- Vásquez, José, (2017), Aplicación de técnicas didácticas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de Historia Regional, de la Facultad de Ciencias Sociales U.N.S.C.H. Ayacucho 2012-II, Perú.
- Zabarte Martínez de Aguirre, J. Ignacio & Valdivia Carrión, Rosa M. (1994). Guía de Recursos didácticos. Conocimiento del medio. Primaria 3er ciclo. Ministerio de educación y Ciencia. Materiales para la reforma. Educación primaria (tercer ciclo). Guía de recursos didácticos. Conocimiento del medio (Cajas rojas)

# Capítulo 9

## Videojuego Educativo de las Leyes de Newton, un Objeto de Aprendizaje Virtual

Rafael Espinosa Castañeda<sup>1</sup>, Carolina Yolanda Castañeda Roldán<sup>2</sup>, Marbella Muñiz Sánchez<sup>2</sup>, Rafael Meza García<sup>2</sup>, Melina Gómez Bock<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, Campus Querétaro

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Puebla, Depto. de Eléctrica y Electrónica

<sup>3</sup>Universidad de las Américas Puebla, Depto. de Actuaría Física y Matemáticas

rafael.espinosa.castaneda@tec.mx, ycastane@hotmail.com,  
marbellams@icloud.com, rafaelmezag@gmail.com, melina.gomez@udlap.mx

**Resumen.** Debido al COVID-19, el Proceso Enseñanza Aprendizaje se llevó a cabo usando educación virtual y aunado a que un gran número de jóvenes son video jugadores se realizó el proyecto de un videojuego educativo para las Leyes de Newton. Este permitirá, a los alumnos de física y profesores vincular el proceso de enseñanza aprendizaje para emplear el proyecto en la educación virtual o como video juego educativo. El proyecto en su Versión 1, fue presentado en un trabajo previo y a partir de él y de las pruebas realizadas con los docentes y alumnos, se rediseñó. Realizando para este trabajo, las Leyes de Newton Versión 2. Se implementó con la metodología de videojuegos educativos, objetos de aprendizaje, objetos de aprendizaje virtuales y los tipos de aprendizaje visual, auditivo y cinestésico. Se realizó otra prueba con 41 alumnos, pertenecientes a 3 universidades para mostrar la comparativa de la percepción de los alumnos sobre la utilidad del videojuego para aprender sobre las Leyes de Newton y se comparó con la prueba de la Versión 1. Al analizar los resultados obtenidos, las encuestas muestran que el 100% de los encuestados evaluaron entre 7-10, siendo 10 la escala máxima y 0 la escala mínima. Se concluye empíricamente que la enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton por medio de un videojuego educativo es útil y divertido.

**Palabras Clave:** Videojuegos Educativos, Objetos de Aprendizaje Virtuales, Educación, Física.

### 1 Introducción

Unocero (2020), señala que The Competitive Intelligence Unit y el ITAM, realizaron un estudio, reportando que en México existen 72.3 millones de video jugadores. Por lo que los Videojuegos Educativos (VJE) permitirán vincular a las nuevas generaciones, con los programas pedagógicos. Aunado a que en este 2020-2021 debido al COVID-19, el Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA) se llevó a cabo a través de educación virtual, mediante tecnologías multimediales y de Internet. Se tiene la necesidad de recrear el aprendizaje, por medio de un VJE para la enseñanza de las Leyes de Newton (LN). El proyecto las Leyes de



Newton Versión 1 (LNV1), fue presentado en un trabajo previo (Espinosa et al, 2020) y a partir de él y de las pruebas realizadas con los docentes y alumnos, se rediseñó para este estudio, llamándolo Leyes de Newton Versión 2 (LNV2). El VJE es un juego donde el PEA se realiza cuando los errores enseñan y se aprende de ellos. Esto fortalece la competitividad, la mejora continua y la autorrealización. De esta forma el VJE LNV2 es una herramienta poderosa con la característica de aprender jugando.

## 2 VJE Leyes de Newton como un Objeto Virtual de Aprendizaje

Según Wiley 2002, un Objeto de Aprendizaje (OA) es *cualquier entidad digital o no digital para presentar cierto conocimiento, con el fin de apoyar el aprendizaje*. Este debe tener al menos tres componentes: contenido, actividades de aprendizaje y evaluación. Cualquier elemento multimedia puede ser un OA siempre y cuando el docente lo contextualice y dirija siempre hacia el fin de aportar un conocimiento. El Objeto de Aprendizaje Virtual (OVA), es un OA, el cual es una herramienta digital que utiliza tecnologías multimediales y/o Internet. Un OVA es un contenido digital autocontenible, utilizado en distintos entornos de aprendizaje, con mayor énfasis en la modalidad virtual para enseñar una habilidad, un concepto o temática en particular, estimulando el pensamiento y conocimiento de quien lo observa. Además, según Vergara (2014), en entornos de formación virtuales, el PEA, *se caracteriza por una separación física entre profesorado y alumnos, pero con el predominio de una comunicación tanto síncrona como asíncrona, a través de la cual se lleva a cabo una interacción didáctica continuada*. En el OVA se emplean recursos multimedia como son: Gráficos, Texto, Animaciones, Audios y/o Vídeos. Por otro lado, los VJE además de lo anterior, agregan a su objetivo el efectuar el PEA en forma *lúdica, entretenida e interactiva*. El aprendizaje es inmersivo en un VJE, porque proporcionan una combinación de vivencia, toma de decisiones y análisis de las consecuencias. En un VJE se simula algún aspecto de la realidad, lo que genera una identificación entre el jugador y la parte de la realidad representada en la simulación virtual. Por eso VJE LNV2 será un OVA u OA según su uso, y tendrá inmerso el modelo de aprendizaje VAK (Visual, Auditivo y Kinestésico), para apoyar al alumno en su forma particular de aprendizaje.

## 3 Rediseño del VJE Leyes de Newton Versión 2

Para el rediseño del VJE LNV2 se siguieron las siguientes etapas: Análisis de información recabada de la prueba V1, Diseño del VJE LNV2, implementación y pruebas de la V2. En esta sección se mencionan las tres primeras etapas, las pruebas en una sección subsecuente.

**a) Análisis.** Los encuestados de la V1 hicieron hincapié sobre la pobre visualización y enganche para utilizar el VJE y la falta de calidad de su entorno. Mencionaron que eran pocos los ejercicios para poder practicar. Los resultados obtenidos en la V1 de los exámenes de física realizados a los alumnos antes y después de usar el VJE mostraron insuficiente

avance académico. Se tomó la decisión de rediseñar el VJE, con la característica de proporcionar una combinación de vivencia, toma de decisiones y análisis de las consecuencias por medio de juegos evaluativos que representaran problemas reales que al ser virtuales son sin riesgo alguno.

**b)Diseño.** Las siguientes acciones se realizaron en el diseño de la V2.

- Se agregó la Psicología Educativa de (Ortiz et al, 2018), que ayuda dentro del VJE a actuar de forma sistemática sobre el equilibrio psicosomático y promueve la creatividad y reduce la sensación de fracaso cuando el aprendiz comete errores. Por lo que se agregó en los juegos evaluativos la actividad reparadora del sujeto, es decir una retroalimentación aunada a que se felicita o incentiva por medio de audio o por mensajes escritos para que vuelva a intentar seguir jugando.
- Psicología del color para estimular al usuario a sentir diferentes sensaciones, (Bueno, 2021). Con colores cálidos asociados al fuego como el amarillo, naranja y rojo y los colores fríos relacionados al agua y frío como el azul, verde y violeta. Los colores cálidos para transmitir sensaciones de calor, dinamismo, movimiento y vivacidad. Los colores fríos para proporcionar una actitud de introspección, seriedad, y al mismo tiempo para originar sensaciones de relajamiento y tranquilidad. Los colores, blanco, negro y grisáceo que son considerados como colores neutros, en virtud de que presentan ausencia o poca luz. Se argumentó que todas las escenas serían en fondo blanco, porque al ser neutro contrastan tanto colores cálidos como fríos. El gris actúa en el proceso de organización espacial.
- En la V1 la estructura era por escenas, estas se respetaron en la V2.
- La V1 contaba con dos juegos evaluativos globales. Este juego era una Trivia (antes llamado Acertijo) y un Memorama. Por lo que se agregó un juego evaluativo para cada una de las LN, siendo ahora un OA cada LN (1a, 2a, 3a LN y Ley de Gravitación Universal) y se rediseñaron la Trivia y el Memorama.
- Se anexaron videos sobre conceptos necesarios para el entendimiento de las LN, así como conceptos de apoyo como la Razones Trigonométricas. Esto con la finalidad de que apoyar a los aprendices visuales.
- Basados en lo que según Gutiérrez (2012) debe tener cualquier VJE, se trabajó en cada juego evaluativo en tener: un *objetivo* definiendo el contenido educativo del juego para cada LN. Las *reglas e instrucciones* para poder jugar. *Interacción o comunicación* entre los comandos o inputs que da el jugador y el resultado u output que genera el VJE a partir de estos comandos. En el *Desafío* existe una relación directa entre el objetivo educativo y las posibilidades de éxito del jugador. En esos momentos intensos se le debe dar a la mente la oportunidad de observar atenta y conscientemente los hechos de lo que se pide en el juego partiendo del conocimiento adquirido sobre cada LN. En el *Resultado y Retroalimentación*, la solución del problema dentro del VJE se coteja el resultado, y se retroalimenta al jugador, sin importar si fue la respuesta correcta o no, siempre de forma positiva.
- Las Etapas de Diseño recomendadas por Barrascout de León, (2004), se tomaron en cuenta y se realizó el *guion*, el cual contiene los diálogos y las indicaciones técnicas

necesarias para la realización de una escena, un ejemplo, un juego evaluativo, o una animación. En el *modelado de los personajes*, se caricaturizó a Newton, a Hooke y a Leibniz. En el *movimiento de los personajes*, se revelan sus conflictos dado que Hooke y a Leibniz fueron adversarios intelectuales. En la *coordinación de sonido y movimientos* hay audios ambientales, referentes al juego o ejercicio, así como audios de retroalimentación.

- Se tomó el modelo PNL (2020), o VAK que muestra los tres estilos de aprendizaje que se basan en la forma en que se percibe la información a través de los sentidos. El *sistema visual* es a través de un gran número de imágenes, videos, ejemplos animados, juegos evaluativos y animaciones. El *sistema auditivo*, por medio de información hablada y audios, como música ambiental y sonidos. El *sistema cinestésico*, se realiza al interactuar con la información o manipularla.
- Se manejaron los OA en el VJE, al darles un *contenido*, tener *ejercicios prácticos* y una *evaluación* del concepto.

**c)Implementación.** EL VJE LNV2 fue programado en su totalidad en Unity 2020.1.2f1 (64-bit), codificado en C# en 2D. Aprovechando el motor de desarrollo o de juegos, que permite el diseño, creación y el funcionamiento del entorno interactivo del VJE. Se aprovecharon sus funcionalidades como el Motor gráfico para renderizar gráficos 2D, Animaciones, Sonidos, Programación en C# y sobre todo el Motor físico que simula las leyes de la física y proporciona componentes que se manejan desde código en C# para realizar ciertas acciones.

#### 4 VJE Leyes de Newton V2

En el VJE LNV2 (Figura 1a), se muestra la estructura del OA y de un VJE. En la Figura 1b en el recuadro negro se observa el *contenido* de la 2a LN, y una animación que ejemplifica dicha ley (botón Jala Carro). El rectángulo verde muestra los botones de los *ejercicios prácticos* y en el rectángulo morado los botones de la *evaluación* del concepto por medio de juegos evaluativos (Juego Newton y Caja y Juego Newton y Coche).

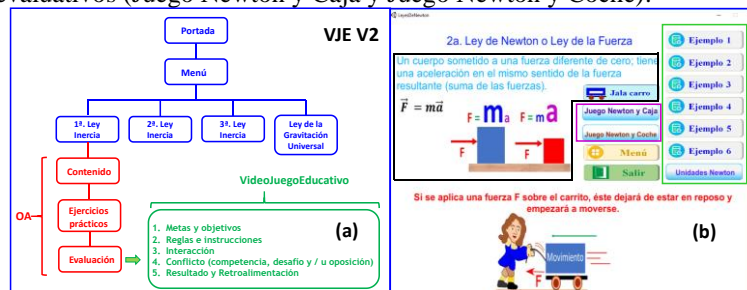


Figura 1a) Estructura del OA y VJE,

1b)Ejemplo de OA en el VJEV2

Se muestra un ejemplo de juegos evaluativos para la 2a LN en la Figura 2a, 2b. En el “Juego Newton y Coche” (Figura 2a), es sin ayuda. El *objetivo* es evaluar el conocimiento sobre la

aceleración y la normal. Se dan en forma textual las *instrucciones*. Las *reglas* de solución se transforman en el *Desafío* porque el jugador debe *conocer* que se requiere: coeficiente de fricción, fuerza, ángulo entre el suelo y la cuerda, y masa de la caja. Además, el *reto* es hacer que Newton mueva la caja, esto se lleva a cabo si se seleccionan las variables antes mencionadas por medio de las barras de desplazamiento que pueden ser deslizadas hacia la derecha o izquierda y *realizar* los cálculos adecuados. Si el *resultado* es correcto se escuchan aplausos, se le felicita y además se activa la animación donde Newton jala la caja. De lo contrario en la *retroalimentación* se le muestra la solución y se le incentiva a que lo intente nuevamente jugando con las mismas variables o con otras.



Figura 2a) Juego Evaluativo Newton y Caja, 2b) Juego Evaluativo Newton y Coche

En el “Juego Newton y Coche” (Figura 2b), es con ayuda. El *objetivo* es evaluar el conocimiento sobre la fuerza. Dentro de las *instrucciones* se dispone de la masa y el desplazamiento, pero se desconoce la aceleración, siendo esto un *desafío*. Como apoyo se tiene un botón llamado “Tip”, que al clickearlo aparece un consejo de solución (*Para calcular la fuerza se debe calcular la aceleración*). Si el *resultado* es correcto se retroalimenta al jugador por medio de un audio de un claxon y aparece una flecha que simula la fuerza que desplaza a Newton en su coche. De lo contrario, se le muestra la solución y se le incentiva a que lo intente nuevamente. En el VJE el *sistema visual*, se representa por medio de texto, con un gran número de imágenes, videos, ejemplos animados, juegos evaluativos con imágenes y animaciones, por ejemplo, el juego Trivia (Figura 3b) usa texto. El *sistema auditivo* es por medio de información hablada y audios, como música ambiental y sonidos como el de la caída de un objeto. En el *sistema cinestésico*, se interactúa con la información o se manipula, como en el Memorama (Figura 3a), y juegos interactivos realizados, donde para resolver el juego evaluativo tiene que detectar imágenes, seleccionarlas y arrastrarlas a donde corresponda.

