

Estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje

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

Editores



Estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje

Estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje

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
2023

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Rectora: Ma. Lilia Cedillo Ramírez
Secretario General: José Manuel Alonso Orozco
Vicerrector de Extensión y Difusión de la Cultura: José Carlos Bernal Suárez
Director General de Publicaciones: Luis Antonio Lucio Venegas

Primera edición **2023**
ISBN: 978-607-525-955-0

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

DR © Dirección General de Publicaciones
2 Norte 1404, Centro Histórico, Puebla, Pue., CP 72000
Tels.: 01 (222) 246 85 59 y 01 (222) 55 00 Ext. 5768
www.dgp.buap.mx | libros.dgp@correo.buap.mx
www.publicaciones.buap.mx

Diseño de portada: Mireya Tovar Vidal

Hecho en México
Made in Mexico

Prólogo

Este libro tiene como finalidad la presentación de diferentes estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles de la educación durante el segundo semestre del 2022.

Los capítulos incluidos en esta obra fueron escritos por investigadores y colaboradores de diferentes instituciones del país. Cada capítulo ha sido revisado por expertos en el área de conocimiento. A continuación se presenta la aportación de cada uno de ellos.

En el Capítulo 1 se muestran los resultados de utilizar la plataforma ome-gaup.com para evaluar de modo automático el aprendizaje sobre el tema de programación dinámica que se incluye en el curso de análisis y diseño de algoritmos que se ha impartido en la facultad de ciencias de la computación de la BUAP en el periodo primavera 2020. Se puede decir que los estudiantes del curso aprenden a usar la técnica de programación dinámica de forma muy eficiente en la solución de problemas.

En el Capítulo 2 se describe una propuesta docente interdisciplinaria y colaborativa que surgió como respuesta a la necesidad de transitar de una modalidad 100 % presencial a otra 100 % virtual a causa de la pandemia causada por el virus del COVID-19. En dicha propuesta se trabajaron proyectos de aprendizaje realizados con las y los estudiantes de licenciatura de las Facultades de Ciencias, Psicología y Ciencias de la Comunicación, así como del Centro Universitario de las Artes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

En el Capítulo 3 los autores identifican las diferencias entre los Estilos de Aprendizaje de alumnos asistentes a dos cursos de Estadística impartidos bajo la modalidad virtual durante la pandemia COVID-19. Se concluyó que los dos cursos presentaron distintas preferencias en cuanto a Estilos de Aprendizaje y que estos últimos pueden tener combinaciones en cualquier de sus polos.

En el Capítulo 4 se menciona que derivado de la pandemia por el COVID-19, en las clases en línea de Fundamentos de Robótica y de Inteligencia Artificial, se diseñaron y aplicaron cuestionarios creativos e interactivos de contenidos conceptuales en la plataforma de gamificación Quizizz, llegando a la conclusión de que se utilizó la gamificación estructural porque facilitó a los estudiantes el repaso y aprendizaje de contenidos, adquiriendo conocimientos conceptuales de robótica e inteligencia artificial, manteniendo la atención, el compromiso, el ánimo, el entusiasmo, el esfuerzo, la diversión, el cambio en su comportamiento y la motivación, sin temor a cuando se presenta un examen o una exposición.

En el Capítulo 5 se hace un análisis de algunos aspectos que se manifiestan en la enseñanza de la ingeniería química. Se presenta una perspectiva desde la experiencia personal y el libre albedrío de los docentes, y la importancia de comprender la semiótica para llevarla al alumno a un plano de comprensión de la solución de problemas más digerible; la finalidad principal es que el alumno se apropie del conocimiento que se adquiere durante su carrera y lo asimile de

forma integral con el objetivo de que pueda encontrar mecanismos propios de solución de problemas de cualquier índole en su desempeño profesional, fuera de las aulas.

En el Capítulo 6 se menciona que los videojuegos se pueden enfocar al aprendizaje de diferentes áreas como idiomas, matemáticas, entre otros. El uso de ellos en el nivel educativo puede considerarse como una herramienta que fomente la mejora de diferentes habilidades de los estudiantes. Es por ello por lo que en este capítulo se presenta un videojuego para niños que se encuentran en tercero y cuarto de primaria en el que el objetivo principal es practicar operaciones básicas de matemáticas (suma, resta, multiplicación y división).

En el Capítulo 7 se indica que la enseñanza aprendizaje a distancia se considera una alternativa para la educación inclusiva; los Recursos Educativos Abiertos (REA) requieren de estructuras y estándares que permitan su implementación. El objetivo de este capítulo se centra en el desarrollo de un REA para la asignatura de Interacción Humano Computadora, en el tema de los Factores Humanos. El método utilizado fue el diseño instruccional y la implementación en una plantilla de eXeLearning. La publicación del (REA) se realizó en la plataforma del Ecosistema de Aprendizaje Abierto de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para su almacenamiento y distribución.

En el Capítulo 8 se comparte la experiencia obtenida con el uso de la plataforma MIT App Inventor, en la impartición de la asignatura: desarrollo de aplicaciones móviles de la Ingeniería en ciencias de la Computación de la BUAP, en el periodo de primavera 2021. Los resultados obtenidos fueron positivos, ya que a pesar de las circunstancias se logró el objetivo de aprendizaje en los estudiantes.

En el Capítulo 9 se propone el uso de un agente aspiradora con el objetivo de mejorar el aprendizaje en temas de lógica para la asignatura aplicaciones de control por inteligencia artificial que se imparte en la Facultad de Ciencias de la Electrónica. La estrategia se implementó en el periodo de Primavera 2022 y se realizó en equipos de trabajo mediante la plataforma Teams de Microsoft. La exitosa implementación por parte de los estudiantes permitió que los temas contemplados en el temario del curso se comprendan de mejor manera.

En el Capítulo 10 se presenta la metodología utilizada en una universidad pública de México para la elaboración de materiales educativos digitales para la educación en línea. Se describe cada etapa de la metodología, perfiles que intervienen y productos que se generan. Por último, se hace un análisis sobre cómo ha beneficiado la metodología, sus áreas de oportunidad y cómo se podría mejorar.

En el Capítulo 11 se presenta una modalidad de aprendizaje basado en un proyecto en el marco de la asignatura de Sistemas basados en conocimientos. El objetivo es que al finalizar el curso, los alumnos sean capaces de diseñar y codificar sus propias soluciones, desarrollando los módulos que comprenden la base del conocimiento y el motor de inferencia.

Por último, en el Capítulo 12 se muestra el desarrollo y resultados preliminares de una aplicación web para la enseñanza de algunas de las tablas de

multiplicar, utilizando un famoso juego de mesa bien conocido como memoria, juego fácil y divertido, desarrollado con interfaces y gráficas balanceadas entre rendimiento y apariencia, siempre orientado a un desarrollo intuitivo y dinámico, la cual se podrá utilizar desde cualquier plataforma a través de un navegador web.

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 favoreció la publicación de este libro.

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

Índice general

Prólogo	IV
Capítulo 1. Solución de problemas de programación dinámica en la plataforma omegaup.com	1
<i>Luis René Marcial Castillo, Marcela Rivera Martínez, Lourdes Sandoval Solís, Johana Gómez Martínez</i>	
Capítulo 2. Experiencia docente interdisciplinaria y colaborativa en la UASLP durante el confinamiento por la pandemia COVID	9
<i>Raquel Espinosa Cartañeda, María del Rosario Auces Flores, María del Rosario Sandoval Cedillo, Francisco Jesús Ortiz Alvarado, Alfredo Barrales Martínez</i>	
Capítulo 3. Diferencias entre Estilos de Aprendizaje de alumnos de dos cursos de Estadística impartidos bajo e-learning durante COVID-19 .	20
<i>José Luis García Cué, Armando Lozano Rodríguez</i>	
Capítulo 4. Gamificación significativa de contenidos de robótica e inteligencia artificial	30
<i>Marco Alberto Mendoza Perez</i>	
Capítulo 5. Enfoque semiótico de la comprensión de la solución de problemas de ingeniería química	40
<i>Georgette Rebollar Pérez</i>	
Capítulo 6. Enseñanza de las matemáticas a través de videojuegos	50
<i>Héctor David Ramírez Hernández, Roberto Contreras Juárez, Nelva Betzabel Espinoza Hernández, Julio César Velasco Quintero</i>	
Capítulo 7. Diseño de un Recursos Educativos Abiertos (REA) referente a los Factores Humanos para la asignatura de Interacción Humano Computadora	60
<i>Etelvina Archundia Sierra, Carmen Cerón Garnica</i>	
Capítulo 8. MIT App Inventor: una herramienta flexible para docentes y alumnos	68
<i>Verónica Edith Bautista López, Aldrin Barreto Flores , Salvador Eugenio Ayala Raggi</i>	
Capítulo 9. El uso de agente (aspiradora) en la enseñanza de la asignatura aplicaciones de control por inteligencia artificial	78
<i>Verónica Edith Bautista López, Aldrin Barreto Flores, Salvador Eugenio Ayala Raggi</i>	

Capítulo 10. Metodología para la elaboración de materiales educativos digitales para educación en línea	88
<i>Dorian Ruiz Alonso, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza</i>	
Capítulo 11. Desarrollo de un simulador interactivo para explorar conceptos básicos de lógica difusa y su implementación a través de dispositivos de cómputo físico de bajo costo.	98
<i>Edgar Serrano Pérez, Anabelem Soberanes Martín</i>	
Capítulo 12. Jugando y aprendiendo matemáticas 3	108
<i>Hilda Mejía Matías, Omar Torres Acuitlapa, Meliza Contreras González, Brayan Noe Estrada Beristain</i>	
Índice de autores	115
Compiladores	116
Revisores	117
Editores	118

Capítulo 1

Solución de problemas de programación dinámica en la plataforma omegaup.com

Luis René Marcial Castillo, Marcela Rivera Martínez, Lourdes Sandoval Solís, Johana Gómez Martínez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

luis.marcial@correo.buap.mx, marcela.rivera@correo.buap.mx,
maria.sandoval@correo.buap.mx, johana.gomez@alumno.buap.mx

Resumen. En el presente trabajo se muestran los resultados de utilizar la plataforma omegaup.com para evaluar de modo automático el aprendizaje sobre el tema de programación dinámica que se incluye en el curso de análisis y diseño de algoritmos que se ha impartido en la facultad de ciencias de la computación de la BUAP en el periodo primavera 2020, el curso tiene número de referencia (NRC) 26185 y corresponde a la sección 001. En la evaluación, se han utilizado los problemas nombrados: Posición Fibonacci y Tri Grafos, estos problemas tienen respectivamente porcentajes de éxito de 12.41 y 15.41 para los programadores que los han resuelto. Los resultados para los estudiantes del curso 26185 fueron de 82.63% y 88.66% en cada uno de ellos, siendo muy superiores a los reportados en la plataforma, se puede decir que los estudiantes del curso aprenden a usar la técnica de programación dinámica de forma muy eficiente en la solución de problemas.

Palabras Clave: Plataforma omegaup.com, programación dinámica, análisis y diseño de algoritmos.

1 Introducción

La programación competitiva combina dos temas: el diseño de algoritmos y la implementación de algoritmos. El diseño de algoritmos consiste en la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático, los programadores necesitan habilidades que les permitan analizar los problemas y resolverlos de modo eficaz. Un algoritmo para resolver un problema tiene que ser tanto correcto como eficiente de modo que se cumplan las restricciones de tiempo y espacio, el núcleo del problema a menudo consiste en inventar un algoritmo competente. El conocimiento teórico de los algoritmos es importante para los programadores competitivos. Por lo general, una solución a un problema es una combinación de técnicas bien conocidas y nuevos conocimientos. Las técnicas que aparecen en la programación competitiva también forman la base para la

investigación científica de los algoritmos. La implementación de algoritmos requiere buenas habilidades de programación. Laaksonen (2019) expresa que, en la programación competitiva, las soluciones se califican probando un algoritmo implementado utilizando un conjunto de casos de prueba. Así, no es suficiente con que la idea del algoritmo sea correcta, sino que la implementación también tiene que ser correcta.

Garrido et al. (2016) expresa que a raíz de la contingencia sanitaria por SAR COV 2, se buscaron plataformas que ayudaran a los estudiantes a la autoevaluación y que también ayudaran al profesor a poder atender de una mejor manera a dichos estudiantes. La evaluación automática de problemas en plataformas se ha implementado con el fin de lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes de programación. Zhou et al. (2018) expresa que, dado que los sistemas de evaluación automática son de alta eficiencia y adecuados para estudiantes de programación de diferentes niveles, se deben de utilizar ampliamente en la educación ya que mejoran la calidad de la programación. Watanobe et al. (2022) concluye que el desarrollo y operación de la evaluación en línea, que se utiliza para evaluar la corrección de los programas, es una tarea no trivial y difícil debido a los diversos requisitos funcionales y no funcionales, estos sistemas son muy valiosos en la evaluación eficiente y han permitido la revisión de millones de códigos.

El presente trabajo describe la manera en que se ha utilizado la plataforma omegaup (Pacheco et al, 2022) en la evaluación automática de los alumnos del curso de análisis y diseño de algoritmos del periodo primavera 2020 con NRC 26185 sección 001 que se ha impartido en la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. La técnica de programación que se ha evaluado es programación dinámica y se han utilizado los problemas: Posición Fibonacci que requiere conocimientos de programación dinámica, manipulación de números muy grandes, teoría de números y toma de decisiones; así como el problema Tri Grafos que involucra conocimientos de programación dinámica. Para llevar a cabo esta implementación se utilizó la plataforma OmegaUp para la evaluación de ejercicios de análisis y diseño de algoritmos. Los resultados obtenidos en la plataforma muestran que los alumnos se han apropiado del conocimiento y pueden resolver problemas eficientemente, además tal estrategia resultó un éxito debido al interés de todos los alumnos por lograr el máximo puntaje en cada problema.

El trabajo se organiza de la manera siguiente: La sección 2 presenta los preliminares de programación dinámica, en la sección 3 se muestran los problemas a resolver, los resultados se encuentran en la sección 4; en la sección 5 se presentan las conclusiones y finalmente se listan las referencias del trabajo.

2 Preliminares

Uno de los objetivos, del curso de análisis y diseño de algoritmos que se imparte en la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla es que los alumnos se apropien de diversas técnicas de programación tales como

programación dinámica, algoritmos voraces, análisis amortizado, entre otros. La programación dinámica es una técnica que combina la corrección de la búsqueda completa y la eficiencia de los algoritmos voraces. Laaksonen (2019) recalca que la programación dinámica se puede aplicar si el problema original se puede dividir en subproblemas superpuestos que pueden resolverse de forma independiente. Entender y aplicar la técnica de programación dinámica es un trabajo muy importante en un programador competitivo de una licenciatura en computación, si bien la idea básica es bastante simple, es un desafío el cómo aplicar tal técnica en diversos problemas. La programación dinámica realiza una optimización sobre la recursividad. Si la solución de un problema que tiene una forma recursiva tiene llamadas repetidas para las mismas entradas, se puede optimizar utilizando programación dinámica. La idea es simplemente almacenar los resultados de los subproblemas, para que no se tenga que volver a realizar el cálculo cuando se necesiten en procesos posteriores. Esta forma de optimización va a reducir las complejidades de un tiempo exponencial a un tiempo polinomial. El caso más ilustrativo, es cuando se escribe una solución recursiva para la serie de Fibonacci, se obtiene por consiguiente una complejidad de tiempo exponencial, en la Figura 1 se muestra el código. Si se optimiza de modo que se almacenan las soluciones de los subproblemas, la complejidad de tiempo se reduce a lineal. En la Figura 2 se muestra la solución mediante programación dinámica.

```
<> source code
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  int fibonacci(int n){
4  if (n==0) return 0; //primer número de fibonacci
5  if (n==1) return 1; // segundo número de Fibonacci
6  return fibonacci(n-1)+fibonacci(n-2);}
7
8  int main() {
9  cout <<fibonacci(4);
10     return 0;
11 }
```

input Output

Éxito #stdin #stdout 0.01s 5356KB

8

Fig. 1. Código en el lenguaje de programación C++ que muestra una solución recursiva al problema de la serie de Fibonacci.

```
</> source code
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int Fibonacci(int n){
4     int fib[n+1];
5     fib[0]=0; //primer número de fibonacci
6     fib[1]=1; // segundo número de fibonacci
7     for (int i=2;i<=n;i++)
8         fib[i]=fib[i-1]+fib[i-2];
9     return fib[n];
10 }
11
12 int main() {
13     cout <<Fibonacci(6);
14     return 0;
15 }
```

input Output

Éxito #stdin #stdout 0.01s 5496KB

8

Fig. 2. Código en el lenguaje de programación C++ que usa la técnica de programación dinámica para la solución de la serie de Fibonacci.

3 Problemas a resolver

Los problemas a resolver de la plataforma omegaup.com son los siguientes: Posición Fibonacci y Tri Grafos.

Robles (2020) propone la especificación del problema Posición Fibonacci siguiente:

Descripción

La sucesión de fibonacci está conformada por los números: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34. . . Sabiendo esto la tarea es: dado un número N debes encontrar la posición que ocupa en la sucesión de fibonacci.

Entrada

Un número N solamente.

Salida

Un único entero que indique en qué posición se encuentra el numero en la sucesión. Si el número no se encuentra en la sucesión imprimir un **-1**.

Límites

Para 100% de los casos $N < 2^{64}$.

Para 50% de los casos $N < 2^{32}$.

Ortiz (2017) propone el problema Trigrafos cuya especificación es la siguiente:

Descripción

Encontrar el camino más corto desde el vértice superior de en medio hasta el vértice en la parte inferior media en el tri-grafo dado. Un Tri-Grafo es un grafo acíclico de $(N \geq 2)$ filas y exactamente 3 columnas. A diferencia de los grafos regulares, el costo se encuentra asociado a los vértices y no a los ejes. Considere el ejemplo en el que $N=4$, el costo de ir directamente por la columna del medio desde la fila superior hasta la parte baja es la suma de los valores de cada vértice $7 + 13 + 3 + 6 = 29$. La Figura 3 muestra la dirección de los ejes.

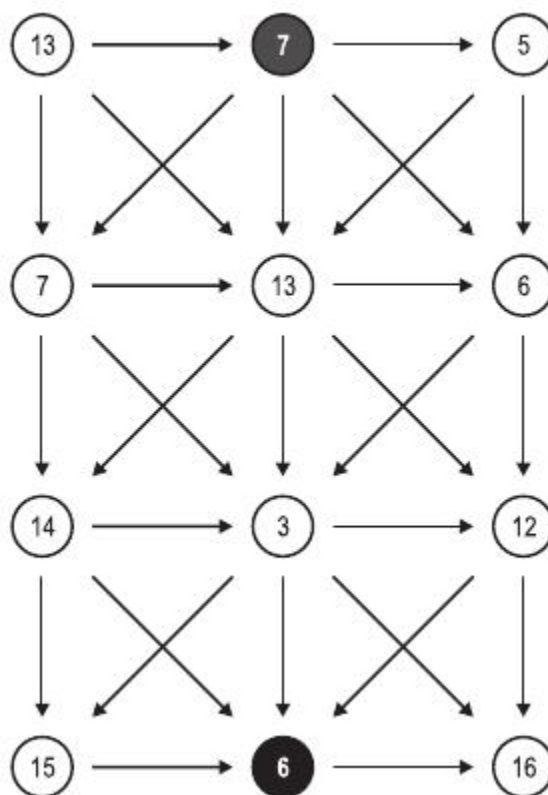


Fig. 3. Se muestra una configuración para el problema Trigrafo con $N=4$.

Entrada

El programa recibirá en la primera línea el número de filas en el grafo ($2 \leq N \leq 105$), seguido de N líneas de 3 enteros los cuales representan el costo en cada vértice.