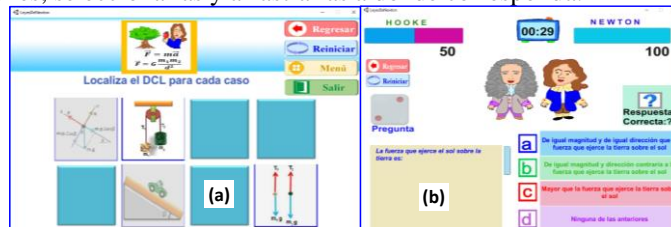


Figura 3a) Memorama de DCL,

3b) Trivia

En la Figura 4a, se dispone de un menú con opciones (5 gránulos desde el punto de vista de OA), por ejemplo, Razones Trigonómicas (Figura 4b), y de Poleas (Figura 5a).

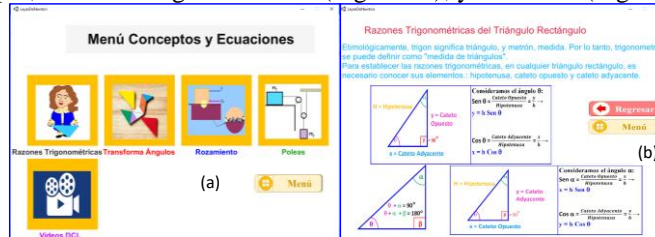


Figura 4a) Menú de Conceptos y Ecuaciones, 4b) Razones Trigonómicas

El granulo de Poleas (Figura 5a), dispone de botones hacia 6 casos de poleas. Por ejemplo, en “Caso 2”, se deducen las ecuaciones correspondientes para la solución de ese caso (Figura 5b). Al modelar los personajes, Newton, Hooke y Leibniz (Figura 6a y 6b), se les representó con prendas de la época.

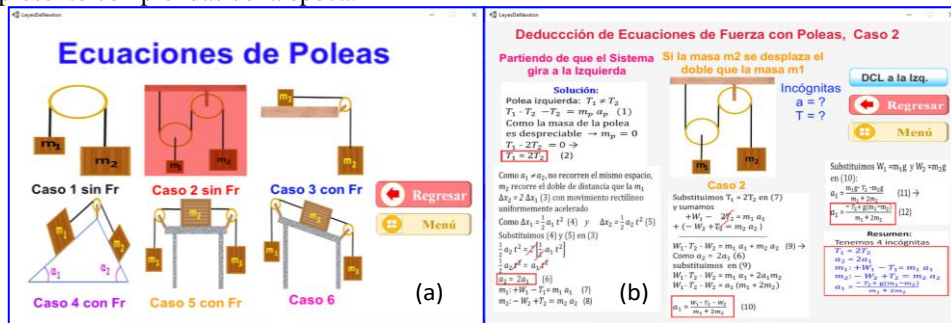


Figura 5a) Menú de Casos de Poleas, 5b) Deducción del Caso 2 de Poleas

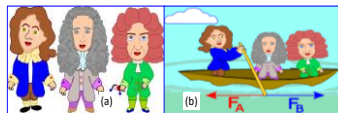


Figura 6a) Personajes del VJE LNV2, 6b) Newton remando en la 3ª. Ley

En la *coordinación de sonido y movimientos* hay audios referentes al juego o ejercicio. Por ejemplo, en la 3a LN hay una lancha que opera Newton y al remar se escucha el sonido del agua (Figura 6b), además de explicar que hay una acción (fuerza que ejerce el remo sobre el agua) y una reacción (fuerza que ejerce el agua sobre el remo), mostrando las fuerzas que se generan y aplican a cada objeto. En la Trivia, Hooke emplea un resorte contra Newton cuando la respuesta es incorrecta y Newton le lanza manzanas cuando la respuesta es correcta (Figura 7a y 7b).

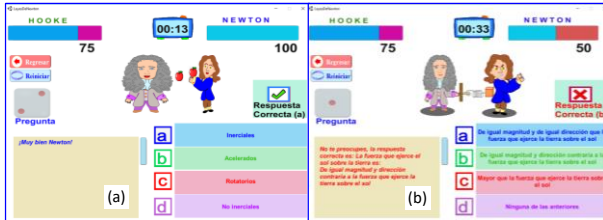


Figura 7a) Respuesta correcta, 7b) Respuesta incorrecta

En las Figuras 8a, 8b y 8c, subrayado en rojo, como un apoyo extra en los ejemplos (no en los juegos evaluativos), se muestran al aprendiz los datos y las incógnitas y las ecuaciones que permiten la solución. Cuando la ecuación debe obtenerse por deducción se les muestra la deducción por medio de un botón en la imagen de la ecuación (Figura 8c).



Figura 8a) Ejemplo de la 1ª Ley, 8b) Ejemplo de la 2ª Ley, 8c) Ejemplo de la 3ª Ley

Se retroalimenta al aprendiz, y se le felicita o incentiva (Figura 9a, 9b y 9c). En el Memorama (Figura 9a), se mejoró el diseño estético cuyo objetivo es evaluar los conocimientos sobre Diagramas de Cuerpo Libre (DCL). La Trivia (Figura 9b), evalúa los conocimientos de las LN. Se le diseñó deslizadores que se mueven dependiendo de su puntaje. Un reloj marca el tiempo de solución del juego, porque se requiere actividad cerebral para este juego y el jugador se auto reta como una demostración de destreza mental, lo que lo induce a obtener un resultado correcto en el menor tiempo posible. Este entrenamiento mejora de sus resultados y tiempos de solución, con esto se lleva a cabo el PEA porque aprende de sus errores.

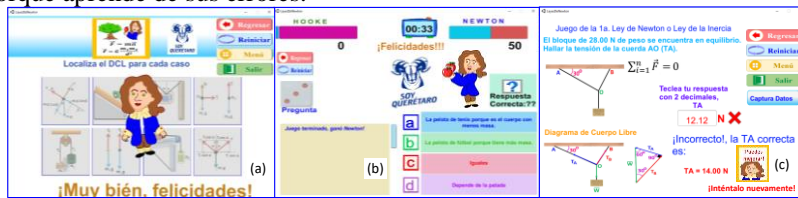


Figura 9a) Memorama 9b) Trivia 9c) Juego Evaluativo 1a LN

Los colores cálidos y fríos en un VJE estimulan al usuario a sentir diferentes sensaciones, (Bueno, 2021), (Figura 10a y 10b).



Figura 10 a) Colores Cálidos 10b) Colores Fríos 10c) Botones de Trivia

Por ejemplo, Newton viste de azul para que el alumno vea la seriedad del tema a abordar, relajarlo y tranquilizarlo para que se encuentre receptivo a lo que continúa. En los botones, el botón Menú de la Figura 9c, en dos tonos cálidos, y el botón morado un color frío (Figura 10c). Todas las escenas tienen fondo blanco, de manera que permiten combinar los colores cálidos con fríos. El color gris se emplea en el Memorama (Figura 3a), donde las fichas son de color azul para estimular al alumno a que se relaje para que pueda pensar y recordar las fichas que son pareja, incrementando la memoria y cuando el alumno acierta cambian a color gris para neutralizar al azul y ya no tomar en cuenta esas fichas dado que ya han sido tomadas como correctas. Pero lo más importante es que ayuda en el proceso de organización espacial que es esencial para la exploración y descubrimiento de las fichas que son pareja.

## 5 Pruebas del VJE LNV2

La herramienta usada para generar un cuestionario para recabar la percepción de los alumnos fue Google Forms. Esta es una herramienta digital en línea que dispone de distintos formularios y recopila las respuestas dadas por encuestados que se almacenan en la nube de Google. Genera histogramas y gráficos de pastel de los datos recolectados. Las respuestas que se utilizaron fueron de selección múltiple. El cuestionario se realizó en esta herramienta. Google Forms recopila las respuestas de los encuestados sobre observaciones de la prueba V1 y V2. El cuestionario contiene preguntas específicas para evaluar el VJE y el PEA. Se les dio a los alumnos una liga, para contestar el cuestionario. En la Tabla 1 se muestran algunas de las preguntas realizadas sobre el VJE. En las Figuras 13a y 13b se muestran histogramas del conteo de alumnos que evaluaron el VJE contestando sobre la utilidad del VJE para la adquisición de conocimiento y el PEA. La prueba de la V1 (Figura 13a) fue realizada por alumnos del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro (ITESM-Qro) que cursaban la materia de Física; donde participaron 2 grupos (total 64 alumnos) y los 5 profesores que impartieron física en 2020. Este grupo piloto de alumnos realizaron un examen de física antes y después de usar el VJE, con la finalidad de registrar su mejora. Sin embargo, en la V2 (Figura 13b) no fue posible, porque en el semestre de Octubre en el ITESM-Qro no se impartió la materia de Física, por lo que no se realizó la comparativa entre las pruebas de V1 y V2 de mejora académica. Por esta razón el grupo de alumnos que usaron la V2, fueron voluntarios. Se formaron 3 grupos; ITESM-Qro (4 alumnos-1 profesor), Instituto Tecnológico de Puebla (19 alumnos-2 profesores) y de la Universidad de las Américas Puebla (18 alumnos-1 profesor), siendo en total 41 alumnos.

Tabla 1. Evaluación de Calidad del Juego de Leyes de Newton		
	Otoño 2020	Primavera 2021
¿Cómo consideras la calidad del entorno del juego?	73.4% calificó entre 6-10	92.5% calificó entre 6-10
El diseño artístico es agradable y refleja ser un juego de Física aplicado a las LN	70.3% calificó entre 6-10	97.3% calificó entre 7-10
Los efectos de sonido al equivocarse o acertar en los juegos tienen coherencia	65.7% calificó entre 6-10	97.1% calificó entre 7-10
El juego te pareció entretenido, divertido y atrapó tu atención	70.8% calificó entre 6-10	91.7% calificó entre 6-10

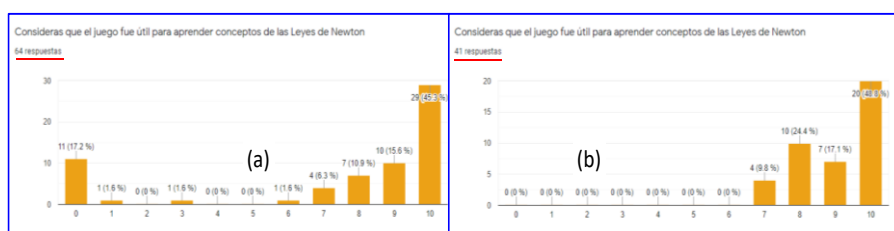


Figura 13a) Encuesta realizada en Octubre 2020 13b) Encuesta realizada en Abril 2021

En los histogramas (Figura 13a y 13b) se muestra la percepción de los alumnos sobre la utilidad del VJE para aprender sobre las LN. En la V1 (encuesta de Octubre 2020) un promedio del 79% de los alumnos evaluaron entre 6-10 la utilidad del VJE para aprender las LN, mientras que el 100% de alumnos evaluaron en Abril 2021 la V2 entre 7 y 10. En la V1 un gran porcentaje de alumnos (20.4%) percibieron el VJE sin ninguna utilidad para aprender sobre las LN (Figura 13a). En sus comentarios de la V1 se hacía hincapié sobre la pobre visualización llamativa y engancho para utilizar el VJE, así como de la falta de calidad del entorno del juego. Esta información sirvió para que el equipo de profesores dispusiera de información relevante para analizar críticamente el VJE, su contenido e intervención educativa y tomar decisiones al respecto. Por lo que en la V2 se mejoró el diseño artístico, se agregó un juego evaluativo para cada LN, el entorno del VJE, se aplicaron colores cálidos y fríos para atrapar la atención del alumno y la metodología VAK, lo que permitió tener buenos comentarios al respecto y obtener un 92.5% y 97.3% de encuestados que consideran que la de calidad del entorno del VJE y un diseño artístico es agradable (Tabla 1). Además, les pareció entretenido y divertido y se asume que atrapó su atención, dado que en este punto lo evaluaron con un 91.7% (Tabla 1). Se emplearon efectos de sonido de alta calidad de uso libre. Según lo comentado en las encuestas, esto permitió a los alumnos darse cuenta cuando estaban en lo correcto o si se habían equivocado, por lo que los consideraron coherentes. Los comentarios sobre las animaciones fueron que las percibían como agradables y relacionadas a problemas reales. Todos estos puntos facilitaron que la percepción de los estudiantes sobre el PEA mejorará considerablemente como se puede observar en los resultados de las encuestas (Tabla 1 y Figuras 13a y 13b).



## 6 Conclusiones

Con los resultados de este artículo se corrobora empíricamente que el uso de la psicología del color para atrapar la atención del estudiante, el uso de las metodologías OAs, OVAs, el incluir animaciones y sonidos, la inclusión de distintos ejercicios específicos para los distintos tipos de aprendizaje VAK mejoran ampliamente la percepción de los estudiantes en su PEA. Los resultados obtenidos muestran un incremento de 79.0% de estudiantes que calificaron entre 6-10 la utilidad del videojuego para aprender las LN a un 100% de estudiantes que lo evaluaron entre 7-10 en el mismo rubro. Se puede decir empíricamente, por los porcentajes obtenidos que el VJE LNV2 cumple el cometido con el PEA y vincula a los alumnos con la Física en forma divertida y lúdica, desarrollando habilidades y aptitudes. Así como también se puede realizar el PEA usando el VJE en el aula o en la comodidad del hogar y en cualquier horario.

Para un futuro trabajo, deseamos medir el impacto académico de los estudiantes al usar el VJE LNV2.

## Referencias

- Barrascout de León, (2004). *Animación digital en el desarrollo de software educativo*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0238\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0238_CS.pdf)
- Bueno, G., (2021). *El diseño y el arte en los Videojuegos*. Recuperado de [file:///C:/Users/L03107551/Desktop/CYCR\\_Personales\\_21Sep2020/01\\_Articulos2020/FigurasLeyesNewton/ColorXaVideoJuegos.pdf](file:///C:/Users/L03107551/Desktop/CYCR_Personales_21Sep2020/01_Articulos2020/FigurasLeyesNewton/ColorXaVideoJuegos.pdf)
- Espinosa, R. Castañeda, C., Muñiz, M. (2020). "Educational Game Of Newton's Laws", *2020 MESA 3, 1st Symposium on International Research in Communication, Education and Technologies SIICET*, Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ov6ExtfmXJY>
- Google Forms, (2021). Crea formularios atractivos Recuperado de [https://www.google.com/intl/es\\_mx/forms/about/](https://www.google.com/intl/es_mx/forms/about/)
- Iberdrola, (2021). *Beneficios de los Videojuegos en el Aprendizaje*. Recuperado de <https://www.iberdrola.com/talento/beneficios-videojuegos-aprendizaje>
- PNL, (2020). Programación Neuro-Lingüística Recuperado de [https://factorhuma.org/attachments\\_secure/article/8863/pnl\\_cast.pdf](https://factorhuma.org/attachments_secure/article/8863/pnl_cast.pdf)
- Rivero (2016), *El juego desde los jugadores. Huellas en Huizinga y Caillois*, (pp. 49-63), Universidad Nacional de Río Cuarto, Quaderns de Filosofia 56.
- Unity, (2020) User Manual 2020.3 Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- Vergara, M. (2014). E-learning. La revolución educativa. Enl@ce Revista venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 11 (2), 115-125.

# Capítulo 10

## Contenidos educativos digitales para niños ciegos

Hazel Galilea Luna Melendez<sup>1</sup>, Raquel Espinosa Castañeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias de la Comunicación

lunahazel99@gmail.com, raquel.espinosa@uaslp.mx

**Resumen:** La tecnología es una herramienta que se ha convertido en parte de nuestra cotidianidad y se ha ido adaptando a diversos escenarios de nuestro día a día como lo es la educación. El presente artículo tiene como objetivo dar a conocer los códigos y tipos de lenguajes que fueron utilizados para la creación de contenidos digitales educativos para niños estudiantes ciegos y /o débiles visuales de tercer grado de primaria.

**Palabras clave:** *Contenido, digital, educación, ciegos, inclusión.*

### 1 Introducción

Existen diversas plataformas que nos brindan amplia información sobre innumerables temas. La creación de contenidos digitales van dirigidos a distintos sectores de la sociedad atendiendo sus diversas necesidades y temas de importancia para cada uno de ellos ; pero raramente podemos encontrar material que sea accesible o de ayuda para las personas con distintas discapacidades, lo cual es importante destacar debido a la falta de inclusión que afecta diferentes aspectos de su vida. Por ejemplo, su desarrollo académico.

Si analizamos el contenido educativo que se brinda a través de internet se puede decir que es en su mayoría audiovisual entonces ¿Cómo se podría adaptar esta tecnología para personas que no pueden percibir las imágenes? o ¿Cómo podemos saber si en realidad son útiles?

Henry Jenkins (2008) dice que la educación del siglo XXI debe atender las habilidades sociales necesarias para promover la cultura de la participación de una manera en la que en lugar de desechar el conocimiento ya aprendido se transforme y sea ampliado para atender la era digital.

Ante la evolución que ha tenido la tecnología es importante reconocer que la educación se ha ido adaptando para así facilitar la enseñanza y poder cubrir aspectos necesarios en la vida educativa de los alumnos.

En la actualidad los estudiantes pueden describirse cómo nativos digitales que son parte de la cultura de la pantalla, ya que éstos se comunican con lenguajes audiovisuales y aprenden en la red como nuevo ecosistema de enseñanza-aprendizaje. (Watson, 2011)

Los usuarios de internet al tener acceso a diferente información son capaces de divulgar estos conocimientos a personas que no tienen facilidades para consumirla en su totalidad, por ejemplo las personas ciegas, por otro lado es importante saber que se necesita contenido de buena calidad para abrir un nuevo camino a la inclusión.

## **2 Preliminares**

En San Luis Potosí, México; el instituto para ciegos y débiles visuales “Ezequiel Hernandez Romo” (IPACIDEVI) le brinda a todas las personas con discapacidad visual una integración total a la sociedad en el aspecto educativo, deportivo y laboral. La incorporación de la computadora ha sido parte importante en el desarrollo de las habilidades de los alumnos, por lo tanto al tener acceso a la tecnología facilita el pensar en nuevas estrategias para generar contenidos educativos y así incluir las herramientas que se nos brindan a través de ellos.

Por medio de las plataformas se comparten contenidos digitales para fortalecer los conocimientos y así mismo contar con la ayuda de padres o tutores para su aplicación, pero es necesario conocer si estos materiales son efectivos. Este planteamiento llevó a realizar una revisión para crear recursos desde la producción audiovisual en el ámbito comunicativo, para así responder a la pregunta ¿Los tipos de lenguajes y códigos que se utilizan para crear contenidos educativos son eficientes para que los niños adquieran conocimiento?

La palabra lenguaje “... tiene que ver con los diferentes caminos a través de los cuales los humanos llenamos de sentido a los signos; ésta dimensión tiene que ver con las formas como establecemos interacciones con otros humanos y también tiene que ver con procesos a través de los cuales nos vinculamos a la cultura y sus saberes...” (MEN, Lineamientos Curriculares de Lengua Castellana: 1998)

Al momento de compartir un conocimiento es importante saber cómo se va a transferir hacia otras personas para que sea comprendido en su totalidad. Esto se logrará a través de códigos y lenguajes que estén al alcance de los emisores y los receptores, se crearán vínculos que puedan tener en común. Es decir, a través de un conocimiento previo.

En efecto, la lengua, como los códigos, no se enseñan , se aprenden ; se aprende desde la interacción, en la necesidad del uso, en la práctica y en la participación en contextos auténticos ( Obando A. , 2007 pp. 217-224)

Ahora bien, el conocer el contexto en el que las personas viven y se desplazan nos brinda información sobre cómo nos podemos relacionar con ellos, observando, investigando y practicando. En el caso de cómo aprenden los niños ciegos y cómo se han relacionado en su proceso educativo a través de los años por consiguiente crea la interrogante sobre si el avance tecnológico ha evolucionado a la par con los métodos de enseñanza para ellos y qué estrategias se pueden utilizar en relación a la comunicación en base a los códigos y lenguajes que ellos utilizan.

La escuela ha de estar atenta para leer, analizar y reflexionar, en torno al tejido particular y social que emerge en la dinámica escolar, para plantear estrategias que aporten o modifiquen y/o transformen esas realidades. ( Obando A. , 2007 pp. 217-224)

Entonces las instituciones deberían estar abiertas a un nuevo cambio en los métodos de enseñanza en donde se puedan atender las necesidades de todos sus alumnos en conjunto con el lado positivo de la tecnología, pero para esto se debe comprobar que la implementación de la tecnología es efectiva.

### **3 Creación de contenidos educativos digitales**

Los contenidos digitales abarcan principalmente la parte visual y auditiva, ambas se complementan para lograr un mensaje efectivo, de esta manera se comparte un nuevo conocimiento que puede ser accesible para cualquiera, aparentemente.

Existe la conciencia de que es fundamental investigar para crear nuevos productos y dar soluciones innovadoras. (Álvarez García, 2007 pp.14-25.)

Y es así, se necesita un conocimiento previo para identificar cuáles son las necesidades que se tienen que cubrir y hacer un aporte nuevo, aunque existan diversos obstáculos. La creación de nuevos contenidos digitales deben ser funcionales.

Los estudios de la investigación educativa requieren de apoyo didáctico para evitar que todos los recursos digitales formen parte de un aprendizaje sin la formalidad de las

metodologías, por lo tanto se deben integrar los siguientes elementos (Villarreal, Y, 2016 pp 18-19):

**Contenido:** tipo de conocimiento abordado por el OA a través de definiciones, explicaciones, ejemplos y otros, utilizando medios didácticos como textos, imágenes, audio y vídeo. **Actividades de aprendizaje:** acciones que diseña el docente para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, tales como resolución de problemas, trabajos prácticos, foros de debate, etcétera. **Evaluación del aprendizaje:** Estrategia para tomar decisiones y emitir juicios acerca de los logros obtenidos por el participante al concluir la experiencia educativa. (Archundia, 2018 pp. 289-310)

Para la transformación del sistema educativo tiene que darse primero una respuesta a la diversa comunidad estudiantil, sobre todo a las personas que tienen cierta desventaja. Para atender estas necesidades estudiantiles también se debe capacitar a las personas que aplicarán estos materiales para obtener un mejor resultado de aprendizaje.

Es bastante el camino avanzado, tanto en la conceptualización como en el diseño de estrategias de aprendizaje ligadas a esta competencia; y son prometedores los avances (Cervera, M. G, 2016 pp. 74-86 ), sin embargo aún hay aportaciones que se pueden realizar.

#### **4 Narrativa Educativa digital**

Entender los procesos educativos es importante debido a que al momento de hacer un nuevo recurso se debe conocer cómo funcionan. Andrés Hermann (2015) habla de tres elementos importantes al momento de diseñar y emprender experiencias para la formación que son: Conocimientos previos , experiencia y conocimientos nuevos.

Es decir, se debe partir desde lo que ya se conoce para poder llegar a un nuevo nivel de experiencias que impulsarán el recibir nuevos conocimientos. Por otro lado, la era digital promueve su implementación a partir del entendimiento que ya se tiene, buscando nuevas alternativas para crear espacios más factibles.

“La manera en que se encare la nueva educación digital traerá consecuencias para aquella sociedad en la que es subestimada todo lo relacionado con el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías” (Lévano-Francia, L. 2019 pp 569-588.)

En otras palabras , depende de qué sentido se le den a las nuevas tecnologías, ya sea uno negativo de manera que, se niegue el acceso a estas mismas y se paralize el proceso cognitivo o de una manera positiva al incluirlas en los planes educativos para así inclusive acelerar el mismo aprendizaje.

Con respecto a las diferentes necesidades de los estudiantes, Andrea Basantes (2018) afirma que la educación inclusiva es una alternativa para transformar el sistema educativo y sus entornos, no obstante es preciso conocer si las personas discapacitadas están conformes con la implementación de las nuevas tecnologías.

Según Dionnys Peña (2010) dice que las personas ciegas tienen una actitud positiva ante las TIC ya que según ellos estos instrumentos los incorporan en distintos ámbitos sociales. Lo cual motiva a crear herramientas que puedan utilizar con facilidad y que los haga sentir integrados en las escuelas y/o en su espacio laboral.

## **5 Enseñanza-Aprendizaje de personas con discapacidad visual**

“Este camino hacia la accesibilidad se ha dividido en dos: accesibilidad para todos y accesibilidad para personas con algún tipo de discapacidad y en especial la visual siendo ellos los más afectados” (García J. 2005)

Es por ello que se debe tener una cercanía al mundo de cómo las personas ciegas han sido instruidas en el contexto educativo hasta ahora. Gerardo Echeita (2009) comunica que la educación inclusiva es innovación educativa en donde se pueden crear espacios que generen sentimientos de bienestar en los alumnos.

En ese sentido, Andrés Hermann (2015) propone tomar en cuenta como primer elemento a los conocimientos previos; y por su parte, la perspectiva de Rafael Sanchez (2002) aporta que para enseñar a una persona con discapacidad se debe primero partir de sus puntos fuertes de cómo aprende.

Entonces para crear algo que sea efectivo para ellos debemos considerar lo que se ha utilizado anteriormente y partir de los puntos que ellos utilizan para adquirir experiencia y sentimiento de bienestar.

El tacto ha de estimularse y utilizarse para el aprendizaje, dado que no todas las imágenes visuales pueden ser descritas, sino que algunas requieren ser captadas por el propio sujeto. En estos casos, la percepción háptica es fundamental para la asimilación del alumno y el posterior reconocimiento (Rodríguez Fuentes, Antonio. 2003 pp. 143-153.)

En lo esencial, se debe tomar en cuenta el tacto y el audio pero también un elemento importante para efectuarlos de manera correcta, un apoyo.

El trabajo de docentes en relación a la educación inclusiva impulsa el trabajo en equipo permitiendo eliminar las barreras que disminuyen las posibilidades de acceso de los alumnos con discapacidad (Romero, R. 2012 pp 256-262). En ese sentido, los padres o tutores adquieren un papel importante como apoyo del trabajo realizado en el aula y reforzado en casa.

Vega (2018) afirma que los padres son una herramienta importante para las personas con discapacidad, al momento de tomar su responsabilidad educativa potencia a la acción de las escuelas y al mismo tiempo compensa las carencias de la misma.

Entonces, los maestros y los padres son una parte valiosa que forma un equipo para mejorar el proceso educativo dentro y fuera de casa. Los maestros y los compañeros de aula evidentemente deben estar sensibilizados previamente con los alumnos ciegos tal como lo menciona Aquino Zuñiga (2012).

El pensar en las personas ciegas en el ámbito educativo incita a buscar estrategias que los incluyan pero también que pueda apoyar a los alumnos normovisuales en compañía de la tecnología.

Si las condiciones socioculturales de partida estarían orientando el desarrollo de la competencia digital, la escuela tiene un rol significativo en las compensaciones necesarias para mitigar las diferencias (Martínez-Piñeiro, E. 2019).

En relación a la idea anterior es claro que la accesibilidad es diferente para todos, incluyendo la era digital por lo tanto si se cuenta con la facilidad y cercanía con plataformas digitales por consiguiente se reflexiona el cómo se pueden utilizar de manera positiva para adquirir nuevos conocimientos.

## **6 Metodología**

Ahora bien , después de analizar cómo funciona la creación de contenidos dentro del ámbito educativo y digital podemos hacer una comparación entre ambos. En la educación se necesitan conocimientos previos , pasar por una experiencia para generar conocimientos nuevos. Por otro lado en el contenido digital se necesitan tres puntos para que la creación de recursos digitales tomen formalidad y estos son: Contenido, actividades de aprendizaje y la

evaluación de este mismo. Estos dos sistemas resultan similares por lo tanto se aplicarán en conjunto.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar si los tipos de lenguajes y códigos utilizados en contenidos educativos digitales son eficientes para que los niños ciegos del IPACIDEVI adquieran conocimiento.