Salida

Un único valor con el costo mínimo de ir del vértice superior medio al vértice inferior en la mitad del grafo.

4 Resultados

El problema Posición Fibonacci involucra conocimientos de programación dinámica, números muy grandes, teoría de números y toma de decisiones tiene un porcentaje de éxito de 12.41% sobre todos los programadores que lo han resuelto. Para el caso de los 18 alumnos del curso de análisis y diseño de algoritmos del periodo primavera 2020 con NRC 26185 sección 001, los puntajes obtenidos son 37.5, 62.5 y 100 donde 100 es el puntaje máximo y 0 es el puntaje mínimo que asigna la plataforma en cada código enviado. 2 alumnos obtienen 37.5 puntos, 5 alumnos 62.5 puntos y 11 alumnos obtienen los 100 puntos. La calificación promedio es de 82.63, por lo que se puede decir, que los alumnos del curso se apropian de la técnica de programación dinámica de modo muy satisfactorio. El problema tiene 8 casos de prueba que se deben solucionar adecuadamente para que la plataforma lo evalúe como correcto, debido a que el código subido a plataforma resuelve 3 de los ocho casos de prueba, dos alumnos obtienen 37.5 puntos. La Figura 4 ilustra el veredicto. Los 5 alumnos que obtienen 62.5 resuelven de modo satisfactorio 5 de 8 casos de prueba. La Figura 5 muestra el veredicto. Finalmente, los 11 alumnos que obtienen 100 puntos resuelven todos los casos del problema.

Casos			
Grupo	Caso	Veredicto	Score
1		☒	0.125 / 0.125
2		☒	0.125 / 0.125
3		☒	0.125 / 0.125
4		☒	0 / 0.125
5		☒	0 / 0.125
6		☒	0 / 0.125
7		☒	0 / 0.125
8		☒	0 / 0.125

Fig. 4. Resultado de la plataforma omegaup.com cuando un programador obtiene 37.5 puntos al resolver sólo 3 de 8 casos de prueba.

Casos			
Grupo	Caso	Veredicto	Score
1		☑	0.125 / 0.125
2		☑	0.125 / 0.125
3		☑	0.125 / 0.125
4		☑	0.125 / 0.125
5		☑	0 / 0.125
6		☑	0.125 / 0.125
7		☑	0 / 0.125
8		☑	0 / 0.125

Fig. 5. Resultado de la plataforma cuando un programador obtiene 62.25 puntos al resolver 5 de 8 casos de prueba.

Los resultados para el problema Tri Grafos que involucra conocimientos de programación dinámica, son los siguientes: de un total de 18 alumnos, los porcentajes obtenidos son 66% y 100% en donde 6 obtienen 66% y 12 alumnos obtienen 100%. La calificación promedio es de 88.66. Por lo que se puede decir, que los alumnos se apropian de la técnica de programación dinámica en modo bastante satisfactorio cuando se resuelven problemas sobre grafos. Dos alumnos del curso se ubican entre los 10 mejores programadores más eficientes a la fecha en resolver el problema. La Figura 6, muestra a Cesar Tomás Chapitall en la posición 7 y a Bardo Absalón Pérez Armas en la posición 10.

Mejores envíos aceptados

Coder	Lenguaje	Memoria	Tiempo	Fecha y hora
kyriox80	cpp11	2.93	0.08	2017-01-20 15:21:16
Liux2040	cpp17-clang	11.77	0.09	2021-12-02 18:25:01
sz_02	cpp17-gcc	6.47	0.09	2022-06-24 09:44:05
Josue17904	cpp11-gcc	7.23	0.09	2022-06-24 09:03:22
George_Rubio	cpp17-gcc	3.43	0.09	2022-06-24 22:46:05
MichaelSerrato	cpp11	3.14	0.10	2018-09-22 17:57:10
Chapitall	cpp11-gcc	5.70	0.10	2020-05-14 13:08:25
Luis_Eduardo_Garza_Medina	cpp	4.27	0.10	2018-07-02 00:52:30
Chayote	c	2.89	0.10	2017-01-20 17:32:05
BardoArmas	cpp11-gcc	5.67	0.11	2020-05-14 00:08:22

Fig. 6. Imagen que muestra los primeros 10 programadores con los códigos más eficientes para solucionar el problema de la plataforma omegaup.com para el problema Trigrafos.

5 Conclusiones

Los alumnos del curso de análisis y diseño de algoritmos del periodo primavera 2020 con NRC 26185 sección 001 aprenden a usar la técnica de programación

dinámica y resuelven problemas de la plataforma omegaup.com. Los problemas usados son: Posición Fibonacci y Tri Grafos, estos problemas respectivamente tienen porcentajes de éxito de 12.41 y 15.41 en todos los programadores que lo han resuelto, los porcentajes muestran que no son problemas fáciles de resolver y obtener los 100 puntos es un gran reto para los programadores. Los alumnos del curso de análisis y diseño de algoritmos han mostrado un excelente nivel al aplicar los conocimientos aprendidos de la técnica de programación dinámica en la solución de estos problemas obteniendo porcentajes de éxito de 82.63 y 88.66 que son muy superiores a los reportados en la plataforma omegaup.com.

Referencias

- Gutiérrez, L., Martínez, F., y Vega, E. (2016). “Herramientas para evaluación automática en algoritmos y bases de datos”, *Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico*, vol. 3, pp. 66-70.
- Laaksonen, A. (2019). *Competitive Programmer’s Handbook*. Recuperado de <http://www2.compute.dtu.dk/courses/02282/2021/nca/CPbook.pdf>
- Zhou, W., Pan, Y., Zhou, Y., & Sun, G. (2018). The framework of a new online judge system for programming education. *2018 Proceedings of ACM Turing Celebration Conference (TURC)*, pp. 9-14.
- Ortiz, J. (2017). *Trigrafos*. Recuperado de <https://omegaup.com/arena/problem/Tri-Grafos/>
- Pacheco, N., y Ponce, J. (2022). *Omegaup*. Recuperado de <https://omegaup.com>
- Robles, C. (2020). *Posición Fibonacci*. Recuperado de <https://omegaup.com/arena/problem/Posicion-Fibonacci/>
- Watanobe, Y., Rahman, M., Matsumoto, T., Rage, U., y Ravikumar, P. (2022). “Online Judge System: Requirements, Architecture, and Experiences”, *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 32, pp. 917-946.

Capítulo 2

Experiencia docente interdisciplinaria y colaborativa en la UASLP durante el confinamiento por la pandemia COVID

Raquel Espinosa Cartañeda¹, María del Rosario Auces Flores², María del Rosario Sandoval Cedillo³, Francisco Jesús Ortiz Alvarado¹ y Alfredo Barrales Martínez¹

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias de la Comunicación

² Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Psicología

³ Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Ciencias

raquel.espinosa@uaslp.mx, rosario.auces@uaslp.mx,
rosario@fciencias.uaslp.mx, francisco.ortiz@uaslp.mx,
alfredo.barrales@uaslp.mx

Resumen. Esta propuesta docente interdisciplinaria y colaborativa surgió como respuesta a la necesidad de transitar de una modalidad 100% presencial a otra 100% virtual a causa de la pandemia causada por el virus del COVID-19. En dicha propuesta se trabajaron proyectos de aprendizaje realizados con las y los estudiantes de licenciatura de las Facultades de Ciencias, Psicología y Ciencias de la Comunicación, así como del Centro Universitario de las Artes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

Palabras Clave: docencia virtual, interdisciplinariedad, colaboración, aprendizaje basado en proyectos.

1 Introducción

Esta propuesta docente contó con la colaboración y la interdisciplinariedad de estudiantes y docentes de distintas entidades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México. El punto de partida fue el desarrollo de una estrategia de aprendizaje basado en proyectos (ABP) que promovió la solución de una problemática específica y real. Dicha estrategia se realizó en dos etapas: presencial (previo a la pandemia) y virtual (potspandemia). En la primera etapa participaron estudiantes de las licenciaturas de: Artes, Matemática Educativa, Psicopedagogía y Psicología. En la segunda etapa colaboraron las Facultades de Ciencias y Psicología, invitándose además a la Facultad de Ciencias de la Comunicación. En este capítulo destacaremos la segunda

etapa ya que fue un parteaguas por la forma como se buscó superar el reto de abordar los procesos formativos desde la transición de la modalidad presencial a la virtual.

De esta forma, se busca socializar esta experiencia docente vivida como un proceso altamente significativo en tanto que se fueron planteando los propósitos de aprendizaje comunes y específicos de cada carrera, las estrategias de comunicación y colaboración para promover la interdisciplinariedad, al igual que los tiempos y recursos disponibles para lograr cerrar la estrategia de ABP.

Entre los principales logros se tuvieron: El compromiso y responsabilidad asumida por todos y cada uno de los equipos y sus integrantes al generarse espacios de discusión, análisis y búsqueda de soluciones a problemas reales. La flexibilidad en las formas de asesoría: directa “en línea”, sincrónica y/o asincrónica que atendiera a las necesidades de las y los estudiantes. La variedad surgida sobre las formas de organización y comunicación que se promovieron entre estudiantes y docentes, docentes-docentes y estudiantes-estudiantes para las acciones planeadas. El aprovechamiento y optimización de los tiempos y la visualización de las ventajas que nos ofrecían los recursos virtuales para su óptimo aprovechamiento, más allá de sus posibles limitaciones. La evaluación conjunta y la socialización de resultados y sugerencias de mejora entre pares/colegas de otras instituciones nacionales e internacionales.

Finalmente, en prospectiva, se reconoce el alcance que tiene la estrategia del ABP cuando es compartida y desarrollada de forma interinstitucional e interdisciplinar entre distintas entidades y actores universitarios, pero además, por el alcance que puede tener en el contexto extraescolar, educativo y social.

2 El modelo educativo de formación universitaria y el aprendizaje basado en proyectos

Como docentes de la UASLP, nuestra práctica profesional tiene como un referente central el Modelo Educativo de Formación Universitaria (MUFI) (2017) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Este modelo busca promover en los estudiantes universitarios el desarrollo de competencias profesionales transversales y específicas, independientemente del programa educativo que cursen, a través de sus ocho dimensiones: ético-valoral, comunicativa y de información, internacional e intercultural, sensibilidad y apreciación estética, cuidado de la salud y la integración física, responsabilidad social y ambiental, cognitiva y emprendedora, así como científico-tecnológica. De esta forma, se asume el compromiso para lograr la formación integral de los estudiantes en el ámbito profesional, ciudadano y personal, con un enfoque de sustentabilidad y responsabilidad social (UASLP, 2017).

El MUFI señala que la finalidad del programa de prácticas profesionales y servicio social es fortalecer la formación de los estudiantes con experiencias reales a través de su inserción temporal en organizaciones, tanto del sector público como del privado. Así, se promueve su posterior ingreso al mercado laboral y de servicio a la comunidad. Durante

este período se establece un compromiso específico de trabajo o un proyecto a desarrollar. Para esto, se considera que la flexibilidad e integración curricular son algunas de sus principales estrategias, es decir, “el establecimiento de mecanismos de coordinación entre programas educativos, entidades académicas e instituciones, para optimizar los recursos educativos” (UASLP, 2017, pág. 50). De esta forma, se pueden desarrollar proyectos de investigación e intervención educativa a partir de la colaboración entre distintas entidades y programas educativos. Lo anterior posibilita a su vez, la generación de procesos de enseñanza aprendizaje interdisciplinarios y de colaboración entre estudiantes, investigadores y docentes de la UASLP.

Una de las principales estrategias que se emplea en los procesos de enseñanza en la educación superior es el Aprendizaje basado en Proyectos (ABP). Esta forma didáctica se centra en el papel activo que tiene el estudiante, así como las interacciones que se dan al interior del aula para la construcción de aprendizajes significativos. De esta forma, sentido y utilidad acerca de lo aprendido será en función de los posibles escenarios reconocidos y por reconocer entre lo ya conocido y lo nuevo por conocerse. La principal tarea consiste en vincular los contenidos con las necesidades del contexto en el cual se inserta y para el cual se orienta. Este es el principal vínculo que se encuentra entre la escuela y la vida (Díaz Barriga, 2006).

Con base en estos planteamientos, el proyecto se desarrolló durante los años 2021-2022 desde un enfoque inclusivo (Meléndez, 2019, Cobeñas, 2020), etnomatemático (D’Ambrosio, 2014, Rosa, Orey y Gavarrete, 2017) y de Derechos Humanos (García, Heredia, Reznik y Rusler, 2015). Estos enfoques se tomaron en cuenta con el fin de disminuir las barreras que enfrentan los estudiantes de educación primaria en situación de vulnerabilidad para acceder a las ciencias y las artes, en particular, niñas, niños con discapacidad. Se partió del supuesto que la Unesco establece sobre la Educación Ambiental, como describe María Novo:

“La ciencia y el arte son dos formas de conocimiento complementarias. La ciencia por sí sola no alcanza a explicar toda la complejidad del mundo vivo. El arte tampoco. Pero juntos, dialogando, pueden avanzar hacia un tipo de conocimiento integrado y transdisciplinario que alcance mayores niveles de complejidad” (Tendencias 21TV, 2019).

Las ciencias y las artes son poderosos medios para abordar problemáticas emergentes en la actualidad como: prevención y erradicación de la violencia, interculturalidad, ecología y sustentabilidad. Por la relevancia que implica estos conocimientos en el contexto educativo, sería idóneo considerar una educación accesible para todos, en condiciones de equidad e igualdad; con posibilidades de llegar a aquellas estudiantes en situación de vulnerabilidad.

3 Estrategias de colaboración e interdisciplinariedad

Durante esta etapa presencial, los estudiantes universitarios se dividieron en tres equipos con integrantes de cada una de las áreas: artes, ciencias y psicología; los cuales asistieron a tres centros educativos dos veces a la semana, dos horas cada una, así como en las Reuniones de Consejo Técnico que se realizan los últimos viernes de cada mes para dar cuenta de sus avances. Como parte de su programa de prácticas profesionales/servicio social, recibieron asesoría y evaluación en cada institución bajo la responsabilidad de su respectivo asesor. Además, se desarrolló un Seminario-taller durante sesiones sabatinas para las reuniones interdisciplinarias en la que podían los tres equipos intercambiar sus conocimientos y experiencias de forma grupal. La sede fue el Instituto de Ciencias Educativas de la UASLP.

Resultados de la etapa presencial

Con base en las necesidades y barreras identificadas, para el diseño se consideraron los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (Diez y Sánchez, 2015) así como tres modalidades de accesibilidad: total, parcial y única, como se muestra en la Tabla I.

De accesibilidad total	De accesibilidad parcial	De accesibilidad única
Estudiantes que requieren variadas formas de acceso arquitectónico, a la información y a la comunicación, al procedimiento, a la metodología y a los instrumentos. Tiempo: 15-20 min	Estudiantes que requieren variadas formas de acceso a la metodología y a los instrumentos 25-30 min	Estudiantes que requieren variadas formas a la metodología 40-50 min

Tabla I. Modalidades de accesibilidad para los talleres de ciencias artes para todos

Durante los meses de enero a marzo de 2020 se diseñaron nueve talleres. Para atender la accesibilidad a la información y la comunicación se consideró el empleo de: a). mediadores visuales: secuenciadores de tareas, tableros para elegir, tableros de comunicación, reglamentos con imágenes o fotografías, historias sociales, estanterías de anticipación y b). Mediadores verbales: instrucciones directas, indicaciones verbales, indicaciones táctiles kinestésicas, apoyo o guía física, movimiento coactivo, imitación y copia de modelos. Los recursos son multisensoriales y a través de distintos canales de comunicación y lenguaje (Duque y Reyes, s/f, pp 63-75). Finalmente, se diseñaron siete talleres para conformar la caravana de las ciencias y las artes.

Una vez diseñadas las actividades descritas, nos enfrentamos en el mes de marzo de 2020 a la pandemia y a la interrupción de la puesta en marcha de nuestra propuesta en las escuelas de manera presencial. El encierro, la incertidumbre y el aislamiento fueron el principal e inmediato reto a vencer. Fue así como en el VC 2021 se sumaron a este trabajo de colaboración y aprendizaje activo estudiantes de Ciencias de la Comunicación y la asesora de la materia de Diseño y Técnica Audiovisual.

4 Pandemia y virtualidad, el reto en la docencia universitaria.

Durante el semestre agosto-diciembre de 2021 participaron en esta experiencia formativa 54 estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, de los cuales 42 pertenecen a la Facultad de Ciencias de la Comunicación (alumnos de la asignatura Diseño y Técnica Audiovisual), 7 a la Facultad de Psicología (alumnos de prácticas profesionales y servicio social) y 5 a la Facultad de Ciencias (alumnos de la asignatura Taller de Integración de Conocimientos). De toda la muestra un 55.55% son hombres mientras que un 44.44% son mujeres. La edad media de la población es de 20.5 años.

En el mes de agosto del curso académico 2021-2022, estudiantes que diseñaron los talleres en la modalidad presencial, compartieron los conocimientos de cada taller a los nuevos estudiantes que diseñarían los recursos educativos digitales transmedia (REDT), para comenzar a trabajar en la experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos. Se seleccionaron cinco de los siete talleres previamente diseñados: “Origami matemático”, “Dibujabot”, “Juguemos a las ciencias”, “Figuras escondidas” y “Escenificación de cuentos” por ser los más completos. Se agregaron otros cuatro: “Rompecabezas matemático”, “Método de los frijoles mágicos”, “Teorema de Pitágoras” y Cubos Matemáticos. El reto fue transformar estos talleres diseñados para una modalidad presencial a recursos que pudieran trabajarse desde una modalidad virtual pensando en considerar a niños, niñas y jóvenes en condición de discapacidad visual. Lo anterior significó replantear desde la fase de diseño hasta el desarrollo y exposición del mismo, sin perder de vista el propósito del mismo.

La elaboración del proyecto se divide en varias fases:

Fase 1: Elección: Los educandos universitarios eligen el tema de su proyecto de entre los diferentes temas (ya trabajados con anterioridad en forma de taller originarios del proyecto “Ciencia para todos”) que las docentes propusieron, los cuales se adecuarían para transformarlos en recursos educativos digitales transmedia (REDT). Es decir que, a partir del tema teórico, los alumnos crearon un proyecto educativo real con contenido audiovisual para enriquecer el aprendizaje de niños con discapacidad visual. En esta fase, se reflexiona sobre las necesidades e intereses de aprendizaje del propio equipo de trabajo, así como del grupo meta al que será dirigido el REDT resultante.

Fase 2: Capacitación: Es una fase interdisciplinaria en la que, a través de talleres temáticos, se transmite información entre pares. En esta fase, los estudiantes de las licenciaturas de Psicología y de Ciencias, transmiten sus conocimientos tanto

psicopedagógicos como matemáticos en forma de taller, para familiarizar a los estudiantes de Ciencias de la Comunicación en los temas elegidos en la fase 1, con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para entenderlos y adecuarlos en diseños REDT.

La impartición de los talleres temáticos fue en la modalidad híbrida con un 70% de estudiantes en línea y un 30% de estudiantes presenciales aproximadamente. En la Figura 1 se observa el salón de clases en dónde se les está dando la bienvenida de manera híbrida a los estudiantes que posteriormente se dividieron en equipos de trabajo unos en línea y otros de manera presencial en diferentes áreas de la facultad de ciencias de la comunicación



Figura 1. Introducción a talleres temáticos en modalidad híbrida.

En la Figura 2, se observa a un equipo realizando la actividad de búsqueda de figuras arqueológicas dentro del taller temático denominado “Figuras escondidas”.



Figura 2. Realización de taller temático “Figuras escondidas”.

En la Figura 3 se observa a un equipo realizando el ejercicio del armado de los cubos matemáticos (cubo soma).



Figura 3. Armado de cubos matemáticos (cubo soma).

En la Figura 4 se observan cuatro ventanas que corresponden a la impartición en línea de los cuatro talleres temáticos denominados “Rompecabezas matemático”, “Método de los frijoles mágicos”, “Teorema de Pitágoras” y “Juguemos a la ciencia”. Los cuatro talleres señalados fueron impartidos por estudiantes de la UASLP de diferentes disciplinas.



Figura 4. Talleres temáticos impartidos en línea.

Fase 3: Planificación: En la fase de organización en la que cada equipo define tareas con base en el análisis y definición de metas, objetivos, recursos, dificultades, estrategias y acciones que cada proyecto requiere. Cabe mencionar que todas las actividades a partir de la fase 3 se realizaron en línea de manera síncrona.

Fase 4: Desarrollo: En la fase de elaboración del proyecto propiamente dicha. Por lo que a través de la herramienta TEAMS los estudiantes se reunían en una sesión grupal con la docente de la materia de Diseño y Técnica Audiovisual de la facultad de ciencias de la comunicación para tratar cuestiones generales por un lapso de 20 minutos, después se dividían en equipos, cada equipo en su aula virtual por un lapso de 80 minutos. La docente visitaba cada aula virtual para observar y apoyar el proceso de diseño-producción de los proyectos. Los últimos 20 minutos de la clase todos los alumnos se volvían a reunir en la sesión general y se resolvían dudas y comentarios generales.

La metodología de aprendizaje colaborativo fue la siguiente, el docente dejaba una lectura previa a clase con información básica en los temas a desarrollar, en clase, así mismo los alumnos realizaban búsqueda sobre el tema en bases de datos de revistas especializadas para profundizar el aprendizaje conceptual. En clase síncrona, los alumnos comentaban sus observaciones tanto de la lectura realizada, como del contenido científico encontrado respecto al tema. Posteriormente los alumnos escribían la justificación teórica del proyecto en base a la literatura revisada. Consecutivamente, tomando en cuenta el plan de trabajo elaborado en la fase 3, se diseñaron los contenidos audiovisuales con las características pertinentes de cada medió en el que se alojarían.

Una de las actividades realizadas para fomentar el trabajo colaborativo y el proceso creativo de cada proyecto, fue la denominada “entrevista entre personajes”, en la cual los estudiantes tomaban el papel del personaje que cada uno de ellos desarrolló, y entablaban

una conversación con el fin de conocer las características psicosociales de todos los personajes involucrados en el proyecto. En la Figura 5 se aprecia la ventana emergente en la que uno de los equipos realiza el ejercicio. Así mismo en la parte izquierda de la Figura 5, se aprecian los canales generados por el resto de los equipos conformados por los estudiantes que se encontraba activos y trabajando al mismo tiempo.



Figura 5. Ejercicio “entrevista entre personajes”

Fase 5. Evaluación: La evaluación del proyecto se realizó de dos formas, la primera de manera individual, en la que cada alumno se autoevaluó en relación a las diferentes competencias trabajadas (mediante un cuestionario) y la segunda evaluación se realizó en formato de simposio (el Simposio Internacional de Investigación en Comunicación, Educación y Tecnologías 2021, SIICET2021), ante un jurado internacional conformado por estudiantes universitarios de diferentes partes del mundo quienes se les denominó coaches internacionales. Los coaches internacionales participantes, provenían de Estados Unidos de Norte América, Colombia, Francia, Alemania, Reino Unido, Polonia, Rusia y Suecia. Los coaches pudieron consultar los proyectos con anterioridad al simposio en la plataforma de Microsoft TEAMS, tanto los documentos escritos, así como los contenidos audiovisuales. Los alumnos desarrolladores de los REDT, tuvieron la oportunidad de presentar sus proyectos en un lapso de 20 minutos y de recibir comentarios por parte de los coaches así como del público en general. Además el docente tomó en cuenta el completo desarrollo de la carpeta de producción, así como el uso de las técnicas narrativas, dramáticas y argumentativas de los productos audiovisuales.

Fase 6. Difusión: El alumnado subió y compartió los proyectos producidos en un blog de Genially generado exclusivamente para alojar los REDT con links al canal de YouTube y al de SoundCloud del Museo Interactivo Incluyente de Producción Audiovisual Transmedia (MIIPAT).

5 Resultados de aprendizaje

En cuanto a la satisfacción del alumnado con la implementación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP), los resultados reflejan que la satisfacción del alumnado y su interés aumentan, así mismo el desarrollar los proyectos no les resultan difíciles sino retadores. Los alumnos valoraron positivamente el relacionar los contenidos teóricos con su futuro profesional, aplicándolos a la realidad. Describen como satisfactorio el trabajo en grupo, su labor de investigación, así como la presentación de sus proyectos ante un público internacional y en el idioma inglés. Además, piensan que es un método con el cual recordarán lo aprendido durante más tiempo que utilizando una metodología tradicional. En ese sentido la metodología del ABP, es una herramienta que activa conocimientos previos, mejorando la metacognición y las habilidades de resolución de problemas en el alumnado. De manera específica, los aspectos que se promovieron durante el proceso de enseñanza y aprendizaje fueron: Pensamiento crítico y complejo; Resolución de problemáticas reales; Desarrollo profesional interdisciplinario y colaborativo; Diseño de REDT; Participación en eventos de alcance internacional para la evaluación y realimentación de los productos finales; Trabajo docente en línea interdisciplinario sincrónico y asincrónico, en la que se puede asistir y participar en asignaturas de otras licenciaturas y entidades; Aprendizaje colaborativo entre pares, es decir, entre estudiantes de distintas carreras y entidades.

Las principales limitaciones que se tuvieron durante el proceso formativo descrito fueron los tiempos y las actividades de cada institución que no siempre fueron compatibles de forma sincrónica. De esta forma, implicó una serie de reuniones entre docentes de las distintas entidades académicas y en horario extra-clase, así como de asesoría asíncrona, sujeta a las condiciones y posibilidades de las y los estudiantes.

6 Conclusiones

La incorporación del uso de TICs para atender la diversidad desde una modalidad virtual, es un recurso valioso en situación de crisis y pandemia mundial, ya que se contribuyó a la formación de estudiantes y docentes universitarios con el proyecto interdisciplinario basado en un aprendizaje situado, es decir, derivado de una problemática actual y una demanda real. Así mismo impulsó el desarrollo de competencias profesionales como: trabajo en equipo y de colaboración, con el fin de ofrecer alternativas de solución innovadora y pertinente. Pero más importante, se orientó la matemática educativa en el programa educativo, la cual permitió contribuir en un dialogo matemático contextualizado, que involucraba actividades como: contar, orientar, medir, diseñar, jugar y explicar. En el área de las ciencias y las artes, se plantearon principios orientadores para el diseño de situaciones didácticas innovadoras. Los productos innovadores que se produjeron orientados a poblaciones en situación de vulnerabilidad con accesibilidad para todos, se alojaron a través de plataformas digitales. Esto resultó en un impacto educativo a

nivel nacional e internacional a través de un simposio generado para la exposición de los REDT desarrollados. Lo anterior aportó que expertos en el área de la educación inclusiva evaluaran positivamente los REDT.

Se espera contribuir a una educación inclusiva a través de los recursos educativos digitales transmedia (REDT), creados y alojados el Museo online MIIPAT. Así mismo, promover el acceso a la información y la comunicación para todos, en específico, para las/los niñas/niños con discapacidad visual. También, se espera que el uso de los REDT, favorezca los procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos de los principales contenidos de educación primaria que se establecen en los programas y planes de estudio marcados por la Secretaría de Educación Pública de México.

Referencias

- Cobeñas, P. (2020). "Educational exclusion of people with disability: A pedagogical problem". REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educacion, 18(1), 65–81. <https://doi.org/10.15366/REICE2020.18.1.004>
- D'ambrosio, U. (2014). Etnomatemáticas: entre las tradiciones y la modernidad. Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro.net/es/lc/uaslp/titulos/62862>
- Díez V. E. y Sánchez F. S. (2015). "Diseño universal para el aprendizaje como metodología para atender a la diversidad en la universidad". Aula Abierta. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo. Elsevier, España, SLU. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).
- Duque Hernández, L. C. y Reyes Olivares, D. (s/f). "Guía Curricular C.A.M. Una propuesta basada en el principio de inclusión y equidad". Dirección de coordinación pedagógica de la Secretaría de Educación Pública y la Dirección de Comunicación Social del Instituto de Educación de Aguascalientes, México. Disponible en: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/12Guia_curricular.pdf
- García, C., Heredia, M., Reznik, L. y Rusler, V. (2015). La accesibilidad como derecho. Desafíos en torno a nuevas formas de habitar la universidad. Programa Discapacidad. Espacios. Políticas públicas e Inclusión educativa. 41-55. Disponible en: http://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/11360/uba_ffyl_a_2015_RECPE_La%20accesibilidad%20como%20derecho.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meléndez Rojas, R. E. (2019). "Las políticas públicas en materia de discapacidad en América Latina y su garantía de acceso a una educación inclusiva de calidad". Actualidades Investigativas En Educación, 19(2), 1–25. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i2.36916>
- REDT (2021). <https://view.genial.ly/profile/miipat>
- Rosa, M., Orey, D. y Gavarrete, E. (2017). "El Programa Etnomatemáticas: Perspectivas Actuales y Futuras The Ethnomathematics Program : Current and Future Perspectives". Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 10, 69–87.
- Tendencias 21TV. (2019). Entrevista: María Novo: la ciencia necesita al arte para comprender la vida. Recuperado el 4 de agosto de 2019. https://www.tendencias21.net/Maria-Novo-la-ciencia-necesita-al-arte-para-comprender-la-vida_a42746.html

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (2017). “Modelo Universitario de formación integral y estrategias para su realización”. Recuperado el 06 de agosto de 2019. Disponible en: www.uaslp.mx/SecretariaAcademica/Documents/ME/UASLPModeloEducativo2017VF.PDF

Capítulo 3

Diferencias entre Estilos de Aprendizaje de alumnos de dos cursos de Estadística impartidos bajo e-learning durante COVID-19

José Luis García Cué¹, Armando Lozano Rodríguez²

¹Colegio de Postgraduados
Programa de Socioeconomía Estadística e Informática – Estadística

²Instituto Tecnológico de Sonora
Departamento de Educación

jlgcue@colpos.mx, armando.lozano@itson.edu.mx

Resumen. El trabajo tuvo por objetivo identificar las diferencias entre los Estilos de Aprendizaje de alumnos asistentes a dos cursos de Estadística impartidos bajo la modalidad virtual durante la pandemia COVID-19. Para comenzar se explicó brevemente la aparición del curso, su estructura y modalidad de trabajo. Después, se explicaron las adecuaciones que se hicieron al curso debido a la pandemia. Más adelante, se explicó sobre Estilos de Aprendizaje, el instrumento Quirón Test, el significado de sus dimensiones y escalas. La metodología aplicada fue a través de una investigación de tipo cuantitativa, descriptiva y correlacional. Se utilizó una población censal de los alumnos asistentes a los dos cursos impartidos de Herramientas Informáticas para la Investigación. Se recolectaron los datos utilizando el cuestionario Quirón test en línea en los periodos de primavera y verano del 2022. Los datos se analizaron a través de estadísticos descriptivos univariados, pruebas de normalidad y análisis de correlación. En los resultados se detectaron diferencias en las preferencias en cuanto a Estilos de Aprendizaje de los alumnos de los dos cursos. Además, se propusieron estrategias didácticas para el trabajo con cada grupo. También, se presentaron los análisis de correlación que identificaron la relación entre las variables socio académicas y las dimensiones. Se concluyó que los dos grupos presentaron distintas preferencias en cuanto a Estilos de Aprendizaje y que estos últimos pueden tener combinaciones en cualquier de sus polos.

Palabras Clave: estilos de aprendizaje, estadística, e-learning, covid-19

1 Introducción

El Curso Herramientas Informáticas para la Investigación, impartido en el Postgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática – Estadística del Colegio de Postgraduados fue diseñado en el año 2008, es un curso que tiene por objetivo analizar distintas herramientas

informáticas, en las distintas fases de un proceso de investigación. En su contenido se tiene contemplada la relación entre el método Científico y el Método Estadístico, el uso de herramientas como robots de búsqueda, Google Workspace (Gmail, Drive, procesador de texto, hoja de cálculo, presentaciones y forms) y el uso de paquetes estadísticos como el R y el SAS. El curso originalmente fue propuesto bajo la modalidad semi presencial (en inglés *blended learning* o *b-learning*) teniendo clases presenciales en un aula de computación, así como prácticas, materiales, actividades y manejo de calificaciones en un Sistema Gestor de Aprendizaje (en inglés *Learning Management System*) o plataforma educativa como Moodle. La parte estadística del curso incluye los temas de análisis de datos descriptivos univariados, función de probabilidad, distribuciones de probabilidad, análisis bivariado de correlación, análisis de regresión, análisis de la varianza, diseños experimentales e introducción a la estadística no paramétrica. El curso originalmente se propuso para impartirse en el cuatrimestre de primavera de cada año (enero-abril).

En la actualidad, hay muchos acontecimientos que inquietan a todo el mundo en especial la pandemia del virus SARS-CoV-2 (COVID-19). Los primeros casos en México aparecieron en febrero de 2020 y hoy en día se tienen distintas variantes altamente contagiosas. Para combatir los efectos de la enfermedad, las autoridades mexicanas decretaron acciones para la atención de la emergencia sanitaria, dirigidas a todos los sectores (DOFM, 2021). García-Cue et al (2020) explicaron que el COVID-19 ha afectado a las actividades sociales, culturales, comerciales, educativas, de investigación, entre otras. También, agregaron que, en la educación la pandemia tomó por sorpresa a muchos profesores y alumnos de todos los niveles educativos y un gran número de ellos no estaban acostumbrados al uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus cursos o algunos de ellos tenían escasa capacitación para impartir o tomar cursos de manera virtual o a distancia. Sánchez et al (2020) expusieron que las casas, tanto de docentes como de discentes, se tuvieron que acondicionar para ofrecer o recibir clases con muebles, conexiones a Internet y distintas TIC como computadoras, laptops, celulares inteligentes, etc.

El curso de Herramientas Informáticas para la investigación sufrió de cambios debido a la pandemia para impartirse bajo la modalidad virtual (en inglés *e-learning*) y además ofrecerse un mayor número de veces, es decir, los tres cuatrimestres del año a los alumnos de toda la institución de los niveles de Maestría y Doctorado en Ciencias. Por lo anterior se tuvieron que proponer distintas estrategias que coadyuvaran a impartir el curso de una mejor forma y adecuado a las necesidades de los alumnos asistentes al curso y a través de *e-learning*.

Por tal motivo, se propuso el uso de Skype o Zoom para las videoconferencias, la plataforma educativa Moodle como repositorio y administrador del curso, WhatsApp para comunicación sincrónica o asincrónica entre alumnos y alumnos-profesor. Además, el uso de paquetes R, RStudio, SAS y una cuenta de Google Workspace para acceder a distintas herramientas.

Asimismo, se sugirió la identificación de los Estilos de Aprendizaje (EA) de los alumnos que toman clases apoyados de tecnología como el Quirón Test (Lozano-Rodríguez et al,

2016) para atender de manera más personalizada al grupo y aprovechando las sugerencias didácticas propuestas por sus autores.

Para comprender más sobre Estilos de Aprendizaje, Lozano-Rodríguez et al (2016), basados en diferentes autores, lo definieron como las diferentes peculiaridades que tienen los individuos para asimilar o aprender conocimientos. García-Cué et al (2012) agregaron que el proceso de enseñanza-aprendizaje desde los Estilos de Aprendizaje presentan dos ventajas principales, la de apoyo en el diseño de estrategias de aprendizaje adaptadas a cada alumno, y la de coadyuvar a la autonomía y la actividad creativa como condición para el aprendizaje. También sugirieron que, después de detectar las preferencias de Estilos de Aprendizaje de un grupo, se debe trabajar en cada clase con actividades que cubran cada uno de ellos o que incluyan distintos EA.

La mayoría de los instrumentos de Estilos de Aprendizaje diseñados desde 1960 fueron elaborados para cursos presenciales. Fue hasta el 2008 que aparecieron algunas propuestas para el aprendizaje apoyado de TIC. Uno de ellos fue el diseñado por Lozano et al (2016) llamado Quirón Test. El nombre de Quirón se debe a un centauro de la mitología griega que fue tutor de grandes héroes. La idea del nombre fue para que el instrumento dé a conocer a los estudiantes sus preferencias a la hora de cursar asignaturas en línea, en modalidades *b-learning* o *e-learning*. El Quirón Test se diseñó para identificar cuatro dimensiones y dos escalas. También, contiene un baremo, el significado de cada estilo y sus recomendaciones didácticas. La tabla 1 muestra las dimensiones, escalas y el significado de cada uno de ellos. Los resultados del uso del Quirón Test se han publicado en revistas científicas, tesis y memorias de congresos y han sido parte de distintas investigaciones en alumnos de niveles de grado y postgrado de áreas de agricultura, sociología, psicología, educación, ingenierías, etc.

Por otro lado, García-Cué et al (2021) diseñaron un software que trabaja en un sistema híbrido Web-App con el tema de Estilos de Aprendizaje y el Quirón Test automatizando el procedimiento de cálculo de dimensiones, escala, significado y recomendaciones didácticas. Dicho software se utiliza en los cursos para conocer las preferencias de Estilos de Aprendizaje de los Alumnos, en lugar de aplicarse en papel.

Se usan las teorías de Estilos de Aprendizaje por la necesidad de plantear Estrategias de Aprendizaje adecuadas a cada alumno. También coadyuva con el docente a la creación de planes de trabajo adecuados para cada clase.

Se ha trabajado con los alumnos que asisten al curso de Herramientas Informáticas de la Investigación apoyados con los resultados del Quirón Test, pero no se tiene un registro de si el trabajo es similar o diferente entre los alumnos asistentes en distintos periodos académicos y que además toman cursos durante pandemia en la modalidad virtual.

Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué diferencias se detectaron en las preferencias de Estilos de Aprendizaje en alumnos de postgrado que asisten a un curso de Estadística impartido en la modalidad e-learning durante la pandemia COVID19 en dos diferentes periodos académicos?

Tabla 1. Dimensiones, escalas y significado de Cada Estilo del Quirón Test

Dimensiones	Escalas	
Preferencia en la percepción	Analítico El discente construye su conocimiento tomando en cuenta cada uno de los detalles. Les gusta llevar su conocimiento de manera secuencial y con una estructura lógica.	Global Los discentes aprenden apoyados de su sensibilidad, intuición, tacto y grandes capacidades de socialización.
Nivel de autonomía	Dependiente Los alumnos y las alumnas necesitan de un guía o de orientador para realizar sus actividades. Prefieren dialogar con otras personas para encontrar distintas rutas para el conocimiento.	Independiente Los alumnos y las alumnas toman decisiones por sí mismos y no requieren de orientadores. Prefieren construir su pensamiento de lo que observan y reflexionan más que de lo que escuchan o se les dice.
Orientación	Teórico Los estudiantes se mueven en un nivel abstracto investigando a fondo las diferentes teorías. También, suelen utilizar un nivel de vocabulario elevado y presentan problemas para “aterrizar” sus ideas.	Práctico Los estudiantes prefieren aplicar de manera inmediata lo que aprenden. Son pragmáticos y les encanta cristalizar o llevar a cabo los planteamientos teóricos.
Preferencias sensoriales	Visual Los discentes disfrutan aprender a través de representaciones gráficas como diagramas, cuadros sinópticos, fotografías y organizadores gráficos. También disfrutan de las películas, documentales y herramientas en donde el aprendizaje sea mediante la observación.	Verbal Los discentes disfrutan del uso de la palabra mediante discursos, pláticas o conferencias. Le gusta participar en foros de discusión y expresar sus ideas con otros.