Por lo tanto se decidió trabajar sobre el tercer grado de primaria, en la materia de Matemáticas y sobre el tema “El uso del reloj”. Tomando en cuenta que su manera de aprender es a través del tacto, el audio y los padres o maestros que apoyan su aprendizaje se crea un material que se adapte a sus necesidades. Por ejemplo:

**Material para Tercer grado de primaria - El uso del Reloj - Matematicas**

<b>Contenido</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>	<b>Evaluación de aprendizaje</b>
<b>Manual de uso</b> para Padres/ Tutores sobre la creación de un reloj que se puede tocar y un audio de apoyo.	<b>Conocimiento previo :</b> Evaluado antes de la aplicación del recurso. <b>Experiencia</b> Aplicar el manual de uso y el audio de apoyo (contiene actividades).	<b>Conocimientos nuevos</b> Evaluados después de la aplicación del recurso.

Se aplicaron evaluaciones a niños ciegos del IPACIDEVI (Instituto para ciegos y débiles visuales) antes de utilizar el recurso didáctico, se aplicaron los recursos a distancia y después con otro examen se comprobó la utilidad de los mismos.

Los estudios se realizaron desde la dimensión sociocultural del sujeto con discapacidad visual y desde la dimensión tecnológica del objeto o del servicio que se busca generar (Labrada Esther 2011 pp 55-65), por lo tanto existen criterios de inclusión y exclusión para utilizar estos recursos de la muestra no probabilística.

El universo se conformó por los 64 alumnos matriculados en el Instituto para Ciegos y Débiles Visuales (IPACIDEVI). La población se situó en los 8 niños que conforman la primaria mayor en el IPACIDEVI, ya que los grupos del instituto siguen el programa multigrados. Para seleccionar la muestra se tomaron en cuenta como criterios de inclusión que los niños participantes fueran ciegos totales y débiles visuales, en una edad comprendida entre los 8 a 12 años, que cursaran el 5° grado del nivel primaria, que no tuvieran discapacidad múltiple y que se sintieran cómodos con el uso de la computadora. Por su parte



los criterios de exclusión incluían a los niños que estuvieran fuera de los rangos de la edad establecida, que tuvieran discapacidad múltiple, que se sintieran incómodos con el uso de computadora y que no tuvieran recursos digitales como wifi , computadora o dispositivo móvil.

El uso del recurso didáctico da cuenta de la teoría aplicada, ya que se expuso primeramente a expertos que retroalimentaron el contenido del audio y del manual de uso, y posteriormente se compartió a los maestros y padres o tutores de nos niños con discapacidad visual, quienes apoyaron en la aplicación del recurso didáctico “El Reloj”.

## 7 Resultados

Después de aplicarle a la muestra los criterios de inclusión y exclusión, es decir considerar a todos los niños ciegos y débiles visuales del nivel primaria mayor del Instituto para Ciegos Ezequiel Hernández Romo (IPACIDEVI), con una edad comprendida entre 8 y 12 años y que no contaran con alguna otra discapacidad además de la ceguera, la muestra quedó en 2 participantes.

El material audiovisual, así como el manual de uso se compartió a la maestra de grupo multigrado de primaria mayor a través de correo electrónico, quien a su vez, lo incluyó en los cuadernillos de trabajo que se le envía a sus estudiantes. Así mismo tanto el audio como el manual se compartió con los estudiantes a través de la plataforma de WhatsApp. En la Fig. 1 se muestran las evidencias de la actividad realizada. En la Figura 1a, una de las participantes realiza palpa el reloj e indica la hora que el recurso didáctico auditivo le solicita realizar. Así mismo se observa la participación del padre o tutor como apoyo a la comprensión conceptual a través del tacto. En la Figura 1b, se aprecian los dos relojes realizados por los participantes quienes a través de materiales como pintura inflable colocaron los números del reloj en el sistema Braille o en el sistema de numeración ordinal. Mediante el uso de hojas de foami abrigillado elaboraron las manecillas del reloj de diferentes tamaños para diferenciar las horas de los minutos y segundos.



Fig. 1a. Participante      Fig. 1b. Relojes elaborados por los participantes  
Fig. 1. Evidencias de la utilización del recurso didáctico

## 8 Conclusiones

El contenido educativo generado hasta el momento usualmente no toma en cuenta las diversas necesidades de las personas con discapacidad, en específico con discapacidad visual, ya que la mayoría de los recursos están cargados de imagen. En ese sentido, se puede decir que los códigos y lenguaje utilizado no es el adecuado, ya que es inaccesible para las personas que carecen de la vista, por lo que no alcanzan a percibir la información presentada. En la era digital en la que nos encontramos, los estudiantes están más familiarizados con el uso de tecnologías de la comunicación que en contextos de inclusión pueden ser aprovechados para promover la cultura de la participación de los estudiantes con discapacidad visual y transformar el conocimiento aprendido en conocimientos nuevos. En ese sentido la presente investigación es una indagación al uso de contenidos educativos que utilizan códigos de comunicación auditiva y lenguajes sonoros para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de niños con discapacidad visual.

El apoyo de padres o tutores en el proceso educativo de los estudiantes es fundamental como parte de la estrategia pedagógica del trabajo en equipo educativo dentro y fuera del aula y la casa en compañía de la tecnología.

## Referencias

- Archundia Sierra, Etelvina, & Cerón Garnica, Carmen. (2018). Objetos de Aprendizaje digital para personas con discapacidad visual en estructuras de datos: grafos (OAGRAF). RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16), 289-310. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.342>
- Aquino Zúñiga, Silvia Patricia, García Martínez, Verónica, & Izquierdo, Jesús. (2012). La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior: Un estudio de caso. *Sinéctica*, (39), 01-21
- Álvarez García, Sergio, & Galisteo del Valle, Antonio, & Gálvez de la Cuesta, María del Carmen, & Gétrudix Barrio, Felipe (2007). Acciones de diseño y desarrollo de objetos educativos digitales: programas institucionales. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1),14-25.
- Basantes, Andrea V., Guerra, Frank E., Naranjo, Miguel E., & Ibadango, Daniela K.. (2018). Los Lectores de Pantalla: Herramientas Tecnológicas para la Inclusión Educativa de Personas no Videntes. *Información tecnológica*, 29(5), 81-90.
- Cervera, M. G., Martínez, J. G., & Mon, F. M. E. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 74-83. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/257631>
- Echeita, Gerardo; Simón, Cecilia; Verdugo, Miguel Ángel; Sandoval, Marta; López, Mauricio; Calvo, Isabel; González, Francisca (2009). Paradojas y dilemas en el proceso de inclusión educativa en España. *Revista de Educación*, 349, 153-178.

- García J. (2005). Técnico de Educación de ONCE. Disponible en: <http://ares.cnice.mec.es/informes/17/contenido/11.htm>
- Hermann Acosta, Andrés (2015). Narrativas digitales como didácticas y estrategias de aprendizaje en los procesos de asimilación y retención del conocimiento. Sophia, *Colección de Filosofía de la Educación*, (19),253-269.
- Jenkins, Henry. (2008). *Convergence Culture. La cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Barcelona: *Ediciones Paidós Ibérica S.A.*
- Labrada Martínez, Esther (2011). Apropiación tecnológica en personas con discapacidad visual. *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, (62),55-65.[fecha de Consulta 5 de Febrero de 2021]. ISSN: 0188-168X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=340/34021066007>
- Lévano-Francia, L., Sanchez, S., Guillén-Aparicio, P., Tello-Cabello, S., Herrera-Paico, N., Collantes-Inga, Z. (2019). Competencias digitales y educación. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 569-588.
- Lineamientos Curriculares (1998). Lengua castellana. *Ministerio de Educación Nacional*. Santafé de Bogotá.
- Martínez-Piñeiro, E., Gewerc, A.y Rodríguez-Groba, A. (2019). Nivel de competencia digital del alumnado de educación primaria en Galicia. La influencia sociofamiliar.RE.D. *Revista de Educación a Distancia*, 61. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red/61/01>
- Obando Aguirre, Adriana y Osorio, Claudia Elena y Munera, Mauricio (2007). El lenguaje y los códigos comunicativos que detrás de él circulan. *El ágora USB*, 7 (2), 217-224. [Fecha de Consulta 6 de Mayo de 2021]. ISSN: 1657-8031.
- Peña, Dionnys, & Fuenmayor, Aloha (2010). Accesibilidad a las tecnologías de información y comunicación por los discapacitados visuales. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 11(3),143-155.
- Rodríguez Fuentes, Antonio. (2003). Integración escolar de alumnos con deficiencia visual en España: algunas sugerencias espaciales y contribuciones tecnológicas y tiftotecnológicas. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (29), 143-153.
- Romero, Rosalinda, & Brunstein, Soraya (2012). Una aproximación al concepto de educación inclusiva desde la reflexión docente. *Multiciencias*, 12( ),256-262.
- Sánchez Montoya, Rafael (2002). Ordenador y discapacidad. Guía práctica de apoyo a las personas con necesidades educativas especiales, *Ed. CEPE*, Madrid.
- Vega, A. (2008). A vueltas con la educación inclusiva: lo uno y lo diverso. *Educación Inclusiva*, (1), 119-139.
- Villarreal, Y., Morales, M., Béliz, N., González, E., Gómez, B., y López, V. (2016). Objetos de Aprendizaje. En *El Tecnológico*, 26(1), 18-19.
- Watson, Richard (2011). *Mentes del futuro. ¿Está cambiando la era digital nuestras mentes?* Barcelona: *Editorial Viceversa*.

# Capítulo 11

## Similaridad aplicada a la generación automática de exámenes

Georgina Flores Becerra<sup>1</sup>, Reyna Carolina Medina Ramírez<sup>2</sup>, Omar Flores Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / I.T. Puebla  
Departamento de Sistemas y Computación

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

[georgina.flores@puebla.tecnm.mx](mailto:georgina.flores@puebla.tecnm.mx), [cmcd@xanum.uam.mx](mailto:cmcd@xanum.uam.mx)  
[omar.flores@puebla.tecnm.mx](mailto:omar.flores@puebla.tecnm.mx)

**Resumen.** Los exámenes de logro académico son uno de los instrumentos de evaluación que permiten medir la adquisición de competencias y habilidades por parte de los estudiantes. El diseño y aplicación de exámenes digitales se ha intensificado por la modalidad educativa a distancia impuesta por el contexto en que vivimos. El diseño de un examen pasa por la elaboración de reactivos, que pueden idearse con diferentes grados de dificultad, de manera que se puedan diseñar diferentes exámenes sobre un mismo tema. En este trabajo se presenta una forma de automatizar la selección de reactivos con base en niveles de dificultad para la elaboración de exámenes, utilizando el concepto de similaridad.

**Palabras Clave:** Generación de exámenes, similaridad, reactivos.

### 1 Introducción

La oferta académica en todos los niveles se ha diversificado notablemente en cuanto a modalidades de enseñanza-aprendizaje se refiere, incluyendo presenciales, semipresenciales y no presenciales. Las Tecnologías de la Información y Comunicación tienen un gran impacto en la manera en la que los alumnos adquieren ciertas competencias. En particular, la evaluación tiene un papel primordial en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que, a través de instrumentos, permite medir la adquisición de competencias o habilidades (Pimienta, 2008). Por ejemplo, los exámenes de diagnóstico son “una evaluación que reconoce, ubica, acredita y, si es el caso, certifica los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la vida” (DOF, 2007). Por otro lado, las evaluaciones requieren proveer nuevas estrategias, procedimientos, métodos y técnicas que permitan tanto construir las como medir de manera asertiva el desarrollo de competencias o habilidades. Así mismo, realizar evaluaciones en línea

amplía el alcance de aplicación de éstas y favorece la entrega de resultados de manera instantánea (Sánchez y Backoff, 2015).

Como se ha indicado, uno de los instrumentos de evaluación son los exámenes. Dentro de los diferentes modelos se encuentran los exámenes o pruebas objetivas, que se caracterizan porque el estudiante responde colocando: un número, una letra, una raya, una palabra, un círculo, identificando un punto, etc. (CECyT13, 2010). A cada pregunta objetiva la llamaremos reactivo, el cual se elabora con base en lo que se requiere medir y con diferentes niveles de complejidad.

En este trabajo se considera que se cuenta con un banco de reactivos, cada reactivo tiene asociados porcentajes en un rango de complejidades, por ejemplo, un rango puede ser: básica, intermedia, avanzada; otro rango puede ser: muy baja, baja, mediana, alta, muy alta; etc. Por ejemplo, un reactivo puede tener una complejidad básica de 10%, intermedia de 35% y avanzada de 55%. Con base en estos reactivos se pueden diseñar exámenes con diferentes grados de complejidad.

Se presenta un algoritmo para seleccionar automáticamente reactivos para elaborar exámenes con un grado de dificultad determinado. El algoritmo se basa en el concepto de similaridad de elementos de un conjunto con base en la distancia entre los valores de las propiedades de tales elementos.

## 2 Similaridad

Dado un conjunto de elementos  $\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ , se puede medir qué tan parecidos son un par de elementos  $P_x, P_y$  utilizando la función de similaridad:

$$S(P_x - P_y) = \sum_{i=1}^n |P_{x,i} - P_{y,i}| = |P_{x,1} - P_{y,1}| + |P_{x,2} - P_{y,2}| + \dots + |P_{x,n} - P_{y,n}| \quad (1)$$

donde  $P_{x,i}$  es la propiedad  $i$  del elemento  $P_x$  y  $P_{y,i}$  es la propiedad  $i$  del elemento  $P_y$ . Así,  $S(P_x - P_y)$  es la distancia entre las características de los elementos  $P_x$  y  $P_y$ . Un valor grande de  $S(P_x - P_y)$  indica que no hay similaridad entre  $P_x$  y  $P_y$ ; un valor pequeño, que  $P_x$  y  $P_y$  son similares. Notar que  $S(P_x - P_x) = 0$  porque  $P_x$  es 100% similar a sí mismo (Jiménez, 2014).

Para determinar qué tan pequeño debe ser el valor de  $S(P_x - P_y)$  para considerar que  $P_x$  y  $P_y$  son similares, se define un coeficiente de inferencia  $C$ . El valor de  $C$  se define con base en la experiencia que se tenga en el campo del fenómeno que se esté modelando, o bien con base en una prueba piloto. Si el valor de  $C$  es grande, se permite una similaridad

débil entre elementos; si el valor es pequeño, se pide una similaridad fuerte (Jiménez, 2014).

En este trabajo se consideran dos conjuntos de elementos, uno es un conjunto de  $n$  reactivos y el otro es un conjunto de  $m$  exámenes, ambos sobre un mismo tema  $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}, \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  y las propiedades de cada elemento son  $p$  niveles de

complejidad  $[C_1, C_2, \dots, C_p]$ , donde  $\sum_{i=1}^p C_i = 1$ .

Por ejemplo, suponer que se tienen  $n = 5$  reactivos  $\{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5\}$ ,  $m = 2$  exámenes  $\{E_1, E_2\}$ , cada reactivo y examen caracterizado con  $p = 3$  niveles de complejidad  $C = [básica, intermedia, avanzada]$ . Suponer que los reactivos corresponden al tema de operadores de comparación para 4o. de primaria. Cada reactivo presenta un par de números para que el estudiante responda si el primero es menor ( $<$ ), mayor ( $>$ ) o igual que ( $=$ ) el segundo número. El nivel de complejidad radica en que el par de números son muy parecidos, y en que algunos se expresan con dígitos y otros con letra (ver Tabla 1). También suponer que los requerimientos de los exámenes son los de la Tabla 2.

**Tabla 1. Conjunto de reactivos caracterizados con niveles de complejidad.**

	Escribe en cada recuadro el signo $>$ , $<$ , $=$ según corresponda	Complejidad		
		Básica	Intermedia	Avanzada
R 1	320 <input type="text"/> 501	80%	15%	5%
R 2	510 <input type="text"/> 501	10%	80%	10%
R 3	veinticinco mil <input type="text"/> 2500	5%	25%	70%
R 4		30%	40%	30%

	60 450 <input type="checkbox"/> 60 045			
R 5	doscientos ocho <input type="checkbox"/> doscientos treinta y ocho	5%	15%	80%

**Tabla 2. Conjunto de exámenes caracterizados con niveles de complejidad.**

	Complejidad		
	Básica	Intermedia	Avanzada
E1	20%	80%	0%
E2	75%	20%	5%

En la siguiente sección se presenta cómo se aplica la función de similaridad entre el conjunto de reactivos y el conjunto de exámenes para seleccionar los reactivos que formarán parte de un examen.

### 3 Algoritmo de diseño de exámenes

El algoritmo de diseño de exámenes se presenta en la Figura 1. Las entradas son los reactivos, los requerimientos de los exámenes, los niveles de complejidad y el umbral que indica cuándo dos elementos son similares. Las salidas son los exámenes formados por los reactivos que cumplen sus requerimientos de complejidad. Primero se inicializan los exámenes de salida como conjuntos vacíos. Luego, se calculan las distancias entre cada reactivo y cada requerimiento de examen utilizando la ecuación (1). Si el resultado obtenido está por debajo del umbral, entonces el reactivo forma parte del examen de salida.

Entradas: $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ , conjunto de $n$ reactivos $\{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ , conjunto de $m$ exámenes $[C_1, C_2, \dots, C_p]$ , $p$ niveles de complejidad <i>umbral</i> , coeficiente de inferencia
---

Salidas: $EX_1, EX_2, \dots, EX_m$ , $m$ exámenes, donde $EX_i = \{R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{iq}\}$	
1. Inicio	
2. Para $y = 1, 2, \dots, m$	$EX_y = \{\}$
3. Para $x = 1, 2, \dots, n$	
3.1. Para $y = 1, 2, \dots, m$	
3.1.1. $S(R_x - E_y) = \sum_{i=1}^p  R_{x,i} - E_{y,i} $	
3.1.2. Si $S(R_x - E_y) \leq \text{umbral}$	
3.1.2.1. $EX_y = EX_y \cup \{R_x\}$	
4. Fin	

**Figura 1. Algoritmo de selección de reactivos con base en similitud**

A continuación, se presenta un ejemplo del funcionamiento del algoritmo. Para ello suponer los reactivos, requerimientos de exámenes y complejidades de las Tablas 1 y 2. Representando cada reactivo y cada examen como un vector, se tiene que:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= [0.80, 0.15, 0.05] & R_2 &= [0.10, 0.80, 0.10] & R_3 &= [0.05, 0.25, 0.70] \\
 R_4 &= [0.30, 0.40, 0.30] & R_5 &= [0.05, 0.80, 0.15] \\
 E_1 &= [0.20, 0.80, 0.00] & E_2 &= [0.75, 0.20, 0.05]
 \end{aligned}$$

Calculando las distancias entre reactivos y los exámenes (paso 3.1.1 del algoritmo) se tiene:

$$\begin{aligned}
 S(R_1 - E_1) &= 1.30 & S(R_1 - E_2) &= 0.10 \\
 S(R_2 - E_1) &= 0.20 & S(R_2 - E_2) &= 1.30 \\
 S(R_3 - E_1) &= 1.40 & S(R_3 - E_2) &= 1.40 \\
 S(R_4 - E_1) &= 0.80 & S(R_4 - E_2) &= 0.90 \\
 S(R_5 - E_1) &= 0.30 & S(R_5 - E_2) &= 1.40
 \end{aligned}$$

Luego, se eligen los reactivos que estén por debajo de un umbral. Por ejemplo, si el umbral es 0.40, para el examen1, donde cada reactivo debe ser 20% básico, 80% intermedio y 0% avanzado, se eligen  $R_2$  y  $R_5$ :



$S(R_2 - E_1) = 0.20 \leq 0.40$ , siendo  $R_2 = [0.10, 0.80, 0.10]$ , que es 80% intermedio y tiene poco peso en el avanzado (10%),

$S(R_5 - E_1) = 0.30 \leq 0.40$ , siendo  $R_5 = [0.05, 0.80, 0.15]$ , que es 80% intermedio,

aunque  $R_4$  tiene más énfasis en complejidad intermedia, no se elige para el examen1 porque tiene un porcentaje importante en la dificultad avanzada (30%).

Con el mismo umbral 0.40 para el examen2, donde cada reactivo debe ser 75% básico, 20% intermedio y 5% avanzado, se elige solamente  $R_1$ :

$S(R_1 - E_2) = 0.10 \leq 0.40$ , siendo  $R_1 = [0.80, 0.15, 0.05]$ , que es 80% básico

Si ahora se elige un umbral de 0.80, para el examen1 (20% básico, 80% intermedio y 0% avanzado), además de  $R_2$  y  $R_5$ , también se elige  $R_4$  a pesar de tener 30% de dificultad avanzada, esto se debe a que el umbral es menos restrictivo:

$S(R_4 - E_1) = 0.80 \leq 0.80$ , siendo  $R_4 = [0.30, 0.40, 0.30]$ , que es 40% intermedio

Para el examen2 no hay cambios en la selección.

## 4 Resultados

Se ha implementado este algoritmo en Octave, algunos resultados obtenidos son los de las Tablas 3 y 4. En la Tabla 3 se definen 3 exámenes, poniendo énfasis en un 100% a la complejidad requerida. El conjunto de reactivos está en la Tabla 4, donde los reactivos R1, R4, R7, R10 tienen énfasis en la complejidad básica; R2, R5, R6 tienen énfasis en complejidad intermedia; el resto tienen complejidad avanzada. Tal como se ve en la Tabla 4, el programa Octave arroja los reactivos que formarán cada examen, aplicando diferentes umbrales. Cuando el umbral es más restringido, 0.3, solamente al examen 1 se le asignan los reactivos R7 y R10. Cuando el umbral es 0.5, los reactivos R1, R4, R6, R10 se asignan al examen 1; R2, R4, R8 se asignan al examen 2; y R3, R9 se asignan al examen 3, dejando sin asignar a R6, que tiene un 70% de complejidad avanzada, que podría corresponder al examen 3, pero la diferencia con R3 y R9 es que sus porcentajes en la complejidad avanzada son más contundentes al ser del 80% y 75%. Sin embargo,

cuando el umbral se relaja a 0.7, todos los reactivos son asignados. Se puede observar que los reactivos son asignados correctamente conforme a los requerimientos de los exámenes.

Tabla 3. Conjunto de exámenes con requerimientos de complejidad. Experimento 1.

	E 1	E 2	E 3
Básica	1	0	0
Intermedia	0	1	
Avanzada	0	0	1

Tabla 4. Conjunto de reactivos asignados a los exámenes de la Tabla 3.

	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10
Básica	.8	.15	.05	.75	.1	.1	.9	.15	.2	1
Intermedia	.2	.8	.15	.1	.75	.2	.1	.8	.05	0
Avanzada	0	.05	.8	.15	.15	.7	0	.05	.75	0
umbral=.3							E1			E1
umbral=.5	E1	E2	E3	E1	E2		E1	E2	E3	E1
Umbral=.7	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1

Otros resultados obtenidos se ven en las Tablas 5 y 6. Los 3 exámenes distribuyen los porcentajes de complejidad requerida, poniendo más peso a una de ellas: el examen 1 en la complejidad básica, el examen 2 en la intermedia, y el examen 3 en la avanzada. En la Tabla 6 los reactivos ponen énfasis con un 50% en una complejidad, esto no es tan contundente como en el experimento presentado anteriormente. También se ve que con un umbral de 0.6, los reactivos R1 y R3 no son asignados. Se esperaría que R1 fuera

asignado al examen 1, así como R4, sin embargo, no es así dado que R1 es 50% básico y R4 es 60% básico, siendo más enfático que R1. También se esperaría que R3 se asignada al examen 3 que requiere un 80% avanzado, un 15% básico y un 5% intermedio, pero a diferencia de R6 que es 60% avanzado, R3 es 50% avanzado. Cuando el umbral se define en 80%, todos los reactivos se asignan a los exámenes como se espera que suceda.

Tabla 5. Conjunto de exámenes con requerimientos de complejidad. Experimento 2.

	E1	E2	E3
Básica	.85	.05	.15
Intermedia	.15	.85	.05
Avanzada	.05	.15	.85

Tabla 6. Conjunto de reactivos asignados a los exámenes de la Tabla 5.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Básica	.5	.25	.25	.6	.2	.2
Intermedia	.25	.5	.25	.2	.6	.2
Avanzada	.25	.25	.5	.2	.2	.6
umbral=.8	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Umbral=.6		E2		E1	E2	E3

# Capítulo 12

## Una herramienta de validación de la conformidad semántica de objetos de aprendizaje con el estándar IEEE-LOM

Víctor Hugo Menéndez Domínguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán  
Facultad de Matemáticas

mdoming@correo.uady.mx

**Resumen.** Los objetos de aprendizaje proponen la reutilización e interoperabilidad de recursos y así disminuir los costos y esfuerzos destinados al desarrollo de nuevos materiales educativos. Esto gracias a que pueden reestructurarse en nuevas secuencias e insertarse en propuestas curriculares de diversa índole sin sacrificar el trabajo dedicado a su desarrollo. Sin embargo, la calidad de un objeto de aprendizaje es un tema pendiente por consolidar. Determinar los criterios para evaluar la calidad de un objeto de aprendizaje resulta fundamental para ciertos procesos asociados a su gestión, como la búsqueda. En este sentido, se propone una herramienta que, a partir de las recomendaciones definidas en el estándar IEEE-LOM, establece un nivel de conformidad semántico del objeto que puede resultar complementario a otros modelos de calidad. Se presenta un caso de estudio que corrobora la propuesta al proporcionar el grado de caracterización de un objeto de aprendizaje a partir de sus metadatos.

**Palabras Clave:** Calidad, IEEE-LOM, interoperabilidad, objeto de aprendizaje.

### 1 Introducción

La reutilización y la interoperabilidad son consideradas como las principales insignias de los objetos de aprendizaje (Sicilia y García, 2003). Pero mientras que la reutilización se enfoca en los aspectos instruccionales del objeto de aprendizaje, la interoperabilidad se orienta a los aspectos informáticos y computacionales de su representación y distribución.

La finalidad es reciclar al objeto, tanto en contextos como en soluciones tecnológicas, pero preservando sus características y funcionalidades.

Generalmente, un objeto de aprendizaje se almacena en un repositorio especializado que clasifica sus contenidos para facilitar su localización y uso. Esto es posible gracias a que la estructura del objeto está regida por una colección de estándares que facilitan la descripción, distribución y personalización de sus contenidos (Lopez et al., 2007). IEEE-LOM es uno de los estándares más importantes en el desarrollo de un objeto de aprendizaje, específicamente para describirlo en términos de sus metadatos (IEEE-LTSC, 2002).

Reutilizar este tipo de recursos educativos abiertos proporciona numerosos beneficios, pero también genera desafíos como determinar su calidad pedagógica y tecnológica. En este sentido, han surgido propuestas que confirman que es necesario contar con herramientas y metodologías que permitan un seguimiento controlado de los procesos asociados al desarrollo de nuevos objetos de aprendizaje, así como la existencia de mecanismos de evaluación de la calidad de los objetos ya existentes, especialmente desde una perspectiva tecnológica, lo que garantiza su interoperabilidad (Ochoa y Duval, 2006, 2008).

La propuesta presentada en este trabajo se orienta al desarrollo de una herramienta para la evaluación de calidad de los metadatos de un objeto de aprendizaje. Su propósito es proporcionar un indicador de la calidad de la estructura XML de los metadatos en términos de su conformidad sintáctica y semántica con el estándar IEEE-LOM y sus extensiones.

Primeramente, se presentan aspectos relacionados con la calidad de los metadatos de este tipo de recursos. Posteriormente, se describe el estándar IEEE-LOM y la herramienta que valida la conformidad de los objetos de aprendizaje. Mediante un caso de estudio se muestra la aplicabilidad de la propuesta y sus resultados son analizados en función de las directrices establecidas por el IEEE-LOM y LOM-ES. Finalmente, se dan las conclusiones y las líneas futuras de desarrollo del proyecto.

## **2 Los objetos de aprendizaje y la calidad de sus metadatos**

Los objetos de aprendizaje generalmente están diseñados para alcanzar un objetivo educativo en particular y puedan acoplarse entre sí para crear objetos más grandes que cumplan con objetivos más complejos. Se trata de un enfoque basado en componentes en el que los objetos se integran y descomponen para formar nuevos recursos. Su estructura simplifica la construcción de experiencias educativas, fomenta el intercambio entre diversas soluciones e-Learning (Pitkanen y Silander, 2004), así como su reutilización en distintos contextos de uso sin que existan pérdidas en sus funcionalidades o características.

Un objeto de aprendizaje está constituido por dos elementos: una colección de recursos educativos (archivos, aplicaciones, urls, entre otros) y un conjunto de descriptores, denominados metadatos que son almacenados en una estructura de información basada en un estándar de descripción y distribución. Los metadatos, al contener información primordial y objetiva influyen en la reutilización del objeto de aprendizaje (Wiley, 2002).