Fuente: Modificado del original de Lozano-Rodríguez et al (2016)



Figura 1. Pantallas del Quirón Test en un sistema híbrido

Para contestar la cuestión, se planteó la siguiente investigación que tuvo como objetivo identificar las diferencias entre Estilos de Aprendizaje de alumnos asistentes a dos cursos de Estadística impartidos bajo la modalidad virtual durante la pandemia COVID-19. La hipótesis planteada fue que los alumnos que asistieron a dos cursos de Estadística en modalidad e-learning durante la pandemia COVID-19 tienen preferencias similares en cuanto a los Estilos de Aprendizaje.

2 Materiales y Métodos

La investigación fue de tipo cuantitativa, descriptiva y correlacional. La población fue censal ya que se tomaron en cuenta a todos los alumnos asistentes a los cursos de los cuatrimestres de primavera y verano de 2022.

El instrumento de recolección de datos fue el Quirón test que se diseñó para identificar cuatro dimensiones y dos escalas de Estilos de Aprendizaje que son medidas a través de 56 reactivos de tipo Likert que va de un cero (totalmente en desacuerdo) hasta un cinco (totalmente de acuerdo). Se tomaron en cuenta el baremo, significado y recomendaciones didácticas. También se incluyeron preguntas socio económicas y para recopilar información referente a los cursos virtuales y enfermos de COVID-19 en la familia.

La recolección de datos se hizo a los dos grupos: uno del cuatrimestre de primavera de 2022 y otro del cuatrimestre de verano de 2022 que asistieron al curso de Herramientas Informáticas para la Investigación. Los datos se recopilaron vía internet en la cuarta clase de cada curso utilizando el software Quirón Test dentro del sistema híbrido Web-App. Los datos se recopilaron en una base de datos accesible vía web. Después, los datos se pasaron a una hoja de cálculo. Más adelante la información se preparó para ser utilizada en paquetes estadísticos.

Los datos se analizaron a través de estadísticos descriptivos univariados, pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk ($\alpha=0.05$), y análisis de correlación. Se utilizaron los programas IBM SPSS V24 para Windows y R V 4.2.0 como apoyo para los cálculos estadísticos.

3 Resultados

Los alumnos asistentes al periodo de primavera de 2022 fueron 14. El 57.1% son de género femenino y el 42.9% son del masculino. El promedio de edad es de 33.36 años, la edad oscila entre los 33.36 ± 7.21 años. El 57.1% tienen estado civil soltero, el 14.3% casado, el 21.4% unión libre y el 7.1% otro. Los grados que estudian los discentes son 64.3% Doctorado y 35.7% Maestría y pertenecen a siete diferentes postgrados del Campus Montecillo. El 100% de ellos estudió su grado de Licenciatura en escuelas públicas. El 100% de los alumnos tomó cursos a distancia. El 42.9% utilizó la plataforma Moodle. Al

7.1% no le gustan los cursos en la modalidad e-learning. El 50% de los alumnos tiene un familiar o se han enfermado de COVID-19.

Los alumnos asistentes al periodo de verano de 2022 fueron 26. El 61.5% son de género femenino y el 38.5% son del masculino. El promedio de edad es de 32.27 años, la edad oscila entre los 32.27 ± 5.33 años. El 46.2% tienen estado civil soltero, el 30.8% casado, el 19.2% unión libre y el 3.8% otro. Los grados que estudian los discentes son 53.8% Doctorado y 46.2% Maestría y pertenecen a 11 diferentes postgrados del Campus Montecillo. El 96.2% de ellos estudió su grado de Licenciatura en escuelas públicas y el 3.8% en privadas. El 100% de los alumnos toma cursos a distancia. El 42.3% utilizó la plataforma Moodle. Al 3.8% no le gustan los cursos en la modalidad e-learning. El 84.6% de los alumnos han tenido un familiar o se han enfermado de COVID-19.

Sobre los Estilos de Aprendizaje, la tabla 2 muestra los promedios de cada una de las dimensiones y sus correspondientes escalas. Los discentes que asistieron al curso en el periodo de primavera tienen como preferencia a la percepción analítica, nivel de autonomía dependiente, orientación práctica y preferencia sensorial verbal. Los alumnos que tomaron el curso en el periodo de verano tienen como preferencia a la percepción analítica, nivel de autonomía independiente, orientación práctica y preferencia sensorial visual. La figura 2 muestra el contraste entre los dos períodos.

Tabla 2. Promedios de cada una de las dimensiones y sus correspondientes escalas

	Preferencia en la Percepción		Nivel de autonomía		Orientación		Preferencia Sensorial	
	Ana	Glo	Dep	Ind	Teo	Pra	Vis	Ver
Pri	34.85	33.62	33.85	33.15	34.46	37.31	33.77	34.31
Ver	35.04	34.23	32.19	32.35	32.77	35.54	34.08	30.73

Nota: en oscuro está representada el promedio predominante de cada dimensión

Donde Pri: Primavera, Ver: Verano, Ana: Analítico, Glo: Global, Dep: Dependiente, Ind: Independiente, Teo: Teórico, Pra: Práctico, Vis: Visual, Ver: Verbal

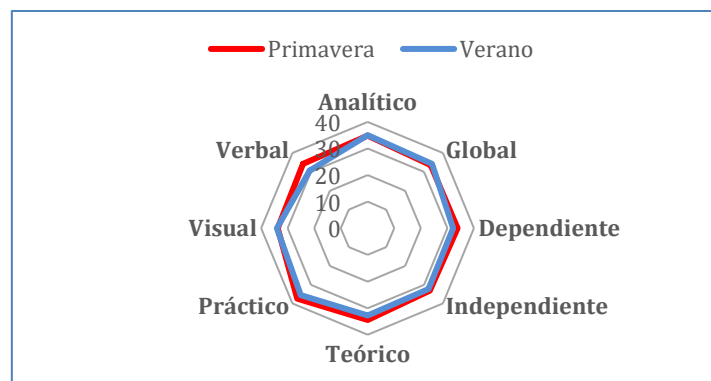


Figura 2. Comparación entre los valores promedio obtenidos

En los datos descriptivos y en los resultados de Estilos de Aprendizaje se puede observar que los estudiantes asistentes a los cursos tienen características diferentes por lo que se tuvo que trabajar de distinta manera. Se consideraron las recomendaciones didácticas del Quirón test. Después de un análisis de las implicaciones que conllevaban dichas recomendaciones, se decidió modificarlas para trabajar de una manera más ajustada en los cuatrimestres con las herramientas que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Uso de herramientas de acuerdo con cada Dimensión y Escala Predominante

Primavera	Verano
<p>Preferencia a la percepción: Analítico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros de discusión en Moodle • Chat de Skype o WhatsApp • Argumentación en el curso en la sesión de videoconferencia. • Actividad de Reflexión 	<p>Preferencia a la percepción: Analítico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros de discusión en Moodle • Chat de Skype o WhatsApp • Argumentación en el curso en la sesión de videoconferencia. • Actividad de Reflexión
<p>Nivel de autonomía: Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redacción usando el Procesador de Textos • Asesoría personalizada usando videoconferencia privada por Skype o WhatsApp. • Trabajo en equipos usando Google Workspace 	<p>Nivel de autonomía: Independiente</p> <p>Trabajo colaborativo usando Google Workspace en procesador de textos y hojas de cálculo. Monitoreo constante del trabajo a través de Moodle. Aprendizaje orientado a proyectos basado en el Método Científico</p>
<p>Orientación: Práctico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la teoría y su posible aplicación práctica. • Uso de software estadístico con problemas reales. 	<p>Orientación: Práctico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la teoría y su posible aplicación práctica. • Uso de software estadístico con problemas reales.
<p>Preferencia sensorial: Verbal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escribir documentos en procesador de textos de un tema. • Escuchar podcast • Escuchar conferencias grabadas en YouTube. • Lecturas de un tema específico. • Escritura de artículos. 	<p>Preferencia sensorial: Visual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de gráficos usando paquetes estadísticos. • Videos de YouTube • Búsquedas en Internet

También, se trabajó con otras estrategias didácticas como cambio de roles y con métodos de proyectos que fomentan todos los estilos de aprendizaje. García-Cué et al (2012) basándose en distintos autores consideraron que se debe trabajar las clases con diferentes estrategias para atender de mejor manera a los estudiantes.

Asimismo, por la pandemia de COVID-19, se incorporaron otros temas pedagógicos basados en las teorías de Inteligencia Emocional en cada uno de los cursos. Goleman (1995) definió Inteligencia Emocional como la capacidad de identificar sentimientos propios y de otras personas. Para saber que hacer, se les preguntó constantemente a los alumnos que cómo se sentían en cada clase. De acuerdo con sus respuestas se identificaron niveles de preocupación, angustia, aislamiento, desmotivación, fatiga, entre otras. Cabe mencionar que distintos alumnos prefirieron expresar sus preocupaciones en privado vía WhatsApp o por teléfono celular. La mayor preocupación de la mayoría de ellos fue la posible infección de sus familiares y de ellos mismos. Como docente, se trabajó en empatía, motivación y en estar al pendiente de ellos a través de procesos de acompañamiento virtual (Santos-Baranda & Armas-Velasco. 2020). Muchos de ellos expresaron que el apoyo de un profesor es importante en momentos difíciles.

Pruebas de normalidad

A todas las variables se les aplicó prueba de normalidad de Shaphiro-Wilk ($\alpha=0.05$). Algunos resultados de variables se destacan a continuación: edad (W=0.146 Pvalue=0.032), analítico (W=0.123 Pvalue=0.130), dependiente (W=0.151 Pvalue=0.022), visual (W=0.235 Pvalue=0.000). Por lo anterior, se interpreta que la mayor parte de las variables no se comportan de acuerdo con una distribución normal por lo que se decidió hacer pruebas no paramétricas para analizar datos.

Análisis de correlación

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad, se decidió utilizar el análisis de correlación no paramétrico de Spearman ($\alpha=0.05$) entre las variables socio académicas y las escalas de Estilos de Aprendizaje. La tabla 4 muestra aquellas que resultaron significativas o altamente significativas.

Tabla 4. Análisis de Correlación de Spearman

Variables	Rho	Pvalue	Significancia
Periodo-Familia con Covid	0.370	0.019	*
Grado - Edad	0.348	0.028	*
Edad – Estado Civil	0.492	0.001	**
Género – Familia con Covid	-0.526	0.000	**
Edad - Independiente	-0.335	0.035	*
Analítico - Global	0.432	0.005	**
Dependiente - Teórico	0.452	0.003	**
Dependiente - Práctico	0.429	0.006	**
Dependiente - Verbal	0.377	0.016	*
Teórico - Práctico	0.358	0.023	*
Teórico - Verbal	0.361	0.022	*
Práctico – Visual	0.409	0.009	**
Práctico - Verbal	0.691	0.000	**
Visual – Verbal	0.473	0.002	**

Donde ** altamente significativo ($P \leq 0.001$), * significativo ($P \leq 0.05$ y $P \geq 0.01$)

Al analizar la información obtenida en la tabla 4 se destaca que:

- Los discentes de mayor edad estudian Doctorado en Ciencias y además tienen estado civil distinto al soltero. También, aquellos que estudian en el periodo de verano de 2022 han expresado tener mayor número de familiares con COVID-19. Las alumnas son las que mayormente lo expresaron sobre sus familiares contagiados.
- Los estudiantes de menor edad tienen mayor puntuación en el nivel de autonomía independiente. Los que tienen mayor puntuación en la escala dependiente tienen mayores puntuaciones en las escalas teórico, práctico y verbal. Los que obtuvieron puntuaciones mayores en la escala práctica tienen mayores puntuaciones en las escalas teórico, verbal o visual. Los que tienen preferencias sensoriales altas en el estilo sensorial también tienen alta puntuación en el estilo sensorial verbal.

Lo anterior permite distinguir que las puntuaciones de los alumnos en distintas dimensiones y escalas están relacionadas. El género y el grado académico no fueron factores importantes que influyen en la puntuación en las escalas de Estilos de Aprendizaje. Los discentes más jóvenes tienen un nivel de autonomía independiente.

4 Conclusiones

El objetivo de la investigación se cumplió. La hipótesis propuesta se rechaza porque se distinguieron algunas diferencias en las puntuaciones de las escalas y en las dimensiones de los Estilos de Aprendizaje de alumnos asistentes a los dos cursos de Estadística impartidos bajo la modalidad virtual durante la pandemia COVID-19.

El Quirón Test es un instrumento que permite diagnosticar los estilos de aprendizaje predominantes que manifiestan los estudiantes con base en cuatro dimensiones específicas. Resulta interesante, no obstante, el dato sobre las correlaciones entre los estilos de distintas dimensiones. Por ejemplo, que puede haber estudiantes que presentan un estilo dependiente y que puedan tener (a la vez) cualquiera de los estilos bipolares de otra dimensión, como por ejemplo el práctico o el teórico; esto es, una persona puede ser dependiente teórico o dependiente práctico. Lo anterior pudiera significar que las dimensiones de los estilos tratados en el instrumento utilizado no conllevan un patrón de combinación específica, sino que puede haber permutaciones por cualquiera de los dos polos de cada una de las dimensiones. Lo mismo ocurre con el estilo práctico visual y práctico verbal. La preponderancia de los estilos basados en preferencias sensoriales es independiente de los estilos basados en la orientación de la tarea.

Se tuvieron que modificar las Estrategias Didácticas propuestas en el Quirón Test a otras más adecuadas para cumplir con los objetivos teóricos-prácticos del curso de Estadística.

Se propusieron Estrategias Didácticas a cada grupo de acuerdo con lo obtenido por los Estilos de Aprendizaje.

Se incorporaron otras estrategias basadas en Inteligencia Emocional para ayudar a los alumnos de postgrado a pasar con la contingencia sanitaria. Se trabajó mucho con acompañamiento, empatía y motivación.

La adecuación del curso de Estadística bajo modalidad e-learning ha requerido mucho esfuerzo desde el lado docente, pero con la experiencia adquirida en los cuatrimestres en los que se ha implementado, se han ido mejorando los procesos de apoyo a los estudiantes.

Referencias

- DOFM (2021). Diario Oficial de la Federación, México. *Acuerdo por el que se determinan los criterios para la administración de los recursos humanos en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal con el objeto de reducir el riesgo de contagio y dispersión del coronavirus SARS-CoV2*. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5625339&fecha=30/07/2021#gsc.tab=0
- García-Cue, J. L., Sánchez, C., Jiménez, M.A, y Gutiérrez, M. (2012). “Estilos de Aprendizaje y Estrategias de Aprendizaje: Un estudio en discentes de postgrado”. *Journal of Learning Styles*, vol. 5, No. 10, pp. 65-78.
- García-Cue, J. L., Márquez, S. E., Meraz, J. M., Medina, R. C.; Zepeda, C., y Fernández, Y. L. (2020). Objeto de Aprendizaje para calcular la Captura de Carbono Aéreo en café, en Tovar, M., Zepeda, C., Castillo, H., Carballido, J.L. (eds), *Los objetos de aprendizaje y sus aplicaciones en la educación* (pp. 28-37). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- García-Cue, J. L.; Márquez S. E., Meraz, J. M., Medina, R. C., Zepeda, C., Castillo, H., y Ruiz, R. (2021). “Objeto de Aprendizaje Abierto en un sistema híbrido Web-App como recurso m-learning” en Tovar, M., Zepeda, C., Castillo, H., Carballido, J.L. (eds), *Los objetos de aprendizaje y su utilidad en la educación virtual* (pp. 60-69), Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Goleman, D. (2003). *Inteligencia Emocional*. USA: Penguin Random House (pp.12-23) PP 582
- Lozano-Rodríguez, 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”. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, vol. 9 No. 17, pp. 240-267.
- Sánchez Mendiola, M., Martínez, AM P., Torres, R., Agüero, M., Hernández, A., Benavides, MA, Jaimes, C. y Rendón, V. (2020). “Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: una encuesta a profesores de la UNAM”. *Revista Digital Universitaria*, Vol. 21, No.3, pp. 1-23.
- Santos Baranda, J., y Armas Velasco, C. (2020). “Sistema de acompañamiento docente desde un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje”. *Mendive. Revista de Educación*, vol. 18 No.1, pp. 48-63.

Capítulo 4

Gamificación significativa de contenidos de robótica e inteligencia artificial

Marco Alberto Mendoza Perez¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario Valle de Chalco

mamendozap@uaemex.mx

Resumen. Derivado de la Pandemia por COVID-19, las formas de enseñar y aprender contenidos de cualquier disciplina cambiaron. Las asignaturas de Fundamentos de Robótica e Inteligencia Artificial forman parte del Mapa Curricular de la carrera de Ingeniería en Computación, que se imparte en el Centro Universitario (CU) Valle de Chalco, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Antes de la Pandemia, se enseñaban en el salón de clases los contenidos conceptuales de robótica e inteligencia artificial; y en los Laboratorios de Electrónica, y de Control y Automatización los contenidos procedimentales por medio de la realización de prácticas y proyectos. Pero en esos años de Pandemia no fue posible realizarlo en clases presenciales, por lo que se realizó en clases en línea utilizando el modelo ASSURE; integrando en las dos secuencias didácticas que se elaboraron, los contenidos que se van a enseñar, junto con las plataformas de comunicación y colaboración Microsoft Teams, los simuladores de robótica, los lenguajes de programación visual Scratch y lógico Prolog, y la plataforma de gamificación Quizizz que se van a utilizar; para que los estudiantes adquieran conocimientos, técnicas, habilidades y destrezas de estas dos asignaturas. En clases en línea, el docente elaboró y aplicó dos cuestionarios interactivos en la plataforma de gamificación Quizizz, para repasar y adquirir conocimientos conceptuales de robótica e inteligencia artificial, y, por último, se aplicó un cuestionario en formulario de Teams para conocer los puntos de vista y los aprendizajes alcanzados por parte de los estudiantes notando que fueron satisfactorios, significativos y constructivistas.

Palabras Clave: Aprendizaje significativo, gamificación, inteligencia artificial, modelo ASSURE, quizizz, robótica.

1 Introducción

Para el desarrollo de esta investigación, es conveniente definir y comprender los siguientes conceptos:

Ausubel (2012) afirma: “La esencia del proceso de aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relaciones de modo no arbitrario y sustancial con

lo que el estudiante ya sabe”. El aprendiz se relaciona con nueva información a partir de sus conocimientos previos. La enseñanza deberá propiciar tareas significativas y relevantes, que permitan la potencialidad de los estudiantes.

De acuerdo con la UNAM, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) contemplan al conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información, así como al conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), en su utilización en la enseñanza (Luna, 2019).

Con la utilización de las TIC (Zapata, 2005, citado en, Avendaño, 2020) se permite construir la realidad y potenciar la autenticidad en los aprendizajes formativos, a la vez posibilitan una comunicación mayor, es decir, los aprendizajes formativos son hasta ahora una finalidad que la educación ha prometido y no ha podido cumplir, pero existe un vehículo que podría posibilitar esta meta, la utilización de las TIC. Las TIC (Driscoll et al, 1997, citado en, Avendaño, 2020) trasladan a los aprendizajes no solo con las tecnologías, ya que se logran competencias especiales y se arraigan los saberes desde el manejo de los dispositivos y de las diversas formas de comunicación, entre estas el uso de la información, la interacción en grupos o comunidades digitales, construcción de nuevas estrategias de estudio o la generación de conocimientos.

La simulación es la imitación de la operación de un proceso o sistema real a lo largo del tiempo (García et al, 2005).

En la ciencia y la tecnología, el concepto de simulación surge, desde hace más de sesenta años, en actividades conocidas como la investigación de operaciones, las ciencias de la administración, el análisis de sistemas y la ingeniería de sistemas, entre otras (Churchman et al, 1957; Flagle et al, 1960; Ackoff, 1961). En esas actividades, sus procesos para generar conocimiento o resolver problemas, destacaron la necesidad de construir un modelo, considerando a éste como una representación de la realidad (Ackoff, 1962).

La simulación computacional es la conjunción de algoritmos matemáticos que modelan el comportamiento dinámico de sistemas físicos y herramientas computacionales que permiten reproducir y visualizar esta dinámica. Es una herramienta científica que al inicio fue utilizada en la meteorología y en la física nuclear después de la Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, su uso se extendió a la astrofísica, física de partículas, ciencia de los materiales, ingeniería, mecánica de fluidos, climatología, biología evolutiva, ecología, economía, teoría de decisiones, medicina, sociología, epidemiología y diseño de fármacos.

La simulación computacional nos permite simular modelos y crear animaciones (Zapotecatl, 2018).

En los últimos años se ha utilizado la simulación computacional en la capacitación y entrenamiento de las siguientes disciplinas: sector automotriz, aeronáutica, robótica, matemáticas, y en la enseñanza – aprendizaje de contenidos de diferentes asignaturas que existen en todos los niveles educativos de nuestro país (Mendoza, 2022).

Un simulador de robótica es un robot virtual en 3D, que es capaz de emular los movimientos y comportamientos de un robot real. Esta herramienta permite que los programas de robótica se realicen y ejecuten sin tener una conexión con el robot real, si la

ejecución en el simulador no presenta errores, el programa se implantara en el robot real, para que sea ejecutado en este (Mendoza, 2022).

“La gamificación se define como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos que no son juegos” (Deterding et al, 2011).

Establecen una clasificación (Kapp et al, 2014, citado en, Aguilar et al, 2020) que consiste en dos tipos de estrategia de gamificación: estructural y de contenido.

La gamificación estructural es la aplicación de elementos del juego para impulsar al estudiante a través del contenido sin cambios en este. Con esta estrategia, el contenido no se parece a un juego, pero sí tiene la misma estructura. En este caso, el enfoque principal es motivar a los estudiantes a repasar el contenido e involucrarlos en el proceso de aprendizaje mediante recompensas. Los elementos más comunes son puntos, insignias, logros y niveles; se suele incluir una tabla de clasificación y métodos de seguimiento del progreso del aprendizaje, así como un componente social, en el cual los alumnos pueden compartir los logros con otros estudiantes y enorgullecerse de lo que han alcanzado (Aguilar et al, 2020).

La gamificación de contenido consiste en la aplicación de elementos del juego, además del pensamiento en el juego, para alterar el contenido y hacer más parecida la estrategia a un juego; por ejemplo: agregar elementos de historia a un curso de cumplimientos o comenzar un curso con un desafío en lugar de una lista de objetivos. Sumar estos elementos hace que el contenido se parezca más a un juego, pero no lo convierte en uno, simplemente proporciona el contexto o las actividades que se usan en los juegos y los incorpora al contenido que se enseña (Aguilar et al, 2020).

Resulta interesante que en la educación superior la gamificación (Ardila, 2019, citado en, Reyes et al, 2020), haya captado el interés y la motivación del estudiantado, lo que ha incrementado el compromiso con su proceso formativo.

2 Modelo ASSURE

Este modelo didáctico fue desarrollado por Heinich, Molenda, Russell y Smaldino, asegura la aplicación eficaz de los medios didácticos, tiene sus raíces en el constructivismo y hace hincapié en el papel activo del estudiante (Heinich et al, 1993). Según (Dávila et al, 2007, citado en, Buitrago, 2017) el modelo de diseño instruccional ASSURE posibilita la planificación e implementación de instrucción apoyada en las TIC debido a que se enfoca en la planeación del entorno en el que se van a dar las actividades didácticas. Argumentan (Gustafson et al, 2002, citado en, Dávila et al, 2007) que, aunque sus pasos se enfocan en los procesos educativos de entornos presenciales, también se pueden adaptar fácilmente a entornos educativos en línea o virtuales sobre todo al momento de crear materiales y situaciones síncronas o asíncronas que estimulen la interactividad. Este modelo propone actividades pedagógicas que permiten el aprendizaje en forma creativa, holística y significativa (Belloch, 2013). Según la autora, las premisas constructivistas en que se basa este modelo son las siguientes:

- a) El conocimiento conceptual se adquiere por la integración de múltiples perspectivas en colaboración con los demás.
- b) El aprendizaje es una interpretación personal del mundo.
- c) El aprendizaje supone una modificación de las propias representaciones mentales por la integración de los nuevos conocimientos.
- d) El conocimiento se construye a partir de la experiencia.

A continuación, se detallan las fases correspondientes al modelo ASSURE (Williams et al, 2017, citado en, Buitrago, 2017) en la enseñanza – aprendizaje de la robótica y la inteligencia artificial por medio de la implementación de la gamificación estructural:

1.- Analizar a los estudiantes (Analyze): Sus características (edad, sexo), el conocimiento, las habilidades, las experiencias de las que parten, sus estilos de aprendizaje y sus hábitos de estudio; todo lo anterior permite una adecuada planeación (Smaldino et al, 2007, citado en, Benítez, 2010).

Las asignaturas de Fundamentos de Robótica e Inteligencia Artificial de séptimo y quinto semestre forman parte del Mapa Curricular de la carrera de Ingeniería en Computación, que se imparte en el CU UAEM Valle de Chalco. En ambos grupos se realizó una evaluación diagnóstica en línea para conocer los conocimientos, experiencias, estilos de aprendizaje y hábitos de estudio con los que cuenta cada estudiante.

2.- Establecimiento de objetivos de aprendizaje (State): Se puede preparar la lección para garantizar y asegurar el aprendizaje. Son los resultados esperados del aprendizaje del curso y de cada unidad ya sea a nivel actitudinal, cognitivo o psicomotriz.

Se elaboraron las Planeaciones de los cursos en línea, junto con sus respectivas secuencias didácticas de los Programas de Estudios por Competencias de las asignaturas de Fundamentos de Robótica (Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, 2009) e Inteligencia Artificial (Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, 2021), que se imparten en la carrera de Ingeniería en Computación del CU UAEM Valle de Chalco. También se elaboraron sus dos secuencias didácticas para clases en línea, en estas se muestran los contenidos que se van a abordar, los objetivos, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, los materiales didácticos, los productos de evaluación, las formas y los tipos de evaluación que se van a emplear para la enseñanza y el aprendizaje de estos temas con ayuda de las plataformas de gamificación, simuladores de robótica y los lenguajes de programación visual y lógico. En la Tabla 1, se muestra un fragmento de la secuencia didáctica en línea de la asignatura de Inteligencia Artificial.

Unidad 1. Introducción a la inteligencia artificial y representación del conocimiento.		Objetivo	Analizar las diferentes técnicas de representación del conocimiento, desde la base cognitiva y lógica matemática, mediante la revisión de material bibliográfico para lograr su aplicación en la generación de sistemas inteligentes.	
Estructura temática	Qué acción se propone	Cuál sería el producto esperado (evidencia)	Propuesta de insumos	¿cómo se podría evaluar?
1.1 Introducción, evolución Vida Artificial y aplicaciones de la Inteligencia Artificial	Tema: Conceptos generales de la Inteligencia Artificial (IA), evolución y aplicaciones. Propósito: Conocer los conceptos generales de la Inteligencia Artificial, su evolución y sus aplicaciones.	Investigaciones. Infografías. Líneas del tiempo.	Solo Visión Projectables: Mendoza Pérez, Marco A. (2020). Conceptos básicos de la Inteligencia Artificial.	Heteroevaluación con listas de cotejo.
1.2 La prueba de Turing	Tema: Test de Turing Propósito: Comprender cuando una máquina es catalogada como inteligente.	Investigaciones. Infografías.	Lecturas: Alocha, Aiséda (2013). ¿Inteligencia mecánica? La pregunta de Alan Turing. Recuperado de: https://www.repositorio.unp.edu.pe/handle/dspace/handle/123456789/123456789 Fuentes, Cristóbal (2010). Maquinaria computacional e inteligencia. Alan Turing 1950. Recuperado de: http://samuel.it.usm.mx/memorias/Turing-Pensar.pdf	Heteroevaluación con listas de cotejo.
1.3 Teorías de la inteligencia artificial	Tema: Teorías de la IA. Propósito: Conocer las teorías de la inteligencia Artificial para su posible implementación.	Cuadros Sinópticos. Cuestionario interactivo en plataforma de gamificación Quizizz.	Solo Visión Projectables: Mendoza Pérez, Marco A. (2020). Conceptos básicos de la Inteligencia Artificial. Lecturas: Martínez Mauricio, et. al. (2017). Análisis de los paradigmas de inteligencia artificial, para un modelo inteligente de gestión de la energía eléctrica. Recuperado de: https://revistas.udec.pa/index.php/revista/article/view/17701	Heteroevaluación con listas de cotejo.

Figura 1. Fragmento de secuencia didáctica en línea de la asignatura de Inteligencia Artificial.

3.- Seleccionar los métodos de formación, estrategias, tecnologías, medios, recursos y materiales (Select): Que se van a utilizar (Smaldino et al, 2007, citado en, Benítez, 2010) entre los que se pueden encontrar textos, imágenes o gráficos, vídeos, audios, y materiales multimedia o animaciones.

En la Tabla 1, se muestran las tecnologías que se seleccionaron, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, y materiales que se diseñaron e implementaron en las clases de Fundamentos de Robótica e Inteligencia Artificial.

Tabla 1. Tecnologías, Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje.

Tecnologías	Estrategias de Enseñanza	Estrategias de Aprendizaje
Plataforma de comunicación y colaboración Microsoft Teams.	Clases magistrales, lluvia de ideas, presentación con diapositivas, infografías y pizarra de Teams sobre temas de robótica e inteligencia artificial.	Investigaciones, infografías, cuadros sinópticos y ejercicios sobre temas de robótica e inteligencia artificial.
Simuladores de robótica: BrazoRobot XYZ, BrazoRobot DiezCubos, RoboPlus y Choregraphe.	Programación de ejemplos en simuladores de robótica.	Prácticas en simuladores de robótica.
Lenguaje de programación visual Scratch.	Programación de ejemplos en Scratch.	Prácticas de programación visual en Scratch.
Lenguaje de programación lógico Prolog.	Programación de ejemplos en Prolog.	Prácticas de programación lógica en Prolog.
Plataforma de gamificación Quizizz.	Aprendizaje Mediante Proyectos (AMP) en simuladores de robótica y en lenguajes de programación.	Elaboración y presentación de proyectos.
Formulario Microsoft Forms.		Contestar cuestionarios interactivos en Quizizz de las asignaturas de Fundamentos de Robótica e Inteligencia Artificial.
		Contestar cuestionario para conocer aprendizajes adquiridos con

		plataformas de gamificación, simuladores y lenguajes de programación.
--	--	---

Elaboración propia.

Para la asignatura de Fundamentos de Robótica, se seleccionó y diseñó en la plataforma de gamificación Quizizz un cuestionario interactivo de 20 reactivos de preguntas de respuestas cortas, preguntas abiertas y preguntas cerradas con o sin imágenes. En la Figura 2, se visualiza una parte del cuestionario.

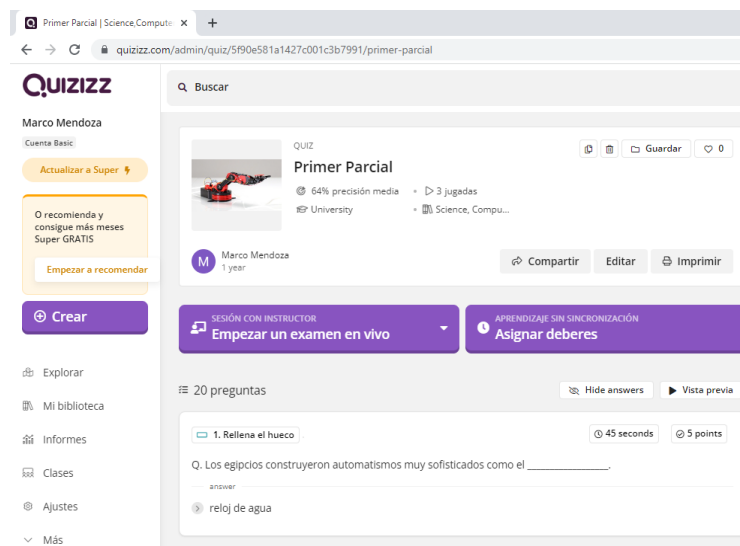


Figura 2. Diseño de cuestionario de Fundamentos de Robótica en la plataforma Quizizz.

También para la asignatura de Inteligencia Artificial, se seleccionó y diseñó en la plataforma de gamificación Quizizz un cuestionario interactivo de 15 reactivos.

4.- Utilizar los medios y materiales (Utilize): Implementar la sesión o el curso (Heinich et al, 1999, citado en, Benítez, 2010) y utilizar los medios y materiales seleccionados en la fase anterior.

Del cuestionario interactivo de la asignatura de Fundamentos de Robótica, se visualiza en la Figura 3, una parte del cuestionario que se diseñó en la plataforma de gamificación Quizizz. Para la elaboración del cuestionario, se consideró el tipo de pregunta ya sea abierta o cerrada, el tiempo de respuesta, el puntaje por pregunta, o que incluso incluya imágenes.

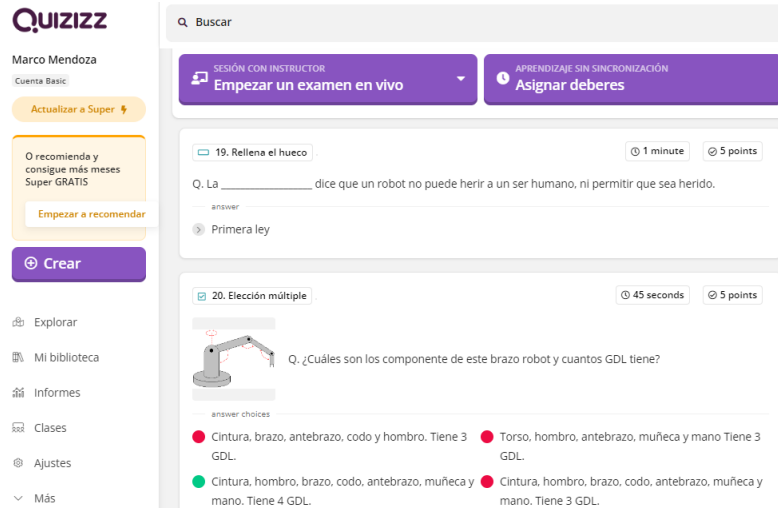


Figura 3. Cuestionario de Fundamentos de Robótica en la plataforma de gamificación Quizizz.

3 Resultados

5.- Participación de los estudiantes (Require): Para que se logre una participación activa de los estudiantes se pueden utilizar los debates, cuestionarios y ejercicios en línea con autocorrección, creaciones colectivas y colaborativas como prácticas y proyectos, visualización de diferentes tipos de vídeos, tutoriales, entre otras.

Para las clases en línea de Fundamentos de Robótica y de Inteligencia Artificial, se enseñaron contenidos procedimentales utilizando simuladores de robótica como BrazoRobot XYZ, BrazoRobot DiezCubos, RoboPlus y Choregraphe, el lenguaje de programación visual por medio de bloques en Scratch y el lenguaje de programación lógico Prolog. Para lo anterior se solicitó a los estudiantes reproducir ejemplos, ejercicios, y elaborar prácticas y proyectos junto con su respectiva documentación en equipo de máximo 4 integrantes. Debido a la contingencia sanitaria de los años 2020 y 2021, tanto las clases en línea, como la entrega y presentación de prácticas y proyectos por parte de los estudiantes, se llevaron a cabo por medio de la plataforma de comunicación y colaboración Teams. En el caso de los proyectos, a los estudiantes se les solicito plantear una necesidad o problemática de la vida real que puedan resolver utilizando los simuladores y lenguajes de programación antes descritos. También se enseñaron contenidos conceptuales por medio de la exposición por parte del docente, lluvia de ideas, presentación con diapositivas, infografías, pizarra de Teams y cuestionarios interactivos en plataformas de gamificación como Quizizz; por lo que se elaboraron y aplicaron dos cuestionarios interactivos. El primero fue para la asignatura de Fundamentos de Robótica, este consta de 20 reactivos y contempla los siguientes contenidos: Comprender los conceptos básicos de la robótica de

manipuladores e Identificar los diferentes componentes que conforman un robot manipulador. Y el segundo fue para la asignatura de Inteligencia Artificial, este consta de 15 reactivos y contempla los siguientes contenidos: Introducción a la inteligencia artificial y representación del conocimiento, y Computación evolutiva. Los contenidos anteriores, forman parte de las dos primeras unidades de los programas de estudios de las asignaturas de Fundamentos de Robótica y de Inteligencia Artificial que se imparten en la carrera de Ingeniería en Computación.

En clase en línea por Teams, de Fundamentos de Robótica, los 34 estudiantes contestaron los 20 reactivos del cuestionario interactivo que fue diseñado anteriormente en Quizizz. En la Figura 4, se visualizan estadísticas de las respuestas de las preguntas 16 y 17.

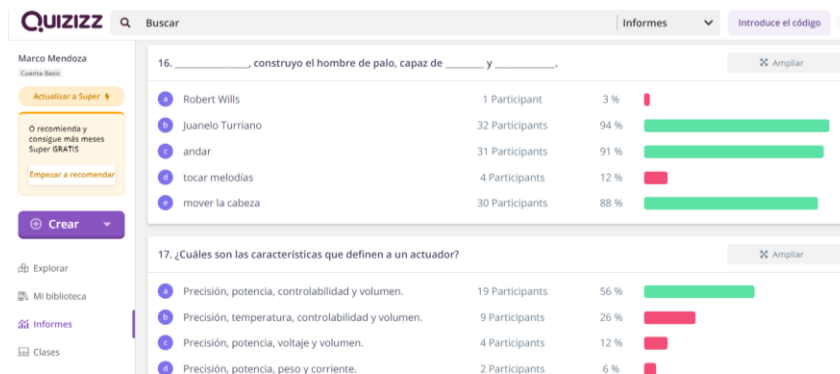


Figura 4. Estadísticas de las respuestas del cuestionario de Fundamentos de Robótica.

En clase en línea por Teams, de Inteligencia Artificial, los 37 estudiantes contestaron los 15 reactivos del cuestionario interactivo que fue diseñado anteriormente en Quizizz. En la Figura 5, se visualizan estadísticas de las respuestas de las preguntas 3 y 4.

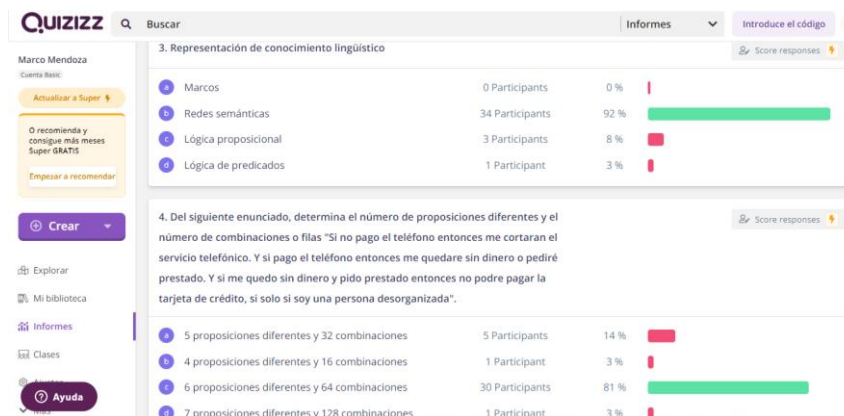


Figura 5. Estadísticas de las respuestas del cuestionario de Inteligencia Artificial.