Existen numerosas herramientas comerciales y de libre distribución como Reload (López, 2021) o eXe (eXe, 2017), que incorporan elementos para facilitar el desarrollo de un objeto de aprendizaje. Por ejemplo, permiten arrastrar y soltar objetos, poseen interfaces WYSIWYG, plantillas o asistentes. Generalmente, estas herramientas parten de la premisa de que se cuenta con conjuntos de recursos educativos que serán etiquetados y ordenados en una secuencia instruccional, empaquetados para su distribución y, finalmente, incorporados en una solución e-Learning.

Para el etiquetado del objeto, el usuario define los metadatos llenando cuadros de texto y de lista. Cumplimentar una colección de metadatos definida por un estándar (IEEE-LOM define más

de 60 metadatos) no se considera una actividad fácil y sencilla para muchos profesores (Sicilia et al., 2005). Esto se debe a varios factores (Cechinel et al., 2009): la gran cantidad de metadatos necesarios para describir un objeto, las características técnicas de los metadatos (tipo, formato, tamaño, etc.), el carácter técnico y poco claro de la documentación, entre otros.

Si bien muchos metadatos son relativamente fáciles de completar (por ejemplo, el título, las palabras clave, etc.), hay otros que resultan complicados de llenar para un profesor no iniciado (la densidad semántica, la dificultad, etc.). Esto trae como consecuencia registros de metadatos ausentes, incompletos y fragmentados (Paulsson y Naeve, 2006).

Durante el etiquetado de un recurso es común que se produzcan errores ortográficos en la introducción de valores (pérdida o sustitución de caracteres), selección de valores inadecuados u omisión de valores (Cechinel et al., 2009), entre otros problemas de naturaleza subjetiva. Una interpretación equivocada o el desconocimiento pleno del propósito de un metadato también es la causa de que se introduzcan valores erróneos.

En general, no se tiene la seguridad de que el valor asociado a un metadato sea correcto, haciendo que los resultados no siempre sean satisfactorios. Todas estas situaciones, originan el empobrecimiento de la calidad de los metadatos, afectando los procesos de catalogación, búsqueda y recuperación de objeto de aprendizaje (Bruce y Hillmann, 2004), lo que interfiere directamente en la reutilización y la interoperabilidad del objeto.

Es decir, la calidad de los metadatos (en términos de su completitud y corrección), repercute de forma directa en la capacidad de los agentes software u otro proceso automatizado para ubicar y utilizar los objeto de aprendizaje (Collis y Strijker, 2004).

### 3 El estándar de metadatos IEEE-LOM

El estándar *IEEE Learning Object Metadata* (IEEE-LOM) (IEEE-LTSC, 2002) establece la sintaxis y la semántica de los metadatos de un objeto de aprendizaje como atributos requeridos para describirlo de forma adecuada y completa. Es el principal estándar de catalogación de objetos de aprendizaje.

IEEE-LOM establece un esquema conceptual para la representación de metadatos de un objeto de aprendizaje. Es lo suficientemente flexible como para incorporar nuevos metadatos, así como definir vocabularios controlados para sus valores. Todos los elementos son opcionales y definen una estructura jerárquica formada por 9 categorías (*general, lifeCycle, metaMetadata, technical, educational, rights, relation, annotation, classification*) y 68 elementos.

El estándar IEEE-LOM permite extender la especificación mediante un "perfil de aplicación" (*Application profile*) con el propósito de incorporar nuevos metadatos o vocabularios que describen nuevas semánticas para un objeto de aprendizaje.

**LOM-ES** (AENOR, 2010) es un perfil de aplicación del estándar IEEE-LOM para España. Es el resultado del trabajo conjunto de varias instancias gubernamentales e instituciones y organizaciones educativas españolas. Este esquema de metadatos particular contempla una serie de necesidades específicas de España.

LOM-ES incluye varias modificaciones con respecto a IEEE-LOM, principalmente en la forma de nuevos elementos (por ejemplo, los metadatos *cognitiveProcess* y *Access*) y extensiones a los vocabularios predefinidos (por ejemplo, el vocabulario de *learningResourceType*) especialmente en la categoría *educational*.

Una diferencia importante del perfil es que clasifica los metadatos como obligatorios (como los metadatos *title*, *description*, *coverage*), recomendados (como *keyword*, *contribution*, *location*) u opcionales (por ejemplo, *requirements*, *notes*, *cost*).

También incluye especificaciones para mantener la representación, conformidad e interoperabilidad con las categorías y elementos del estándar IEEE-LOM, lo que posibilita enormemente establecer mecanismos de intercambio entre ambas especificaciones.

El estándar IEEE-LOM define un esquema XML para describir la sintaxis de los metadatos de los objeto de aprendizaje. Cada una de las categorías IEEE-LOM es representada como un elemento contenedor en una estructura XML. Los distintos metadatos son representados como elementos XML anidados en estos contenedores. Estos elementos consisten en pares de etiquetas y subelementos o bien, datos en formato texto colocados dentro de esas etiquetas. Las etiquetas pueden tener varios pares atributo-valor.

#### 4 Una herramienta para evaluar la conformidad con IEEE-LOM

La calidad de los metadatos de un objeto de aprendizaje puede ser analizada con métricas asociadas a la calidad de datos como es la completitud y la corrección (Ochoa y Duval, 2006, 2008), pero la completitud se centra en determinar cuantitativamente la calidad de los metadatos, ignorando de la exactitud de sus valores, es decir, su correcto llenado.

En este sentido, el estándar IEEE-LOM proporciona los elementos base para establecer el grado de calidad de un objeto de aprendizaje desde un punto de vista sintáctico y semántico, complementando dichas métricas. Para cada metadato, IEEE-LOM define el nombre del elemento-nodo que lo representa en la estructura XML, el número de instancias permitidas, el tipo de dato que debe utilizar, su tamaño máximo y la colección de valores permitidos, en el caso de los vocabularios (IEEE-LTSC, 2002).

Un análisis empírico de estas definiciones permite generar un indicador de calidad basado en la conformidad de la estructura XML de metadatos al estándar IEEE-LOM. El estándar ofrece una colección de esquemas XML para la validación automática, lo que facilita su implementación. Sin embargo, la valoración estaría relacionada con la sintaxis de los metadatos y no contemplaría la semántica de los contenidos ni sus relaciones.

Si bien el estándar IEEE-LOM no determina la obligatoriedad de los metadatos de un objeto de aprendizaje, sí ofrece recomendaciones en el etiquetado. Esta información se presenta en la forma de notas inmersas en la documentación, las cuales indican las relaciones que existen entre los valores de ciertos metadatos, así como las condiciones que deberían cumplirse al momento de etiquetar un recurso. Existen más de 50 notas con información semántica de este tipo. Por ejemplo la regla: *IF EXIST([1.7 structure], "atomic") THEN EXIST([1.8 aggregationLevel ], "1")* fue obtenida del texto: *NOTE. A learning object with Structure="atomic" will typically have*

1.8:General.AggregationLevel=1. NOTE. A learning object with AggregationLevel=1 will typically have 1.7:General.Structure="atomic" que establece que si un objeto de aprendizaje tiene una estructura atómica entonces su nivel de agregación es 1.

Un análisis empírico de las notas y las observaciones expresadas en la documentación del estándar IEEE-LOM, ha permitido generar 11 reglas relacionadas a la completitud y la corrección de los metadatos. Este conjunto de reglas define un perfil de validación para establecer el grado de conformidad semántica de un objeto de aprendizaje al estándar IEEE-LOM (Menéndez-Domínguez et al., 2012). En algunos casos fue necesario extender o modificar la regla para modelar mejor los comentarios. Se estableció que los valores que puede devolver una regla son:

- **Cumple (C).** Cuando todas las condiciones de la regla son cumplidas por los metadatos del objeto.
- **No cumple (NC).** Cuando alguna de las condiciones de la regla no es cumplida por los metadatos del objeto.
- **No aplica (NA).** Cuando algún metadato utilizado por las condiciones de la regla no existe.

El conteo y la ponderación del número de reglas que se cumplen, no se cumplen y no se pueden aplicar en una estructura XML de metadatos de un objeto de aprendizaje han establecido dos niveles de conformidad al estándar IEEE-LOM:

- **Conformidad base (nivel 1).** La calidad está definida por el número de reglas que se cumplieron y no se cumplieron. Se omiten las reglas que no se aplicaron. Si en la valoración de una regla falta un metadato que sea obligatorio, la regla no se cumple.

$$Calidad_{base} = \frac{reglasCumplidas}{reglasCumplidas + reglasNoCumplidas} \quad (1)$$

- **Conformidad estricta (nivel 2).** La calidad está definida por la relación entre el número de reglas que se cumplieron y el de reglas evaluadas, independientemente del resultado. Si en la valoración de una regla falta un metadato que sea obligatorio o recomendado, la regla no se cumple.

$$Calidad_{estricta} = \frac{reglasCumplidas}{reglasEvaluadas} \quad (2)$$

Siguiendo el mismo procedimiento de extracción de reglas a partir del conocimiento implícito inmerso en la especificación del estándar IEEE-LOM, se han generado 43 reglas a partir del perfil de aplicación LOM-ES. La Tabla 1 presenta un extracto. Todas las reglas generadas están disponibles en <https://github.com/mdoming13/LOSemanticQuality>.

Tabla 1 Ejemplo de reglas

#	Regla	Nota en la especificación LOM-ES
10	IF(EXIST([3.1 identifier]) THEN EXIST([3.1.1 catalog]) AND EXIST([3.1.2 entry])	Si se define un identificador debe describirse el catálogo y la entrada.
12	EXIST([3.3 metadataScheme])	El metadato [3.3 esquema de metadatos] es obligatorio.
14	IF EXIST([4.4.1.1 type], "operating system") THEN EXIST([4.4.1.2 name], "pc-dos, ms-windows, linux macos, unix, multi-os, none")	Si un Objeto de Aprendizaje es ejecutable, el sistema operativo debe ser uno del vocabulario.



Un análisis de las reglas generadas para cada perfil permite clasificarlas por categorías, según los metadatos involucrados en las condiciones de cada regla. En la Tabla 2 se listan los resultados donde se indica el número de reglas que incluyen metadatos de cada categoría y el porcentaje de metadatos de cada categoría que aparecen en las reglas. Puede observarse que el perfil LOM-ES cubre todas las categorías, a diferencia de IEEE-LOM que solo considera metadatos de las primeras categorías (*general*, *lifeCycle*, *metaMetadata*, *technical*, *educational*). En ambos perfiles se resalta la importancia de los metadatos de las categorías *general* y *educational*, pues son las que tienen más reglas involucradas.

Tabla 2 Categorización de las reglas de cada perfil

Categoría	IEEE-LOM	LOM-ES
<i>general</i>	3 (27%)	12 (28%)
<i>lifeCycle</i>	1 (9%)	3 (7%)
<i>metaMetadata</i>	2 (18%)	5 (12%)
<i>technical</i>	2 (18%)	7 (16%)
<i>educational</i>	4 (36%)	18 (42%)
<i>rights</i>	0	7 (16%)
<i>relation</i>	0	2 (5%)
<i>annotation</i>	0	2 (5%)
<i>classification</i>	0	3 (7%)

Estos dos perfiles de validación se han incluido en una herramienta para evaluar la conformidad de los metadatos de un objeto de aprendizaje con IEEE-LOM y LOM-ES. La Fig. 1 presenta la arquitectura general, que es independiente de la plataforma.

El analizador evalúa los metadatos de los objetos de aprendizaje para determinar su grado de cumplimiento al conjunto de reglas que constituye el perfil de validación. Por cada una de las reglas evaluadas se genera uno de tres valores posibles (NA, NC, C). También se indica el grado de conformidad del objeto de aprendizaje en una escala entre 0 y 1, según las fórmulas anteriores.

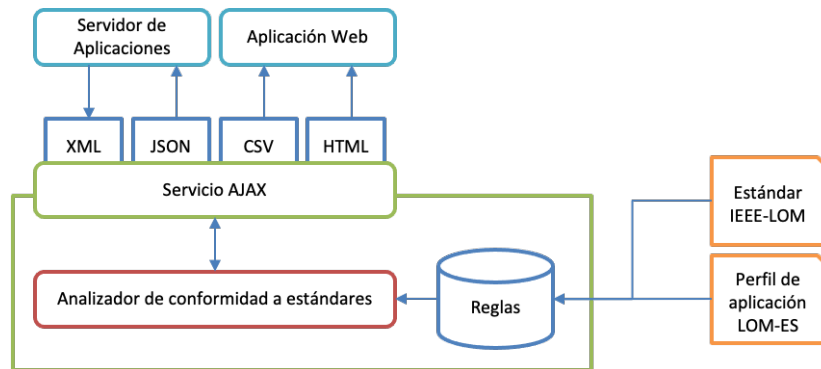


Fig. 1 Arquitectura del analizador de conformidad

Una vez valorados los metadatos, los resultados son devueltos en formato JSON, CVS o HTML. La diversidad de formatos de salida garantiza gran flexibilidad para que la información sea consumida por otros sistemas y así validar la corrección de los metadatos de un objeto de aprendizaje. Además, se ha desarrollado una interfaz Web (Fig. 2) que facilita el uso del servicio para los usuarios finales.

**Proyecto AGORA**  
Validación de metadatos de un objeto de aprendizaje

**Seleccionar las reglas de validación:**

- Reglas definidas en el estándar [IEEE-LOM](#). Modo básico: Si alguno de los metadatos de la regla no existe, la regla no se aplica
- Reglas definidas en el estándar IEEE-LOM. Modo estricto: Si alguno de los metadatos de la regla no existe, el Objeto de Aprendizaje no cumple la regla
- Reglas definidas en el estándar [LOM-ES](#). Modo básico: Los metadatos recomendados son opcionales
- Reglas definidas en el estándar LOM-ES. Modo estricto: Los metadatos recomendados son obligatorios
- Reglas propias extraídas por minería de datos en repositorios ([AGORA](#), [Ariadne](#), [Merlot](#) y otros). Si alguno de los metadatos de la regla no existe, la regla no se aplica

Formato de salida:

**Proporcionar la estructura LOM:**

```
<?xml version="1.0"?>
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM lomCustom.xsd">
  <general>
    <identifier>
      <catalog>AGORA</catalog>
      <entry>49</entry>
    </identifier>
    <title>
      <string language="es">Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial</string>
    </title>
    <language>en</language>
    <description>
      <string language="es"></string>
    </description>
    <keyword>
      <string language="es">e-learning, data mining, web mining, telelearning</string>
    </keyword>
  </general>
</lom>
```

Fig. 2 Interfaz Web del analizador de conformidad

## 5 Caso de estudio

AGORA (Menéndez-Domínguez et al., 2016) es un repositorio basado en estándares e-Learning en el que todas las actividades y tareas asociadas con la gestión de objetos de aprendizaje están intercomunicadas, lo que facilita su control y ejecución.