6.- Evaluación y revisión de la implementación y resultados del aprendizaje (Evaluate): Para (Smaldino et al, 2007, citado en, Benítez, 2010) representa el momento de evaluar formativa y sumativa el logro de los objetivos de aprendizaje, el proceso de instrucción y el impacto en el uso de los medios tecnológicos. Finalmente, se les solicitó a los estudiantes contestar un cuestionario en formulario de Teams, sobre el conocimiento conceptual y procedimental adquirido con ayuda de los simuladores de robótica, lenguajes de programación e instrumentos de gamificación vistos en clases en línea, correspondientes a temas de las asignaturas de Fundamentos de Robótica e Inteligencia Artificial.

4 Conclusiones

Derivado de la Pandemia por el COVID-19, en las clases en línea de Fundamentos de Robótica y de Inteligencia Artificial, se diseñaron y aplicaron cuestionarios creativos e interactivos de contenidos conceptuales en la plataforma de gamificación Quizziz, llegando a la conclusión de que se utilizó la gamificación estructural porque facilitó a los estudiantes el repaso y aprendizaje de contenidos, adquiriendo conocimientos conceptuales de robótica e inteligencia artificial, manteniendo la atención, el compromiso, el ánimo, el entusiasmo, el esfuerzo, la diversión, el cambio en su comportamiento y la motivación, sin temor a cuando se presenta un examen o una exposición. Por tal motivo se considera también una estrategia de aprendizaje y la gamificación se considera un antecedente de las máquinas de enseñanza de Skinner. Pero también en las clases en línea se diseñaron ejemplos y prácticas de contenidos procedimentales en los simuladores de robótica: BrazoRobot XYZ, BrazoRobot DiezCubos, RoboPlus y Choregraphe para fomentar la creatividad y el trabajo colaborativo, por lo que se llegó a la conclusión de que se utilizó la gamificación de contenidos porque facilitó a los estudiantes la práctica y el aprendizaje significativo de contenidos, adquiriendo conocimientos procedimentales de robótica e inteligencia artificial, manteniendo el interés, el compromiso, el ánimo, el entusiasmo, el esfuerzo, la diversión, el cambio en su comportamiento, la resolución de prácticas y la motivación, sin temor a cuando se presenta una práctica con equipo físico o una exposición.

Las anteriores conclusiones se formularon en base a las observaciones síncronas que se llevaron a cabo en la plataforma de comunicación Teams y en la plataforma de gamificación Quizziz. Y también en base a la elaboración y aplicación de un cuestionario de 10 reactivos en formulario de Teams con escala de Likert, a 34 estudiantes de la asignatura de Fundamentos de Robótica y a 37 estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial.

Referencias

- Ackoff, R. L. (1962). *Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions*, Wiley, N.Y..
- Aguilar, R. A.; Briceño, É. E.; Díaz, J. C. y Ucán, J. P. (2020). "Modelo instruccional configurable y computable basado en elementos de gamificación: un estudio de caso sobre la educación en ingeniería de software", *Apertura*, 12(2), pp. 20-35.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (2012). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Avendaño, V. (2020). "Aprender a enseñar con TIC. Estudios sobre usos de tecnología educativa en la práctica docente." Chile: Universidad de la Serena.
- Belloch, C. (2013). *Modelos de diseño instruccional*. Universitat de Valencia. Recuperado de <https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA4.wiki?1>
- Benítez, M. G. (2010). "El Modelo de Diseño Instruccional ASSURE aplicado a la Educación a Distancia".
- Buitrago, H. (2017). "Aplicabilidad del modelo ASSURE en la didáctica de lenguas".
- Dávila, A. y Francisco, J. (2007). "Diseño instruccional de la educación en línea usando el Modelo ASSURE", *EDUCARE*, 11, 3. UPEL, Barquisimeto, Venezuela.
- Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R. & Nacke, L. (2011). "From game design elements to gamefulness defining gamification", In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, (pp. 9-15), ACM, New York, NY, USA, 9-15.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (2009). Programa de Estudio por Competencias Fundamentos de Robótica. Recuperado de https://fi.uaemex.mx/portal/docs/coordinaciones/ICO/planF2/Interaccion_Hombre_Maquina/Fundamentos_de_Robotica.pdf
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (2021). Programa de Estudios Inteligencia Artificial. Recuperado de https://fi.uaemex.mx/portal/docs/coordinaciones/ICO/planF19/Periodo_5/INTELIGENCIA_ARTIFICIAL.pdf
- García, F.; Sierra, J. y Guzmán, M. V. (2005). *Simulación de Sistemas para Administración e Ingeniería*. México: CECSA.
- Luna, N. (2019). *¿Qué son las TICs? World Economic Forum*. Recuperado de <https://bit.ly/36BxAbN>
- Mendoza, M. A. (2022). "Aprendizaje Mediante Proyectos con Simuladores de Robótica como Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje". *La Investigación Científica en Diversas Ciencias*. Colombia: EIDEC.
- Reyes, W. R. y Quiñonez, S. H. (2020). "Gamificación en la educación a distancia: experiencias en un modelo educativo universitario", *Apertura*, 12(2), pp. 6-19.
- Roman, L. (S.F.). *Quizizz: la herramienta de gamificación que sirve para evaluar*. Recuperado de <https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/quizizz-herramienta-gamificacion/>
- Quizizz Inc. (2022). *Página oficial de Quizizz*. Recuperado de <https://quizizz.com/>
- Zapotecatl, J. (2018). "Análisis de eficiencia de algoritmos", *Introducción al Pensamiento Computacional: Conceptos básicos para todos*. México: Academia Mexicana de Computación, A. C. (Amexcomp).

Capítulo 5

Enfoque semiótico de la comprensión de la solución de problemas de ingeniería química

Georgette Rebollar Pérez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ingeniería Química

georgette.rebollar@gmail.com

Resumen. En el presente trabajo se hace un análisis de algunos aspectos que se manifiestan en la enseñanza de la ingeniería química. Se presenta una perspectiva desde la experiencia personal y el libre albedrío de los docentes, y la importancia de comprender la semiótica para llevarla al alumno a un plano de comprensión de la solución de problemas más digerible; la finalidad principal es que el alumno se apropie del conocimiento que se adquiere durante su carrera y lo asimile de forma integral con el objetivo de que pueda encontrar mecanismos propios de solución de problemas de cualquier índole en su desempeño profesional, fuera de las aulas.

Palabras Clave: representación semiótica, matemáticas, ingeniería.

1 Introducción

Uno de los retos actuales de la educación a nivel superior (licenciaturas) es la formación y egreso de profesionistas que se insertarán a la sociedad económica, y el cómo las nuevas generaciones podrán hacer frente a las problemáticas y realidades actuales, derivadas de la globalización y los constantes cambios relacionados con la tecnociencia, sobre todo considerando que ésta sustenta su desarrollo en cuestiones del propio contexto donde se desenvuelven, por ejemplo, en los cambios políticos, económicos, sociales y culturales del país. La educación superior en su constructo apuesta a la formación integral del estudiante universitario en cualquier área del conocimiento, lo que implica dentro de su tránsito a través de los estudios, dotar al individuo de elementos que permitan acrecentar habilidades y conocimientos en alguna disciplina en particular, pero a su vez, desarrollar competencias que otorguen elementos clave para el liderazgo, el trabajo en equipo, la toma de decisiones, la comunicación oral y escrita en español e inglés, y la ética por mencionar algunos, herramientas fundamentales para el desarrollo del sujeto. Las secciones siguientes describen en que consiste el aprendizaje adaptativo su relación con los sistemas de tutoría inteligente, la importancia de los modelos del estudiante para promover la adaptabilidad y la importancia de las características que deben almacenar.

Este trabajo se escribe tomando en cuenta la experiencia que he ido adquiriendo como docente en la Facultad de Ingeniería Química, trabajando con alumnos que cursan asignaturas incluidas en el bloque básico del programa de estudios y también del bloque formativo y observando las diferencias en su aprendizaje. Por otro lado, se incluyen en esta contribución la reflexión de algunos ensayos que he redactado como entregables de un diplomado en comunicación cultural, habiendo revisado textos referentes a la educación en el área ingenieril, como lo muestran las diversas citas referenciadas en las secciones subsecuentes.

2 Preliminares: definición de la ingeniería

Se puede definir a la ingeniería de diferentes maneras: de acuerdo con la ley sobre educación “Ingeniería es la profesión que se fundamenta en los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas, en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada especialidad, buscando la optimización de los materiales y recursos, para el crecimiento, desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad” (Giraldo, 2003); de acuerdo con los expertos en el área en el medio de la educación superior en América Latina (Giraldo, 2003; Poveda Ramos, 2009): “el ingeniero fundamenta su campo ocupacional en la aplicación del conocimiento de las ciencias naturales mediada por la utilización de las herramientas matemáticas; para aprovechar adecuadamente los recursos energéticos; transformar la materia y los materiales; proteger y preservar el ambiente; producir, reproducir y manejar información; gestionar, planear y organizar los talentos humanos y los recursos financieros para el beneficio de la humanidad mediante el diseño de soluciones creativas y la utilización de las herramientas disponibles. Para desarrollar esta labor el ingeniero se acompaña de científicos, tecnólogos, técnicos y artesanos, con el fin de materializar estas realizaciones o concretar soluciones”. En términos más coloquiales, “la ingeniería es una profesión que se dedica a la construcción de diferentes artificios, máquinas o cualquier cosa que facilite la labor humana; es el arte de crear, proyectar, desarrollar y construir sistemas con las tecnologías disponibles” (Valencia-Giraldo, 2000).

3 Enfoque personal del aprendizaje-enseñanza de la ingeniería química

En teoría, todo docente sigue o selecciona una metodología para organizar un proceso de aprendizaje-enseñanza en función de los factores que intervienen en dicho proceso, a saber, la lógica interna de la materia, el nivel de madurez del alumno, el propósito de las asignaturas, los recursos disponibles o con los que cuenta el alumno, el mapa curricular, la

relación entre asignaturas, y el pensamiento profesional y la respuesta o reacción del alumno (Rajadell, 2001).

El proceso de aprendizaje-enseñanza permite la adquisición, preservación y avance del conocimiento en el ser humano. El acercamiento al alumno universitario para lograr el aprendizaje significativo de los temas de especialización en una carrera, cualquiera que sea, es la labor que debe afrontar un docente en el día a día durante los periodos escolares, y representa un desafío recurrente en la práctica diaria en la enseñanza superior, y en particular, en el área de ingeniería química. Los modelos educativos vigentes a nivel universitario exigen demostrar el nivel del logro de las competencias establecidas para una carrera específica y, por ende, la actividad de los docentes se debe dirigir hacia la obtención de herramientas necesarias para que los alumnos comprendan, racionalicen y resuelvan los problemas de las asignaturas del programa de estudios de la carrera. Sin embargo, la enseñanza de los mecanismos de solución de los problemas relacionados a la ingeniería química, como base del desarrollo profesional de los alumnos en esta carrera, se vuelve desafiante cuando se usan los diferentes tipos de representación semiótica, sobre todo lo relacionado con el uso de las matemáticas o, en específico, de las ecuaciones que describen los fenómenos que se estudian.

Cuando se aborda un tema de un proceso de aprendizaje-enseñanza, se entiende que se sigue alguno de los principios de la Didáctica (ocho): el de comunicación, de actividad, de individualización, de socialización, de globalización, de creatividad, de intuición, y de apertura. Desde mi punto de vista muy personal, no parece ser casual que la autora de esta descripción (Rajadell, 2001) haya escrito el principio de comunicación al inicio de la lista; y como ella misma lo describe en su producción escrita “la comunicación constituye la esencia del proceso educativo desde la transmisión de ideas por parte de una persona hasta su comprensión real y significativa por parte de otra (receptor). El papel de la interacción es indiscutible” (Rajadell, 2001).

Avilés Salvador y Ballardés Burgos (2016) apuntan que el ser humano ha buscado la comprensión del mundo y de su existencia. Desde un punto de vista más filosófico, “el entender constituye la estructura fundamental de la existencia humana” y “el entender no es un método sino una forma de convivencia entre aquéllos que se entienden” (Grondin, 2002). Partiendo de esta premisa, es fácil justificar el desarrollo primero de la ciencia, desde las épocas de la alquimia, hasta los recientes avances tecnológicos que han “facilitado” la vida de los humanos. Resulta claramente evidente que la comunicación “formal” o estructurada ha resultado fundamental para que la población tanto especializada como no especializada tengan un acercamiento a la información técnica que ha permitido los avances en ciencia y tecnología.

La comunicación es, por tanto, pilar importante en la transmisión del conocimiento y en el ámbito del proceso aprendizaje-enseñanza, está por demás señalarlo, así como es necesario recalcar que un déficit en esta acción puede ser detonante de situaciones adversas para el alumno receptor de la información que se le quiera transmitir, sobre todo en la presente era digital, en la que los alumnos tienen acceso a tantos canales de transmisión de información, que se pueden distraer o incluso dispersar fácilmente en un aula de clases.

Si bien es cierto que los docentes deberíamos de tener un conocimiento mínimo de conceptos pedagógicos, me atrevo a decir que, a partir de recientes experiencias de aprendizaje, deberíamos también tener una mínima noción de las teorías de comunicación, así como de los conceptos básicos de los principios filosóficos relacionados con la lingüística, lo cual permitiría, de alguna manera, interpretar a un sujeto con el que se practique el ejercicio básico de comunicación (emisor-mensaje-medio de comunicación-receptor) en sus diferentes formas de expresión lingüística, que a su vez es una inquietud en el quehacer hermenéutico (Avilés Salvador y Balladares Burgos, 2002). Avilés y Ballardés apuntan que el papel de la hermenéutica está próximo al saber escucharse mutuamente, saberse interpretar, y también el escuchar a alguien que sabe narrar. El proceso hermenéutico deja en claro la justificación de los actores en el proceso de comunicación en cualquier carrera de educación superior, pues exige la existencia de una fuente de información (textos especializados), el lector (alumnos, docentes), y el texto a ser interpretado. Este proceso da pie al “círculo hermenéutico” el cual, por su estructura, permite la comprensión, pues parte del principio que para comprender el todo se necesita comprender previamente los elementos, las partes y el singular y estos últimos no se pueden comprender fuera de la estructura significativa universal o general (Avilés Salvador y Balladares Burgos, 2002).

Este círculo hermenéutico explica la ruta de crítica de, por lo menos, las carreras de ingeniería. Sin embargo, el proceso de enseñanza-aprendizaje en estas disciplinas presenta dificultades sobre todo por la actividad matemática que conllevan estas carreras, sobre todo en su conceptualización. Un concepto se encuentra continuamente en fase de construcción y a tal construcción se le denomina conceptualización (Rodríguez Chuquimango, 2021). Los conceptos matemáticos se sirven, en general, de representaciones (signos) y, desde el punto de vista de las matemáticas, la adquisición conceptual de un objeto, caso o problema necesariamente usa una o más representaciones semióticas. El proceso de aprendizaje de las matemáticas es complejo y se requiere de enfoques diversos para salvar dichas complejidades, entre ellas el epistemológico y el educacional (Duval, 2006). De acuerdo con Duval (2006) una representación es algo que representa otra cosa y la “representación de ese algo” será válida en función de un individuo o sus experiencias, de la estructura del pensamiento o, por el contrario, de los objetos de conocimiento que tengan requerimientos epistemológicos específicos. Estas representaciones son las que se comunican de generación en generación ya sea de manera verbal o esquemática y pueden ir evolucionando. En el área de la ingeniería estas representaciones pueden también ser signos y sus interrelaciones, que siguen ciertas reglas, las cuales pueden describir un sistema, una operación, un proceso o un conjunto de fenómenos. Es en estos casos cuando las representaciones semióticas toman lugar y estas sirven de base en el desarrollo de nuevos conocimientos además de comunicar las ideas que se generan en el campo de estudio y, en específico, de la ingeniería química.

Entre los cambios que se han dado en el ámbito de la educación desde inicios del presente siglo, y que se subraya en el de la educación superior, se encuentran la adopción de los modelos basados en competencias. Me atrevo a pensar que esta modalidad de enseñanza se deriva de la observación respecto de la carencia de destrezas y habilidades

requeridas por los empleadores, en cualquiera de sus áreas, pero principalmente en la de la industria, donde una buena mayoría de los alumnos de ingeniería química quiere insertarse. En términos de las comisiones encargadas de acreditar los programas de estudio y de las instancias oficiales para el otorgamiento de las acreditaciones trianuales a las instituciones de educación superior, se define como empleadores a las industrias, corporaciones o instituciones de formación en estudios de posgrado que reciben a los egresados de un plan de estudio. En el proceso de acreditación de la carrera de ingeniería química, en particular, se debe forzosamente tomar la opinión de los representantes en el área industrial para tener una idea del desempeño de los egresados del plan de estudios de esta carrera que se insertan en dichas industrias, a través de encuestas enfocadas en obtener una evaluación desde un punto de vista crítico objetivo, con la finalidad de hacer las mejoras pertinentes al plan de estudios, y es en estos ejercicios donde los empleadores dan cuenta de las carencias más importantes que presentan los egresados. Estas carencias evidentemente se traducen en una desprofesionalización de los egresados y en una relación salario/costo económico-oportunidad desproporcionado. De aquí que se haya dado un cambio de paradigma en la educación, donde ahora el proceso de aprendizaje-enseñanza se basa en el alumno, en vez del docente, quien debe ser el actor principal en la construcción de su conocimiento para desarrollar las competencias que lo lleven a un mejor desempeño profesional. El cambio curricular derivado de estos modelos forzosamente requiere de cambios en la planificación de la docencia, la metodología a utilizar, el seguimiento del aprendizaje del estudiante, la evaluación continua, y el papel que ha de tener el profesorado (Rodríguez Chuquimango, 2021).

Rodríguez Chuquimango (2021) señala que, dados estos cambios de paradigma en la educación, en la que el docente pasa a ser guía o facilitador del conocimiento se deben tener en cuenta tres aspectos principales en el diseño instruccional de las asignaturas que imparte: una selección de contenidos, destrezas y competencias; una estructura de tareas y actividades encaminadas a facilitar el aprendizaje; una visión realista sobre lo que el estudiante es capaz de hacer. Indudablemente en el área de la ingeniería química, dada la naturaleza misma de la carrera que basa el análisis de problemas en las matemáticas, estos cambios representan un reto para el docente respecto del uso de las representaciones semióticas de los objetos matemáticos. En términos de Rodríguez Chuquimango (2021), estos retos son tres: hacer “visible” los objetos matemáticos abstractos; hacer tratamientos de los objetos matemáticos en la misma representación; y hacer conversiones para mostrar los objetos matemáticos en otra representación.

4 La enseñanza de la ingeniería desde la semiótica

En ingeniería química, para abordar las asignaturas del bloque formativo, es necesario el uso constante usar una gama diversa de formas matemáticas (relaciones, correlaciones, ecuaciones) que representan los fenómenos que están detrás de las operaciones y procesos unitarios estudiados a lo largo de la carrera. Para ello se usan los registros de

representación semiótica, es decir, el registro de lengua natural (definiciones, descripciones, enunciado de un problema), el registro figural icónico (figuras o diagramas de apoyo) y el registro algebraico (expresiones algebraicas o ecuaciones, propiamente hablando). El paso del registro de lengua natural al registro figural icónico es una conversión, al igual que el paso de del registro figural icónico al registro algebraico. Cuando se hacen operaciones algebraicas para resolver una ecuación o un sistema de ecuaciones, se dice que se usa un tratamiento. En la resolución de problemas no solo basta con aplicar un registro matemático donde el tratamiento matemático dé la solución de un problema, sino que también es esencial el uso de otros registros relacionados al conjunto de datos y la forma en que ellos son representados (Rodríguez Chuquimango, 2021).