Se calculó el grado de completitud de los metadatos de 688 objetos de aprendizaje almacenados en la plataforma AGORA utilizando la herramienta propuesta. Se valoraron todos los niveles de conformidad (básico y estricto) para el estándar IEEE-LOM y LOM-ES. La fig. 3

presenta los resultados promedios obtenidos. El alto grado obtenido con el perfil IEEE-LOM base es debido a que es el más flexible (si un metadato no existe, la regla no es considerada para la valoración de la calidad), a diferencia de los demás perfiles, que penalizan la ausencia de metadatos.

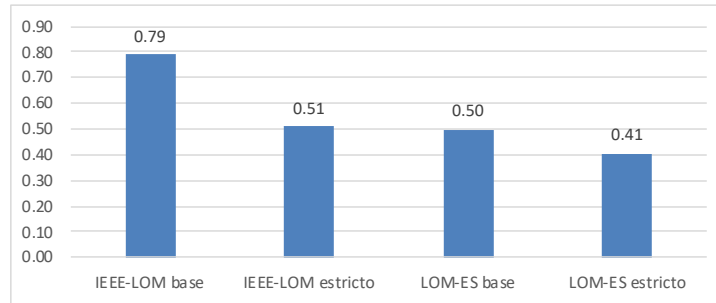


Fig. 3 Resultados promedio obtenidos de la valoración por perfiles

Un análisis del grado de cumplimiento de las reglas en los perfiles (fig. 4) permite apreciar cuáles son las reglas que tuvieron una mayor cumplimiento.

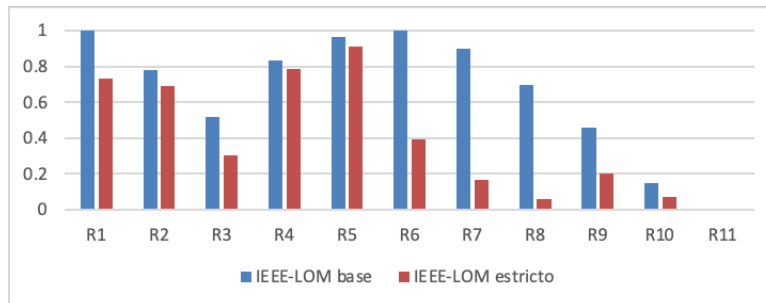


Fig. 4 Cumplimiento de reglas IEEE-LOM

Para las reglas IEEE-LOM se observan notables diferencias cuando se utiliza un nivel de conformidad básico vs estricto. Si bien algunas reglas como la 2, 4 y 5, no sufrieron mucha variabilidad (lo que significa que los metadatos existían y tenían los valores correctos), otros como las reglas 6, 7 y 8 tienen notables diferencias (una conformidad estricta hace obligatoria la existencia de los metadatos involucrados en la valoración). La regla 11 no fue cumplida por ninguno de los objetos valorados, lo que nos señala un error en el etiquetado o que no existen objetos que reúnan estas características. En el caso de las reglas para LOM-ES la variabilidad es menor.

Con el fin de determinar si existe alguna relación entre la completitud y la corrección de los metadatos para valorar la calidad de un objeto de aprendizaje se realizó un análisis de correlación de cada perfil con respecto al grado de completitud de cada categoría obteniéndose notables

resultados, especialmente para los casos de una conformidad estricta: IEEE-LOM básico (84%), IEEE-LOM estricto (91%), LOM-ES básico (86%), LOM-ES estricto (89%). La fig. 5 presenta la distribución de completitud por cada categoría vs el grado de cumplimiento de cada perfil-grado de conformidad. A mayor cantidad de metadatos puede hacerse una mejor valoración del objeto. La mayoría de las reglas que fueron cumplidas consideran metadatos que se encuentran en las categorías más completas. Para el caso de la muestra, las categorías más completas corresponden al Ciclo de vida (91%), General (74%), Metametadatos (62%) y Educativo (61%).

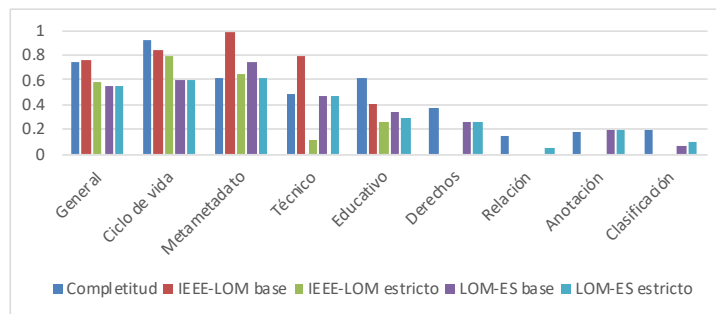


Fig. 5 Completitud vs cumplimiento por categoría

## 6 Conclusiones

Para el caso de los objetos de aprendizaje, los estándares de catalogación y empaquetado son fundamentales para garantizar la interoperabilidad y la reutilización entre sistemas e-Learning, facilitando el proceso de ensamble y distribución de recursos instruccionales ya existentes.

En el caso particular de los metadatos, su conformidad con el estándar IEEE-LOM garantiza su interoperabilidad, por lo que establecer su nivel de calidad (en términos de su completitud y corrección), repercute de forma directa en la capacidad de los agentes software u otro proceso automatizado para ubicar y utilizar los objetos de aprendizaje.

En este trabajo se ha presentado una herramienta para la evaluación de calidad de los metadatos de un objeto de aprendizaje. Su finalidad es generar un indicador de la calidad de la estructura XML de los metadatos en términos de su conformidad sintáctica y semántica con el estándar IEEE-LOM y sus perfiles de aplicación, como LOM-ES.

Como valoración general del caso de estudio puede concluirse que los perfiles generados tienen gran utilidad para establecer el grado de cumplimiento de un objeto de aprendizaje respecto de un estándar e-Learning. Las reglas generadas combinan la completitud de los metadatos con la corrección en sus valores, siempre en concordancia con las indicaciones y recomendaciones indicadas por un estándar particular.

La arquitectura implementada en la herramienta es lo suficientemente flexible para la representación de otros estándares de metadatos. Como trabajo futuro se está desarrollando un perfil de evaluación para el estándar de Ciencia Abierta OpenAire, específicamente para los

metadatos de literatura, así como para el perfil de aplicación de ese mismo estándar que estableció CONACYT para el repositorio nacional de México.

## Referencias

- AENOR. (2010). *LOM-ES V1.0. Perfil de aplicación metadatos estándar español*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Recuperado de [http://www.lom-es.es/norma\\_une.htm](http://www.lom-es.es/norma_une.htm)
- Bruce, T. R., y Hillmann, D. I. (2004). "The continuum of metadata quality: defining, expressing, exploiting" en Hillmann D. Westbrooks E. (eds), *Metadata in Practice*. ALA Editions.
- Cechinel, C., Sánchez-Alonso, S., y Sicilia, M. A. (2009). "Empirical Analysis of Errors on Human-Generated Learning Objects Metadata", *Metadata and Semantic Research*, vol. 46, pp. 60-70.
- Collis, B., y Strijker, A. (2004). "Technology and Human Issues in Reusing Learning Objects", *Journal of Interactive Media in Education*, vol. 4, pp. 1-32.
- eXe. (2017). *eXeLearning*. Recuperado de <http://exelearning.org/>
- IEEE-LTSC. (2002). *1484.12.1-2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata*. Recuperado de <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- Lopez, J., Arroyo, S., Sicilia, M., y Sanchez, S. (2007). "A Semantic Web Service Architecture for Learning Object Repositories", *Advances in Electronic Business*, vol. 2, pp. 141-158.
- López, R. (2021). "Interoperabilidad de objetos de aprendizaje en la plataforma Canvas, utilizando SCORM y el estándar IEEE 1484.12. 1", *I+ D Tecnológico*, vol. 17(1).
- Menéndez-Domínguez, V., Castellanos-Bolaños, M. E., y Guerra-García, C. (2016). "Un Modelo para la Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje" En Sierra E. A., Chávez M. Á. L., Garnica C. C. (eds), *Competencias Digitales para la Innovación Educativa* (pp. 31-53). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Menéndez-Domínguez, V. H., Castellanos-Bolaños, M.-E., Vidal-Castro, C., y Segura, A. (2012). "Un Modelo de Calidad de Objetos de Aprendizaje basado en la Semántica de sus Metadatos", *Séptima Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO 2012)*, pp. 10-18.
- Ochoa, X., y Duval, E. (2006). "Quality metrics for learning object metadata", *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, pp. 1004-1011.
- Ochoa, X., y Duval, E. (2008). "Relevance Ranking Metrics for Learning Objects", *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 1(1), pp. 34-48.
- Paulsson, F., y Naeve, A. (2006). "Establishing technical quality criteria for Learning Objects" en Cunningham P., Cunningham M. (eds), *Exploiting the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies* (pp. 1431-1439). IOS Press.
- Pitkanen, S. H., y Silander, P. (2004). "Criteria for Pedagogical Reusability of Learning Objects Enabling Adaptation and Individualised Learning Processes", *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 246-250.
- Sicilia, M. A., y García, E. (2003). "On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects", *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 4(2), pp 1-11.
- Sicilia, M. A., Garcia, E., Pages, C., Martinez, J. J., y Gutierrez, J. M. (2005). "Complete metadata records in learning object repositories: some evidence and requirements", *International Journal of Learning Technology*, vol. 1(4), pp. 411-424.
- Wiley, D. (2002). "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy" en Wiley D. A. (ed), *The Instructional Use of Learning Objects* (pp. 1-35). Agency for instructional technology

# Capítulo 13

## MicrobING: Una aplicación móvil para calcular soluciones de cultivo

Marcela Rivera Martínez, Luis René Marcial Castillo, José Roberto Tecotl Tlahuice  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Facultad de Ciencias de la Computación

marcela.rivera@correo.buap.mx, lmc@cs.buap.mx,  
joser.tecotlthahuice@viep.com.mx

**Resumen.** En este trabajo, se plantea resolver la problemática de automatizar el proceso de cálculos matemáticos, para los medios de cultivo necesarios en las prácticas de laboratorio de microbiología, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, mediante el diseño y desarrollo de una aplicación móvil, con la finalidad de disminuir los tiempos de cálculo previos a la preparación del cultivo. Se utiliza un método centrado en el usuario, para determinar los requerimientos de la aplicación, dicha aplicación es evaluada por medio de pruebas de usabilidad, obteniendo una aplicación móvil funcional, sencilla y de fácil manejo.

**Palabras Clave:** aplicación móvil, medios de cultivo, cálculos matemáticos.

### 1 Introducción

Debido a la crisis sanitaria de Covid 19 a la que el mundo entero se ha tenido que enfrentar, la educación ha tenido que adaptarse y recurrir al uso de diferentes plataformas y diferentes tipos de aprendizaje. Esta misma crisis sanitaria que atravesamos, demuestra que la introducción de tecnologías al aula trata de artilugios que potencian la productividad, la recreación cultural y la participación política y social en las poblaciones modernas (Trejo et al, 2020). Ante la necesidad de crear material educativo que sirva como una herramienta en ésta época y en un ámbito educativo presencial, se plantea realizar una aplicación móvil que apoye al estudiantado a realizar los cálculos correspondientes para preparar las soluciones necesarias para algunos cultivos.

El laboratorio constituye el lugar de trabajo en la enseñanza y en la investigación, la mayoría de las prácticas que realizan los alumnos en los laboratorios de microbiología requieren de un uso adecuado de los instrumentos e insumos, de concentración mental, conocimientos y tiempo, se hace hincapié en este último punto debido a que es de suma importancia que el estudiante cumpla con adquirir las competencias de la práctica de laboratorio, y la aplicación propuesta en este trabajo reducirá el tiempo en la búsqueda de

información necesaria para la preparación de los medios de cultivo. Actualmente, el proceso que siguen los estudiantes del laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, es consultar un único libro que tienen a su disposición en el laboratorio, buscar las cantidades de la sustancia que necesitan y realizan el cálculo matemático. Para lograr que esta herramienta digital sirva de apoyo a los estudiantes que hacen uso del laboratorio de microbiología, se realizan encuestas y pruebas de usabilidad con el involucramiento del usuario, a fin de obtener un producto fiable y con las características que impacten al mayor número de usuarios del laboratorio de microbiología.

En la siguiente sección se proporciona una descripción general de aprendizaje móvil, así como de los medios de cultivo, en la sección 3 se expone el proceso de desarrollo. La sección 4 muestra los resultados de las pruebas de usabilidad. En la sección 5 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro. Al final del documento se listan las referencias utilizadas para el desarrollo de este trabajo.

## **2 Preliminares**

Los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, etc.) pueden llegar a ocupar un lugar destacado en los procesos de enseñanza-aprendizaje, con ellos se promueve el aprendizaje colaborativo e individual, debido a que tiene como eje central el estudiante y su interacción con la tecnología (Vernet, 2014).

Dentro de sus ventajas se sabe que: facilita el aprendizaje personalizado, debido a que pueden dar a los estudiantes mayor flexibilidad para avanzar a su propio ritmo y seguir sus propios intereses; el aprendizaje se da en cualquier momento y lugar, esto debido a que los dispositivos móviles son transportados junto con la persona y el aprendizaje puede ocurrir en momentos y lugares que anteriormente no se consideraban propicios para el estudio; empleo productivo del tiempo que se pasa en el aula, ya que ofrece la oportunidad de revisar fuera del aula conceptos y conocimientos que pudieran causarle conflictos, para de esta manera utilizar el tiempo de manera más productiva; mejora el aprendizaje continuo, entre muchas otras más (Unesco, 2013).

La microbiología se ha desarrollado en gran medida gracias al descubrimiento y la optimización de los medios de cultivo. El primer medio de cultivo artificial líquido fue creado por Louis Pasteur en 1860. Anteriormente, se había observado el crecimiento bacteriano en materiales cotidianos como algunos alimentos. Las observaciones destacaron la importancia del entorno natural de las bacterias y sus necesidades nutricionales en el desarrollo del cultivo.

Un medio de cultivo es cualquier material que presente una adecuada combinación de nutrientes para permitir el crecimiento o el incremento del número de células de una población microbiana. En los laboratorios de microbiología se utiliza una gran variedad de medios de cultivos para mantener las cepas, aislar o identificar microorganismos con

diversas finalidades como son determinar la existencia de contaminación, diagnosticar alguna enfermedad, elaborar vacunas bacterianas entre otros (Sandle, 2018).