De acuerdo con Duval (2006), en la enseñanza de las matemáticas la adquisición conceptual de un objeto pasa necesariamente a través de la utilización de una o más representaciones semióticas, y no existe noética sin semiótica, es decir, la adquisición conceptual de un objeto requiere de la adquisición de una representación realizada por signos. En efecto, Duval (2006) remarca que el desarrollo de las representaciones semióticas ha sido esencial en la historia de la humanidad para para el desarrollo del pensamiento matemático. De acuerdo con este autor, el rol principal de los signos, lejos de representar un objeto matemático, provee la capacidad de sustituir un signo por otro. Como ejemplo menciona la notación del número 10 como una representación cuasi-material de signo “IIIIIIII” del número “diez” dándole un significado, y para comprender esta sustitución de signos se requiere comprender la forma en que funcionan estos sistemas de representación. El autor también menciona que la adquisición o aprendizaje de estos sistemas por parte de los alumnos no es tan simple, aun cuando se pensara que el uso de estos sistemas numéricos desde la educación preescolar hiciera más fluido o “transparente” su uso progresivo en la educación básica hasta la educación superior. De acuerdo con el acceso a la información en torno al avance educativo en su país, Duval (2006) menciona que al inicio del nivel secundaria solo uno de tres alumnos tenía una buena noción del uso del sistema decimal y habían desarrollado las habilidades para hacer operaciones de multiplicación y división con decimales (sin el uso de herramientas digitales). Duval justifica esta carencia con el hecho de que los objetos matemáticos (números), como la base de la comprensión de las carreras de ingeniería, no son objetos que puedan ser percibidos u observados directamente con algún instrumento (microscopio, telescopio, aparatos de medición) y menciona también que el uso de los números está ligado al uso de sistemas de representación que permite designarlos. Agrega que no hay procesamiento matemático que se pueda efectuar sin usar un sistema de representación porque el procesamiento matemático involucra siempre la “sustitución de una representación semiótica por otra”. Los signos y la transformación de la representación semiótica son el corazón del uso de las matemáticas (Duval, 2006).

Desde la perspectiva de Duval, y partiendo del punto de vista epistemológico, la única manera de involucrarse con los objetos matemáticos es mediante el uso de signos y representaciones semióticas, lo cual cambia radicalmente el uso cognitivo de los signos. Una persona que quiera adquirir un pensamiento matemático se enfrenta a dos requerimientos opuestos: por un lado, para realizar una actividad matemática, las

representaciones semióticas se deben usar necesariamente aun cuando se tenga la opción de escoger el tipo representación semiótica; pero, por otro lado, no se debe confundir a los objetos matemáticos con las representaciones semióticas usadas. Esto es lo que Duval llama la paradoja cognitiva en la adquisición de objetos de conocimiento.

Duval plantea una pregunta importante referente a esta paradoja cognitiva en el aprendizaje de las matemáticas, ¿cómo pueden los alumnos distinguir un objeto representado de su representación semiótica si no pueden conocer el objeto matemático sin la representación semiótica? A partir de esta interrogante, el autor plantea que la habilidad de cambiar de una representación semiótica a otra es lo que muchas veces limita el avance en el aprendizaje de las matemáticas, de sus aplicaciones y de la solución de problemas. Este es probablemente uno de los principales retos que se le presenta a la planta docente de la facultad de ingeniería química a la que estoy adscrita, razón por la cual el aprovechamiento académico en algunas de las asignaturas formativas es apenas “promedio” y una de las razones por las que también los resultados de los egresados que optan por la titulación en modalidad presentación de examen EGEL-Ceneval no es sobresaliente.

Regresando al punto en que la enseñanza de matemáticas es la base de la ingeniería, la actividad matemática debe tener sistemas de representación semiótica diferentes que se puedan usar libremente de acuerdo con la asignación a realizar o de acuerdo con la pregunta a resolver. Algunos procesos pueden ser más simples usando un sistema semiótico determinado comparado con otro, o pueden resolverse únicamente con un único sistema. La distinción entre uno u otro caso puede ser compleja para los alumnos y si se agrega que las matemáticas son una “herramienta científica” que usa un sinfín de sistemas de representación semiótica, se puede de alguna manera justificar que su comprensión y aprendizaje pueda realmente representar un gran reto en las instituciones de educación, independientemente del nivel en que se enseñen.

Los sistemas de representación semiótica pueden usarse para desarrollar diversas funciones cognitivas en el área de las matemáticas lo cual es importante porque esta diversidad está íntimamente relacionada con la forma en que funcionan los procesos matemáticos: con un sistema semiótico monofuncional los procesos se vuelven algoritmos, mientras que un sistema semiótico multifuncional los procesos no pueden adoptar la forma de un algoritmo, como en el caso de la geometría (Duval, 2006). Duval expresa que existen reglas para generar las representaciones semióticas y, por lo tanto, los sistemas semióticos monofuncionales característicos de las matemáticas, se basan en reglas para generar representaciones semióticas relevantes.

De acuerdo con Duval, el primer problema de comprensión durante el aprendizaje de las matemáticas es tanto un problema de reconocimiento como de discriminación, lo cual lo lleva a plantear la pregunta: ¿cómo puede un alumno distinguir en una representación semiótica cuál es matemáticamente relevante y cuál no lo es? Un segundo problema en la enseñanza de las matemáticas, como ya se había planteado previamente, es el de la transformación entre representaciones semióticas. Esto resulta ser bastante evidente en las aulas desde que, al momento en que se solicita a un alumno que realice un diagrama de la situación presentada en el enunciado de un problema, dicha representación, en muchas

ocasiones, resulta no estar de acuerdo con lo planteado en el enunciado. Estas observaciones concuerdan también con diversos estudios que analizan la relación entre el proceso de pensamiento y el aprendizaje de las matemáticas (Duval, 2006).

El análisis de Duval deriva en que hay algunas dificultades en la enseñanza usando las representaciones semióticas. Una de esas dificultades se traduce en la brecha existente en los alumnos entre el razonamiento deductivo que implica el uso de teoremas y el uso del argumento, pues ambos son tratamientos opuestos, aun cuando lingüísticamente hablando sean similares. El autor compara un razonamiento deductivo válido con un cálculo verbal de proposiciones mientras que el uso de argumentos para convencer la gente lo compara con una descripción progresiva de un conjunto de creencias, hechos y contradicciones. En palabras del autor, los alumnos solo pueden comprender qué es una prueba cuando hacen la diferencia entre estos dos tipos de razonamiento en un lenguaje natural.

Otra dificultad mencionada por Duval involucra la conversión de las representaciones y de la toma de conciencia sobre la diferencia entre un tratamiento y una conversión en un proceso matemático. En otras palabras, los problemas que tienen los alumnos en cuanto a la adquisición de pensamiento matemático residen en la especificidad matemática y la complejidad cognitiva de la conversión y del cambio en la representación, lo cual, asegura el autor, no es una cuestión ni de codificación ni de conceptos matemáticos. Esto, dice el autor, limita considerablemente la capacidad de un alumno a usar el conocimiento adquirido durante sus cursos, así como también merma su capacidad de adquirir nuevos conocimientos en matemáticas, teniendo como consecuencia un freno al progreso en la comprensión y aprendizaje de los alumnos. Como se había mencionado con anterioridad, este problema se relaciona íntimamente con la muchas veces baja habilidad de los alumnos al traducir un enunciado de un problema a una representación gráfica o incluso a una representación matemática (con ecuaciones). Esto es parte de los retos que se presentan para un docente, quien debe idear maneras o mecanismos en los que se varíen las formas en la enseñanza de estas conversiones para que los alumnos se amolden a diferentes escenarios a manera de no sistematizar su aprendizaje a un solo tipo de mecanismo de solución.

En el proceso de pensamiento usado en el aprendizaje de las matemáticas no solo se debe aprender a usar los sistemas de representación semiótica sino también se debe adquirir coordinación cognitiva. La comprensión matemática empieza cuando se empiezan a coordinar los registros. El pensamiento matemático depende de una sinergia cognitiva de registros de representación. La coordinación de los registros de las representaciones semióticas se puede ver como una extensión de la capacidad mental. Desde el punto de vista de Duval (2006) la comprensión conceptual o puramente mental no es opuesta a las representaciones semióticas consideradas como externas al que aplica un conocimiento. De hecho, asegura el autor, las representaciones mentales que resultan ser útiles o pertinentes en matemáticas son siempre representaciones semióticas interiorizadas.

Los ejemplos que mencionan los autores citados en el presente ensayo se enfocaron a cuestiones prácticas de enseñanza de conceptos relativamente básicos en el área de matemáticas. Duval se enfocó en las dificultades que se presentan en el proceso de

aprendizaje-enseñanza del álgebra y la geometría. Rodríguez Chuquimango (2021) puso de manifiesto la dificultad en enseñar a los alumnos de ingeniería química de su país el tema de resolución sobre mezclas. En ambos estudios los autores concuerdan en que el uso registros de representación semiótica mejora la capacidad de interpretación de registro de representación lenguaje natural, mejora la capacidad de conversión de registro lenguaje natural a registro figural icónico y mejora la capacidad de conversión del registro figural icónico al registro algebraico para la resolución de cualquier problema matemático, al nivel que se analice. De manera puntual, Rodríguez Chuquimango (2021) emite tres recomendaciones a los docentes en el área de ingeniería química: i) que usen diferentes registros de representación semiótica para presentar los conceptos que se enseñan ya que esto permite un mejor aprendizaje o logro de competencia por parte del alumno; ii) que promuevan el uso de los los registros de representación semiótica por parte de los alumnos en la aprensión de los conceptos u objetos estudiados, esto permite una mejor apreciación de los objetos matemáticos; y iii) hacer trabajos de investigación, en la medida de lo posible y cuando la misma asignatura lo permita, de diseño pre, cuasi o experimentales dirigidos al proceso de enseñanza aprendizaje ya que esto permitirá mejorar este proceso en beneficio de la educación universitaria.

5 Conclusiones

Puede que se diga relativamente fácil aplicar estas recomendaciones derivadas de una investigación seria aplicada a un grupo de estudiantes de una carrera específica. Por un lado, si bien los docentes deben hacer lo posible por adaptar sus prácticas de enseñanza a las rápidamente cambiantes condiciones de enseñanza, donde las clases son virtuales, también es importante tomar en cuenta la situación del relativamente bajo nivel de la enseñanza desde los estudios básicos o de la escuela elemental. Dicen los expertos en el tema de la educación que no solo basta con que se modifiquen las metodologías del proceso aprendizaje-enseñanza, sino que también es necesario que los alumnos, conforme van evolucionando en su educación y avanzando en sus estudios elementales, generen la conciencia de que los conceptos básicos matemáticos no solo no son inútiles, como mucha gente piensa aun en el siglo XX, sino que además, puede dar herramientas y moldear el pensamiento crítico para aprender a encontrar soluciones prácticas a diferentes problemas. Hay mucho trabajo por hacer y no parece ser una tarea sencilla; se requiere apoyo desde diferentes instancias y los factores que rigen al sistema educativo parecen tener objetivos que distan mucho de acercarse a la valoración de una educación integral. Pueden existir incluso diversos autores y trabajos publicados en torno a las diferentes estrategias para que los alumnos desarrollen sus competencias profesionales, valores y actitudes en el aula pero no deja de ser un factor importante el impacto social que generan las herramientas digitales las cuales, por mucho que se hayan desarrollado para facilitar las actividades cotidianas, no dejan de promover la distracción y la dispersión de las mentes jóvenes que se alejan del desarrollo de sus habilidades creativas o cognitivas y que merman su

capacidad de comprensión de las representaciones semióticas, no solo en el área de las matemáticas, sino de cualquier otra profesión en la que decidan desarrollarse o especializarse.

Referencias

- Rajadell Puiggròs, N. (2001). “Los procesos formativos en el aula: estrategias de enseñanza-aprendizaje” en Sepúlveda, F. y Rajadell, N. Eds. de la UNED, *Didáctica General para psicopedagogos*, pp. 465 – 525. Facultad de Pedagogía, Universidad de Barcelona, España.
- Avilés S., Mauro R., & Balladares Burgos, J. A. (2016). Hermenéutica del lenguaje simbólico desde la comunidad de comunicación. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 20(1), pp. 85-102
- Duval, R. (2006). “A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics”, *Educational Studies in Mathematics* 61: 103–131 Springer. doi: 10.1007/s10649-006-0400-z C
- Poveda Ramos, G. (2009). La Ingeniería en Colombia. *Revista Digital Lámpsakos*. No. 1, pp. 35-46
- Rodríguez Chuquimango, S.P. (2021). “*Los registros de representación semiótica y la competencia en la solución de problemas sobre mezclas de los estudiantes de matemática III de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao*”. Universidad Nacional Del Callao Unidad De Investigación de la Facultad De Ingeniería Química, Perú.
- Valencia-Giraldo, A. (2000). *Breve historia de la Ingeniería*. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (20) enero-junio, 119–136. Fuente de consulta en el sitio de la revista:
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/325852>

Capítulo 6

Enseñanza de las matemáticas a través de videojuegos

Héctor David Ramírez Hernández, Roberto Contreras Juárez, Nelva Betzabel Espinoza Hernández, Julio César Velasco Quintero

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

```
{hector.ramirezhe@correo, roberto.contreras@correo,  
nelva.espinoza@correo, julio.velasco@alumno}.buap.mx
```

Resumen. Los videojuegos se pueden enfocar al aprendizaje de diferentes áreas como idiomas, matemáticas, entre otros. El uso de ellos en el nivel educativo puede considerarse como una herramienta que fomente la mejora de diferentes habilidades de los estudiantes. Es por ello por lo que en este trabajo nos enfocamos en presentar un videojuego para niños que se encuentran en tercero y cuarto de primaria en el que el objetivo principal es practicar operaciones básicas de matemáticas (suma, resta, multiplicación y división).

Palabras Clave: Videojuego, matemáticas, educación primaria.

1 Introducción

La pandemia en la que estuvimos inmersos desde la primavera de 2020 generó en los niños, adolescentes y adultos un uso excesivo de aparatos tecnológicos como celulares, tabletas y computadoras. El uso que se le da, en buena parte del tiempo, es la de jugar videojuegos. Bajo este esquema nos realizamos las siguientes preguntas: ¿Es posible utilizar un videojuego como un objeto de aprendizaje? y ¿el uso de los videojuegos puede ser motivantes para desarrollar diferentes habilidades en el área de matemáticas? Se han llevado investigaciones de respuestas afirmativas a estas preguntas, en los que han mostrado resultados satisfactorios educativos (Thorne, Black & Sykes, 2009; Cuenca y Martín, 2010; García y Hernández, 2010). El auge en las modalidades educativas dadas en los últimos tiempos, así como el aporte que ofrecen las tecnologías de la información nos ofrecen las herramientas necesarias para la elaboración de materiales lúdicos que puedan dar apoyo al aprendizaje de las matemáticas.

Este trabajo nace de la inquietud de hacer conciencia en los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Computación de la BUAP sobre la problemática que existe en el aprendizaje de las matemáticas desde niveles básicos de la educación y, que aprovechando sus habilidades, creatividad y conocimientos que adquieren a lo largo de su estancia académica dentro de la facultad, desarrollen herramientas tecnológicas para su uso en la enseñanza-aprendizaje. Se sabe de lo complicado que existe sobre el desarrollo de videojuegos hoy en día, pero no deja de ser un buen inicio para que, con la experiencia que adquieren los

estudiantes de computación, puedan incorporarse en la creación de videojuegos con mayor calidad.

En este proyecto se da una propuesta de un videojuego desarrollado desde cero, tanto en diseño como en programación, cuyo objetivo es estimular de una manera diferente el desarrollo de las habilidades lógico-matemáticas en niños de tercero y cuarto de primaria. La importancia de esto es que el aprendizaje de las matemáticas supone, junto a la lectura y la escritura, uno de los aprendizajes fundamentales de la educación, dado el carácter instrumental de estos contenidos. Es por ello por lo que visualizar las dificultades de los estudiantes que tienen en el aprendizaje de las matemáticas sea motivo de investigaciones, las cuales motiven a buscar diferentes estrategias y herramientas educativas, que permitan disminuir esas dificultades que presentan desde los niveles básicos de la educación. Podemos mencionar que las habilidades básicas que desarrollan la mayoría de los juegos son: comunicación, inventiva, adaptabilidad, pensamiento crítico y persistencia. La diversión que proporcionan los videojuegos a sus usuarios viene de dos lugares: el placer de superar retos y de aprender.

Es por ello por lo que visualizamos que el videojuego, al ser una parte habitual de un niño, puede formar parte de una herramienta educativa que permita el aprendizaje, en nuestro caso, de las matemáticas. En este trabajo se muestra el proceso de diseño y elaboración de un videojuego enfocados en el aprendizaje de operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división) de números enteros positivos.

2 Preliminares

El juego que se presenta en este trabajo lleva por nombre *Matema Tokki*, un videojuego didáctico diseñado para apoyar a niños de tercero y cuarto de primaria en su familiarización y aprendizaje de las operaciones básicas, así como en la aplicación en problemas con situaciones cotidianas. Debemos considerar que los videojuegos educativos están diseñados para enseñar y se salen del estereotipo de los videojuegos comerciales que los niños disponen en casa. Es claro que la situación que presentan los videojuegos comerciales contienen una amplia infraestructura que permiten tener una aceptación sin llegar a ser una obligación. Sin embargo, existen esfuerzos para adaptar algunos videojuegos comerciales al proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual requiere de esfuerzos excesivos que limitan este uso (Aguayo et al, 2000; Gros, 2008; Lacasa et al, 2007). Además de que solo pueden estar relacionados con ciertas habilidades diferentes a los contenidos educativos como tal.

El trabajo trata de equilibrar esta relación entre lo lúdico y el contenido educativo. Para ello se toma como base a los procesos de diseño del contenido educativo y del contenido lúdico sugeridas en (Padilla et al, 2011).

También se considera en la elaboración del videojuego los siguientes estilos de aprendizaje (Ferriman, 2013):

- Visual (espacial): se emplean imágenes, diagramas y colores que son aceptados por los estudiantes de los niveles a trabajar.
- Verbal (lingüístico): Se usan enunciados que permiten la comprensión lectora.
- Lógico (matemático): a través de la comprensión lectora se pretende establecer mecanismos que permiten el uso de la parte lógica (matemática) para la solución de diversos problemas propuestos.

3 Proceso del diseño del videojuego

En lo siguiente se presenta la base del proceso del diseño del videojuego, cuyo fin es el de realizar operaciones básicas de matemáticas con números enteros positivos y resolver problemas en diferentes contextos enfocados para niños de nivel primaria.

3.1 Contenido educativo

En esta sección se muestran los pasos asociados al diseño de contenido educativo de los videojuegos.

- El área de conocimiento que se establece es *Matemáticas*.
- Se establece el objetivo educativo general la de crear una herramienta que pueda servir para mejorar las habilidades lógico-matemáticas,
- Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar son: sumar, restar, multiplicar y dividir utilizando números enteros positivos.
- Las tareas para lograr los objetivos específicos se establecen en la siguiente *tabla 1*.

Videojuego Matema Tokki	Tareas
Sumar números	Sumar números enteros mayores que 0.
Restar números	Restar números enteros mayores que 0.
Multiplicar números	Multiplicar números enteros mayores que 0.
Resolver problemas que involucran operaciones básicas.	Utilizar las operaciones básicas para la resolución de diferentes problemas.

Tabla 1 Tareas asociadas a los objetivos específicos

Se crea una herramienta que permite, a través del juego, mejorar las habilidades lógico-matemáticas, en niños de tercero y cuarto de primaria, además se crea un impacto social positivo en el usuario, ya que el uso de *Matema Tokki* es intuitivo y amigable logrado gracias a la creación de un personaje guía agradable a la vista del usuario. Se espera lograr alentar y motivar a los niños a aprender con distintos estímulos dependiendo su desempeño en los distintos modos de juego. Y de esa forma crear un acercamiento satisfactorio entre los niños y las matemáticas. Su uso puede ser utilizado con el acompañamiento del docente o de manera individual.