La evolución del cultivo bacteriano a través de los medios utilizados, se inició con el desarrollo del primer medio de cultivo sólido por Koch, permitiendo no solo la producción de colonias bacterianas, sino también la posibilidad de purificar un clon bacteriano (M. Bonnet, et al, 2020). La microbiología como ciencia está relacionada con distintas disciplinas. Generalmente, su enseñanza presenta dificultades como la de explicar fenómenos biológicos en organismos muy pequeños, además de una gran cantidad de términos que son necesarios explicar para los variados temas de la asignatura, pero de difícil comprensión para los estudiantes (Durango, 2012). El laboratorio, dentro de esta asignatura tiene un papel muy importante para la enseñanza, debido a que es una materia experimental, donde el estudiante requiere tener un rol activo y se enfrenta a diferentes problemáticas, una de ellas es precisamente el poder calcular soluciones de los cultivos.

El estudio de los microorganismos. lleva consigo la utilización de una amplia gama de medios de cultivo tanto líquidos como sólidos. Los medios de cultivo deben ser mezclados o hidratados en recipientes limpios, y su volumen debe ser el doble de la cantidad que se requiera, para su preparación, primero debe calcularse la cantidad total y determinar la cantidad de los componentes básicos de los medios que deben ser preparados, para ello se recomienda leer las instrucciones de las etiquetas de los medios de cultivo, lo cual no en todas las ocasiones es posible, debido a la eliminación del recipiente original o el deterioro del mismo, así como el inconveniente de buscar la información en el momento preciso de llevar a cabo el proceso (Goldman, 2009). Es por ello que se decide realizar una aplicación móvil que le permita al quien tenga la necesidad de llevar a cabo una solución de cultivo, el poder hacer los cálculos de una manera fácil, confiable y rápida.

### **3 Metodología y Desarrollo**

La aplicación móvil para el laboratorio de microbiología se desarrolló utilizando un método centrado en el usuario y en conjunto con la Dra. Alma López García, profesora investigadora de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con ella se hicieron entrevistas físicas y virtuales con el fin de determinar los medios de cultivo que los estudiantes utilizan con mayor frecuencia, así como para proporcionar bibliografía confiable de la cual se tomó la clasificación de los medios de cultivo y la información de los mismos. Al mismo tiempo, se inició con una encuesta dirigida a los estudiantes del laboratorio de microbiología para obtener información que incluía el conocer si tenían acceso a un teléfono celular, qué tipo de sistema operativo tenía dicho celular, regularmente, ¿dónde hacían uso del celular?, y cómo llevaban a cabo el cálculo de los medios de cultivo en el laboratorio. A partir de las encuestas y las entrevistas descritas se inició con un prototipo de papel sobre el diseño de



la interfaz, así como del funcionamiento del sistema, éste prototipo fue probado con alumnos del laboratorio de microbiología y se realizaron los cambios pertinentes de acuerdo a sus observaciones.

De las encuestas realizadas se obtuvieron los siguientes resultados: la edad de los estudiantes oscila entre los 19 y 23 años de edad, el 97% de los encuestados refiere que tiene acceso a un teléfono celular y que prefieren el uso del celular a utilizar una aplicación de escritorio, además el 80% mencionó que el sistema operativo de su dispositivo es Android. El cien por ciento refirió que consultan un único libro que tiene el laboratorio de microbiología para realizar los cálculos de soluciones de cultivo y algunas veces tienen que esperar a que el libro deje de ocuparse para poder llevar a cabo los cálculos, estas esperas implican un poco de más tiempo para concluir la práctica, y refirieron que le agradaría y ayudaría el contar con una aplicación que automatizara este proceso.

Posteriormente, se inició con el diseño digital, para ello se utilizó Mit App Inventor 2, el cual es un entorno de desarrollo de software para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android (Mit App Inventor, 2020).

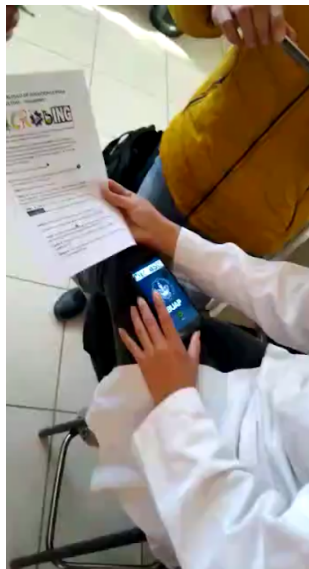
Inicialmente, solo se tenía una lista de los medios de cultivo que se requieren con mayor frecuencia dentro del laboratorio, sin embargo, al tratar de implementar esa lista en la aplicación móvil, no era adecuada la visualización, por lo cual se indagó y se encontró una clasificación de los medios de cultivo, ésta sirvió para poder colocar en un menú principal la clasificación y posteriormente elegir de otro menú el medio de cultivo del cual se desea realizar el cálculo. A petición de los estudiantes, también se colocó para cada medio de cultivo, la información correspondiente para preparar el medio de cultivo, en la misma ventana donde se lleva a cabo el cálculo, con la finalidad de que ahí mismo tengan de forma inmediata, cómo deben prepararlo, teniendo en la aplicación móvil 33 cultivos distintos, agrupados en nueve clasificaciones, las cuales son: hongos y levaduras, caldos, medios enriquecidos, medios de transporte, medios grampositivos, medios gramnegativos, medios de mantenimiento, pruebas bioquímicas y pruebas especiales (Bioxon, 2005).

Se adoptó un diseño intuitivo y sencillo, es decir, no se encuentra saturado de información por pantalla, y no requiere de una memorización sobre los elementos de la interfaz por parte del usuario, todo esto con la finalidad de que aplicación móvil cumpla el objetivo de disminuir los tiempos de cálculo para preparar los cultivos, una vez que los estudiantes se encuentra en el laboratorio, realizando alguna práctica. También se optó por un fondo blanco sobre un texto negro para facilitar su uso y evitar el cansancio visual.

## **4 Pruebas y Resultados**

Para evaluar la aplicación móvil desarrollada, se realizaron dos tipos de pruebas, la primera fue realizada por dos alumnos, elegidos por la Dra. Alma López García, profesora investigadora de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, dicha prueba consiste en ir mencionando en voz alta, lo que va

llevando a cabo el usuario, lo que visualiza en la interfaz del dispositivo y comentarios abiertos del usuario, esta prueba se video graba para un análisis posterior, dada la complejidad en cuanto a los recursos humanos y materiales necesarios para esta prueba, solo se solicitaron dos alumnos. A cada usuario, se les proporcionó un código QR, el cual una vez escaneado, descargó la aplicación al dispositivo móvil, una vez instalado, se les solicitó que realizaran las siguientes tareas: cálculos para 6 medios de cultivo de 4 categorías distintas, así como revisar la información que la aplicación móvil muestra sobre la forma en que se prepara el cultivo. En la figura 1, se puede apreciar la prueba de usabilidad, llevada a cabo por una estudiante del laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en ella se aprecia la interfaz de la aplicación móvil, así como la hoja que contiene las instrucciones para la instalación del software y la lista de tareas. A los estudiantes que no participaron en esta prueba, se les proporcionó de igual manera el código QR para instalar la aplicación móvil, la lista de tareas a realizar y un cuestionario que debían contestar al finalizar el uso de la aplicación, dicho cuestionario recopila información sobre el diseño de la aplicación, su eficiencia y su facilidad al utilizarlo, la muestra de estudiantes fue de 20.



**Fig. 1.** Pruebas de usabilidad

Entre algunos de los comentarios y sugerencias realizadas, se detectaron algunas faltas de ortografía en los nombres de ciertos medios de cultivo. Dichos errores fueron corregidos. En lo referente al uso en general de la aplicación, el 90% contestó que era una aplicación bastante intuitiva y que les ahorraría tiempo al realizar sus prácticas de

laboratorio, también refirieron que sería de mayor utilidad si se pudieran añadir más medios de cultivo en la aplicación.

## 5 Conclusiones

Actualmente, MicroBING es una aplicación móvil para alumnos de nivel superior del área de Química, dicha aplicación sigue en desarrollo, aun cuando la aceptación por parte de los alumnos de microbiología es satisfactoria, y de acuerdo a las pruebas de usabilidad refieren su sencillez y fácil manejo, se considera que aún faltan realizar más pruebas de usabilidad, así como ampliar los cultivos, esto para tener la misma cantidad de cultivos que aparecen en el libro que consultan en el laboratorio.

## Referencias

- Bioxon, (2005). “Manual BIOXON de Medios de cultivo y reactivos de diagnóstico”, México.
- Gasca, M., Camargo, A., y Medina D. (2014). “Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles”, *Tecnología y cultura afirmando el conocimiento TECNURA*, vol. 18, num. 40, pp. 20-35. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257030546003>
- Georgiev, T., Georgieva, E., & Smrikarov, A. (2004). “m-learning: a new stage of e-learning”, *Proceedings of the 5th international conference on Computer systems and technologies*. Association for Computing Machinery (ACM). doi:10.1145/1050330.1050437
- Durango, M. I. (2012). *La microbiología en la escuela: Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica*. Recuperado de [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10983/la\\_microbiologia\\_en\\_la\\_escuela%2C\\_una\\_propuesta\\_didactica\\_aplicada\\_a\\_septimo\\_grado\\_de\\_educacion\\_basica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10983/la_microbiologia_en_la_escuela%2C_una_propuesta_didactica_aplicada_a_septimo_grado_de_educacion_basica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- M. Bonnet, J. C. Lagier, D. Raoult and S. Khelaifia. (2020). “Bacterial culture through selective and non-selective conditions: the evolution of culture media in clinical microbiology”. *New Microbes and New Infections*, Volume 34 Number C, pp 1-11
- Mit App Inventor, (2020), <https://appinventor.mit.edu/>
- Trejo Quintana Janneth et. Al (2020). *Educación y pandemia. Una visión académica*, México, unam. Recuperado de [https://www.issue.unam.mx/investigacion/textos/educacion\\_pandemia.pdf](https://www.issue.unam.mx/investigacion/textos/educacion_pandemia.pdf)
- Sandle T. (2018), “Microbiological Culture Media: A complete guide for pharmaceutical and healthcare manufacturers” PDA global headquarters, *The science of cultura media* (pp. 37-67), Davis healthcare publishing, LLC.
- Unesco, (2013). *Directrices de la UNESCO para las políticas de aprendizaje móvil*. Recuperado de: [https://eduonline.iberonline.mx/DEDSitio/src/Aprendizaje\\_movil.pdf](https://eduonline.iberonline.mx/DEDSitio/src/Aprendizaje_movil.pdf)
- Vernet, M. (2014). *Aprendizaje móvil. Algunas reflexiones sobre sus características y su puesta en práctica*. Recuperado de: <http://blogs.unlp.edu.ar/dodactocaytic/2014/05/10/aprendizaje-movil/>



## Índice de autores

<b>Nombre del Autor</b>	<b>Nacionalidad</b>	
Amanda M. Bejarano Huertas	Costarricense	
Carolina Yolanda Castañeda Roldán	Mexicana	
Claudia Zepeda Cortés	Mexicana	Editora
Dorian Ruiz Alonso	Mexicana	
Edna Iliana Tamariz Flores	Mexicana	
Fátima Berenice Ruiz Camacho	Mexicana	
Georgina Flores Becerra	Mexicana	
Hazel Galilea Luna Melendez	Mexicana	
Hilda Castillo Zacatelco	Mexicana	Editora
Isaías de Jesús Santiago Salazar	Mexicana	
Jorge A. Hernández Perales	Mexicana	
José Luis Carballido Carranza	Mexicana	Editor
José Luis García Cué	Mexicana	
José M. Monterrosas Romero	Mexicana	
José Manuel Meraz Escobar	Mexicana	
José Roberto Tecotl Tlahuice	Mexicana	
Luis Ángel Herrera Maldonado	Mexicana	
Luis René Marcial Castillo	Mexicana	
Ma. Esperanza Pérez-Cordoba Sánchez	Mexicana	
Marbella Muñiz Sánchez	Mexicana	
Marcela D'Alva Patiño	Mexicana	
Marcela Rivera Martínez	Mexicana	
Mariana Vázquez Alonso	Mexicana	
Mario López López	Mexicana	
Mario Rossainz López	Mexicana	
Melina Gómez Bock	Mexicana	
Mireya Tovar Vidal	Mexicana	Editora
Omar Flores Sánchez	Mexicana	
Rafael Espinosa Castañeda	Mexicana	
Rafael Meza García	Mexicana	
Raquel Espinosa Castañeda	Mexicana	
Reyna Carolina Medina Ramírez	Mexicana	
Richard Torrealba Meléndez	Mexicana	
Rosalva Ruiz Ramírez	Mexicana	
Saira Edith Márquez de la Cruz	Mexicana	
Sergio Josué Maldonado Calcáneo	Mexicana	
Víctor Hugo Menéndez Domínguez	Mexicana	

## Compiladores

Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza

## Revisores

Abraham Sánchez López  
Adriana Mexicano Santoyo  
Beatriz Beltrán Martínez  
Carmen Cerón Garnica  
Claudia Zepeda Cortés  
Darnes Vilariño Ayala  
Eugenia Erica Vera Cervantes  
Georgina Flores Becerra  
Hilda Castillo Zacatelco  
Hilda Mejía Matías  
José Andrés Vázquez Flores  
José Luis Carballido Carranza  
José Luis García Cué  
Josefina Guerrero García

Juan Manuel González Calleros  
María Auxilio Medina Nieto  
María Teresa Torrijos Muñoz  
Mario Rossainz López  
Martín Guerrero Posadas  
Meliza Contreras González  
Mireya Tovar Vidal  
Omar Flores Sánchez  
Omar Torres Acuitlapa  
Patricia Silva Sánchez  
Rafael De La Rosa Flores  
Reyna Carolina Medina Ramírez

## Editores

Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza



Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual  
Coordinado por  
Mireya Tovar Vidal  
Claudia Zepeda Cortés  
Hilda Castillo Zacatelco  
José Luis Carballido Carranza  
está disposición en PDF en la página  
de la Facultad de Ciencias de la Computación  
de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)  
<https://www.cs.buap.mx/~mtovar/doc/Libros/LibroOA21.pdf>  
a partir de diciembre de 2021  
Peso del archivo: 7.5 MB