4 Aspectos técnicos

El videojuego se desarrolló considerando los siguientes puntos:

- El jugador resolverá sumas, restas, multiplicaciones y problemas con el uso de números enteros, con diferentes niveles de dificultad.
- En el caso de la resta, se tiene que asegurar que el resultado nunca sea negativo, por lo que el segundo operando debe ser menor al primero.
- Los números propuestos en cada operación serán generados aleatoriamente.
- Se crea de forma aleatoria diversos problemas dados en forma verbal, con diferentes niveles de dificultad, dando lugar a una cantidad considerable de problemas de este estilo que el jugador podrá resolver.
- El jugador cuenta con un tiempo límite para realizar las operaciones planteadas.

4.1 Desarrollo del videojuego

Destacamos que el videojuego *Matema Tokki* fue realizado desde cero desde su programación y de su diseño, en el que se aprovecharon las habilidades, creatividad y conocimiento de un estudiante de la Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación. La plataforma utilizada para su desarrollo fue *Unity*, la cual es una plataforma de acceso gratuito y cuenta con las herramientas necesarias para el desarrollo de videojuegos. Estas herramientas permiten el manejo de una interfaz cómoda e intuitiva, de un controlador de animaciones y de un entorno gráfico, además de contar con compatibilidad con la mayoría de los sistemas usados.

Para la codificación se necesitaba de un entorno de desarrollo integrado (IDE) de igual manera flexible e intuitivo, *Unity* cuenta con compatibilidad directa con *Visual Studio Code*, para la actualización de Scripts y manipulación dentro de entorno de *Unity*, aparte de poder crear nuevo Scripts dentro del entorno de *Unity* y editarlos dentro del *Visual Studio Code*. Para la digitalización de objetos de interfase y digitalización de personajes se hizo uso de *MediBang Paint*, una aplicación gratuita y multiplataforma, con muchas funciones,

herramientas y características útiles para facilitar la tarea de digitalización, con una interfase sencilla y amigable.

4.1.1 Matema Tokki

En la realización del videojuego “*Matema Tokki*”, dentro de sus características principales se destaca que cada objeto, que cuenta con una acción dentro del juego como



Figura 1 Representación de variables en panel de Unity

pasar entre escenas, activar animaciones, comprobar respuestas, pausar el juego, salir del juego, activar reacciones de personajes, tiene un Script asociado o está asociado a un objeto que ya cuenta con un Script, *Figura 1*, de la siguiente forma:

En el Script se especifica alguna acción a realizar y se hace referencia a los objetos declarados al inicio de esta como botones, recuadros de entrada de texto, imágenes y que luego se verán reflejadas en el editor de Unity como se muestra en la *Figura 2* y que posteriormente tendrán que ser rellenos con los objetos que contengan nuestro panel principal.

```
//Botones, declaraciones de puntajes y diálogos de Tokki
public Button Regresa;
public TMP_InputField ResCorrectas;
public TMP_InputField ResRacha;
public TMP_InputField ResPuntaje;
public TextMeshProUGUI Dialogo;
```

Figura 2 Declaración de variables de juego en Script.

En escenas del juego hace uso de archivos de texto en donde se almacenan diálogos o información en general necesaria para la interacción con este, para que después de compilado el código siga reconociendo los archivos .txt, mismos que tienen que estar declarados dentro de un Script y asociados a un objeto de juego, *Figura 3*.

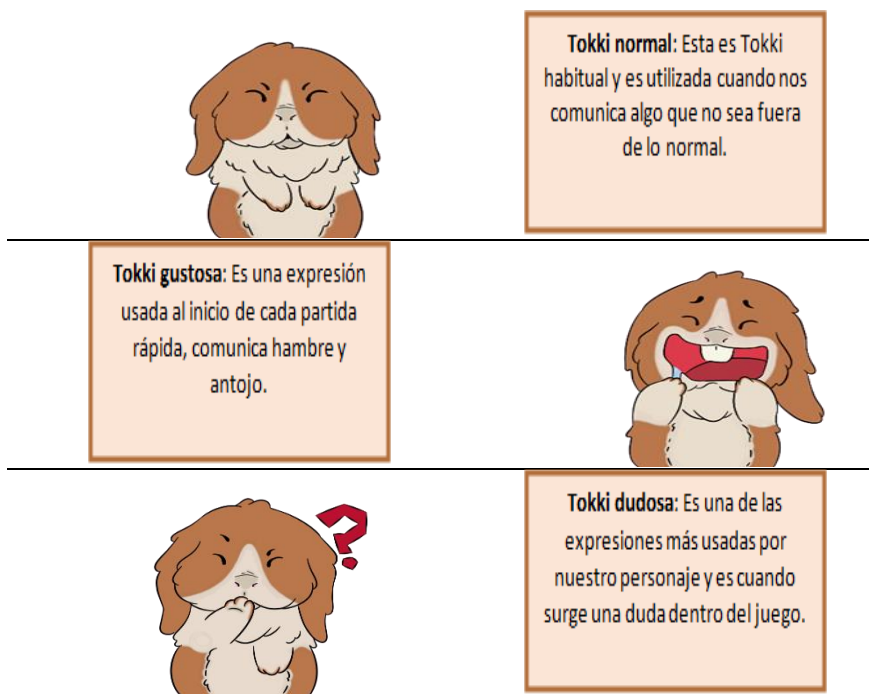


Figura 3 Representación de archivos .txt en panel de Unity

4.1.2 Personaje principal

El personaje principal es llamado *Tokki* una coneja *moteada* de orejas caídas, la cual es la acompañante del usuario en el juego. Es un personaje amigable a la vista del usuario y con la cualidad de ser animada en distintas situaciones que lo hacen más sociable.

Cada animación de *Tokki* expresa una emoción distinta del personaje lo que hace fácil aceptar al personaje y, por consiguiente, mejor familiarización para el niño. Las siguientes imágenes, *Figura 4*, muestran a *Tokki* y algunas de sus diferentes animaciones que se muestran a lo largo del videojuego.



Tokki triste: Otra expresión muy característica de Tokki, pues al responder preguntas de manera incorrecta o salir mal en un examen, Tokki se pondrá triste.



Figura 4 Animaciones de Tokki

4.1.3 Interfaz y funcionamiento del videojuego

La parte técnica del videojuego tiene como propósito conseguir una mejora en la habilidad lógico-matemática. Esto se consigue a través de la parte lúdica con la que se presentan temas propuestos dentro del juego. Consideramos que podría facilitar la interiorización de los conocimientos de una forma divertida, generando en el usuario una experiencia positiva y motivacional. La pantalla principal del videojuego esta conformada con una representación del personaje principal, Tokki, y cuenta con tres botones con los que se inicia la interacción: el de *Salida*, y los dos modos de juego que son: *Juego rápido* y *Examen*, como se muestra en la siguiente *Figura 5*.



Figura 5 Menú principal.

En el modo de *Juego rápido* se tiene la opción de practicar las diferentes operaciones elementales de suma, resta, multiplicación, división y combinación entre ellas, dando oportunidad de establecer la cantidad de operaciones a realizar. El número máximo de operaciones que se pueden practicar es de 30 en cada intento, *Figura 6*.

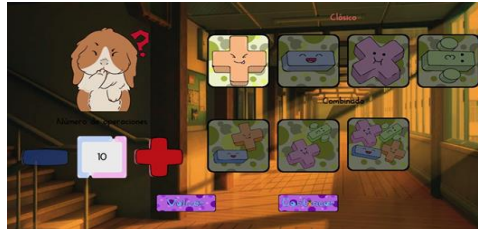


Figura 6 Menú de selección de juego rápido

Una vez iniciada alguna de las opciones que se dan en este modo de juego, aparecerán las operaciones a resolver de manera aleatoria, buscando la motivación de continuar a través del personaje principal, el cual reaccionará en cada acierto de manera positiva o motivar a seguir en caso de que la respuesta no sea la correcta. También se emiten algunos destellos que permiten visualizar si lo elegido es correcto o no, *Figura 7*. Al cabo de contestar 5 preguntas, aparecerán algunas *NOTAS* cuyo objetivo es proporcionar algunos datos curiosos e interesantes, lo cual podríamos mencionar, son un mecanismo de atracción para que el estudiante conozca sobre otras áreas del conocimiento, *Figura 8*.

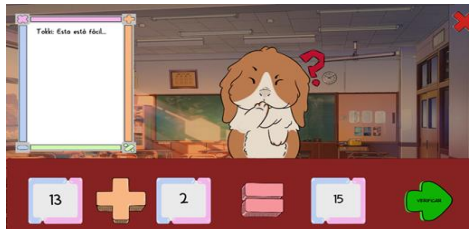


Figura 7 Escenario de juego rápido

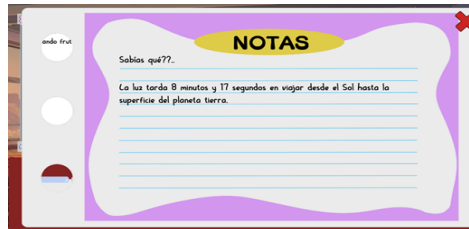


Figura 8 Datos curiosos en juego rápido

El siguiente modo de juego es el de *Examen*. En el se establece diferentes niveles de dificultad, se establece un tiempo para la contestación de este, así como el número de preguntas a resolver, *Figura 9*. Cabe destacar que, en este modo de juego pondrá en práctica la habilidad de comprensión lectora y de lógico-matemático para dar solución a los problemas que se plantean de manera verbal, *Figura 10*.

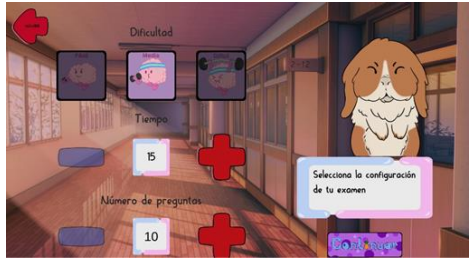


Figura 9 Menú de selección de examen

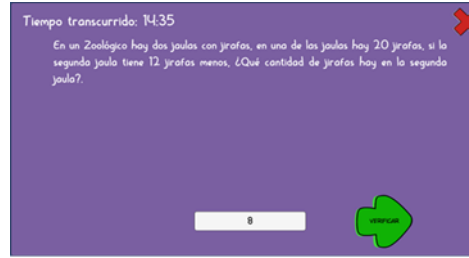


Figura 10 Escenario de examen

Al termino del examen se muestra la cantidad de preguntas contestadas, la cantidad de preguntas correctas, así como su calificación final, motivando a que siga practicando para continuar con el avance que ha alcanzado, *Figura 11*. Al final, también se proporciona una recompensa, representadas por zanahorias para lograr que esto sea un reto para el niño y logre alcanzar el máximo número de zanahorias posibles. Esto se basa en la cantidad de preguntas contestadas, así como el tiempo que le llevo en realizarlo, *Figura 12*.



Figura 11 Panel de calificación de examen



Figura 12 Resultados finales

5 Conclusiones

Este trabajo fue desarrollado gracias a las habilidades, creatividad, iniciativa y conocimientos de un estudiante de la Licenciatura en Ingeniería en Ciencias de la Computación.

Estamos convencidos de que se pueden utilizar videojuegos como objetos de aprendizaje. Es claro que se requiere de una serie de pasos para poder tener la relación lúdico-educativa, en la que se permita atraer la atención del estudiante, mediante el videojuego, para lograr alcanzar diversos objetivos educativos, como en nuestro caso, de realizar operaciones elementales con números enteros positivos.

El desarrollo fue desde cero y eso es un aporte de los conocimientos en diseño y programación con los que cuenta un estudiante de la facultad. Tenemos claro que existen videojuegos que se enfocan en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y de cualquier

otra área de conocimiento. Sin embargo, con el aprendizaje adquirido, este videojuego puede ser el inicio de la creación de algo más grande y robusto por parte del estudiante, al mostrar la creatividad e iniciativa para su desarrollo.

Cabe destacar que el siguiente paso es poner en marcha el videojuego y visualizar el alcance que pudiera tener en los objetivos para el cual fue creado. Sin embargo, no deseamos la idea de que este videojuego sirva de prototipo sobre el cual se podrían trabajar a futuro y, por qué no, llegar al nivel de una aplicación que puede ser implementada como una herramienta de enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles educativos.

Referencias

- Aguayos Rausa, J., Almazán, L., Bernat, A., Campos, F., Cárdenas, J. J., Vilella, X., Gros Salvat, B. (2000). "Un espacio para la simbiosis". *Cuadernos de Pedagogía*, vol. 291, pp.66-69.
- Cuenca, J. M. y Martín, M. J. (2010). "La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias sociales a través de videojuegos". *Iber: Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia XVII*, vol. 63, pp. 32-42.
- Ferriman, J. (2013). 7 major-learning styles which one is you. [En línea]. Disponible: <https://www.learn dash.com/7-major-learning-styles-whichone-is-you/>.
- García, B. y Hernández, R. (2010). "El uso de videojuegos en el aula de matemáticas en 4º Curso de Educación Primaria". *Séptimo Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática (SIECI-2010)*, Orlando, Florida, EE.UU.
- Gros, B. (2008). "Videojuegos y aprendizaje". Editorial Graó, España, ISBN: 978-84-7827-539-7.
- Lacasa, P., Martínez-Borda, R., Méndez, L., Cortés, S., Checa, M. (2008) "Aprendiendo con los videojuegos comerciales. Un puente entre ocio y educación". EA España y Universidad de Alcalá de Henares.
- Padilla, N., Medina, N., Paderewski, P., Gutiérrez, F., López, F. (2014). "Diseñando Videojuegos para Aprender de Forma Divertida: En Busca del Equilibrio Perdido". En: CEUR, "Diseño y evaluación de un juego serio de realidad virtual" (pp. 78-90), Springer.
- Thorne, S.L., Black, R.W. & Sykes, J.M. (2009). "Second Language Use, Socialization, and Learning in Internet Interest Communities and Online Gaming". *The Modern Language Journal*, vol. 93, pp. 802-821.

Capítulo 7

Diseño de un Recursos Educativos Abiertos (REA) referente a los Factores Humanos para la asignatura de Interacción Humano Computadora

¹Archundia Sierra Etelvina y ²Cerón Garnica Carmen

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

¹etearchun@correo.buap.mx, ²academicaceron2016@gmail.com

Resumen. La enseñanza aprendizaje a distancia se considera una alternativa para la educación inclusiva; los Recursos Educativos Abiertos (REA) requieren de estructuras y estándares que permitan su implementación. El objetivo de la investigación se centra en el desarrollo de un REA para la asignatura de Interacción Humano Computadora, en el tema de los Factores Humanos. El método utilizado fue el diseño instruccional y la implementación en una plantilla de eXeLearning. La publicación del (REA) se realizó en la plataforma del Ecosistema de Aprendizaje Abierto de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para su almacenamiento y distribución

Palabras Clave: REA, Interacción Humano- Computadora, Factores Humanos

1 Introducción

La UNESCO (2010) asume como objetivo principal una enseñanza de calidad para todos durante toda la vida; por eso, una de las cualidades de la educación superior en la época actual es la actualización constante de los conocimientos para un desempeño profesional exitoso de los estudiantes. Actualmente se aprecia un desarrollo y una evolución de los modelos de formación, que van de la enseñanza tradicional, al empleo de la redes informáticas o internet como herramienta para la formación de los estudiantes. El aprendizaje basado en la tecnología utiliza un concepto definido por el IEEE Learning Technology Standards Committee denominado Objetos de aprendizaje (Learning Objects), considerado a cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usado y reusado o aplicarse como referencia para el aprendizaje apoyado en la tecnología. Aunque la acuñación del término se atribuye a Wayne Hodgins, que creó un grupo de trabajo en 1994 con ese nombre, se trata de un concepto que se viene utilizando desde la década de los 60 (Pinzón, et al., 2011). Objeto de aprendizaje es la denominación más consolidada, si bien también es habitual encontrar otros términos, utilizados como sinónimos o como términos

relacionados, entre los que se pueden mencionar objetos educativos (educational objects), recursos educativos (learning resources), objetos multimedia (media objects), unidades de aprendizaje (units of learning) u objetos de aprendizaje reutilizables (reusable learning objects), entre otros muchos términos (Portal, 2018). En el Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries celebrado en París en 2002, donde se estableció que es un repositorio abierto de recursos educativos, habilitados por las tecnologías de la información y la comunicación, para su consulta, uso y adaptación por parte de una comunidad de usuarios con fines no comerciales (Unesco, 2002), definición que incide en dos rasgos: su carácter libre y gratuito y su difusión basada en las tecnologías de la información y la comunicación. El desarrollo de Internet y del movimiento Open Source ha popularizado enormemente la creación y el acceso a los objetos de aprendizaje desarrollados como recursos educativos de acceso libre (Atkins, et al., 2007; Zancanaro, et al., 2015), por lo que resulta del máximo interés conocer cuáles son las principales herramientas informáticas para la gestión de la educación a distancia y la creación de contenidos. Cabe mencionar también a los Sistema de gestión del aprendizaje (Learning Management System, LMS) y Sistemas de gestión de contenidos (Learning Content Management System, LCMS) (Muñiz y Amoros 2011). Un sistema de gestión de aprendizaje permite administrar las actividades de enseñanza a distancia; algunas de sus funciones son la gestión de los usuarios, controlando su acceso y realizando un seguimiento del proceso de aprendizaje, la gestión de los contenidos facilitando el acceso a los materiales y el desarrollo de las actividades de aprendizaje, la realización de los procesos de evaluación y posibilitar los servicios de comunicación e interacción entre los usuarios (chats, foros de discusión, videoconferencias), además de permitir la realización de informes y otros servicios adicionales. Asimismo, cada vez es más habitual que los sistemas de gestión del aprendizaje incluyen módulos para la creación de contenidos, o bien que éstos sean desarrollados a través de programas específicos, lo que se conoce como sistemas de gestión de contenidos, que posteriormente son integrados o conectados a través de interfaces en los sistemas de gestión del aprendizaje (Alassaf et al., 2014). En el entorno de uso de los (REA) su importancia se considera por su flexibilidad y aplicación en la educación a distancia (e-learning).

La presente contribución se dirige al desarrollo de un REA para incorporar el aprendizaje de los factores humanos en el curso de Interacción Humano Computadora utilizando una herramienta de código abierto (Open Source) denominada eXeLearning (Valdera C., 2021) para la gestión de contenidos de aprendizaje. El REA denominado los Factores Humanos, se gestionó y publicó en el Ecosistema de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP, 2022).

La estructura de la investigación se integra en el primer apartado por la descripción de las etapas del análisis y diseño; en la segunda sección la implementación del REA se desarrolla en una plantilla de eXeLearning con actividades diagnósticas, de desarrollo formativo y evaluación; por último los resultados de la implementación del REA y conclusiones.

2 Método

El curso de Interacción Humano Computadora IHC, tiene el objetivo de formar a los alumnos con conocimientos científicos y tecnológicos para el desarrollo profesional en tecnologías emergentes. El estudio de los factores humanos se considera en el curso de IHC fundamental para la interacción con la tecnología, de ahí el interés de presentar un REA denominado los Factores Humanos, en apoyo a la asignatura de IHC. El método para la elaboración de un REA específico, se basa en los modelos del diseño instruccional en lo referente a la planificación, análisis, diseño, implementación y evaluación.

2.1 Etapas del método

Las etapas del método corresponden al análisis y diseño del REA, en la producción se requiere de la secuencia didáctica donde se establecen los recursos digitales utilizando las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's). En el desarrollo y la implementación se utiliza la estructura de eXeLearning en lo referente a los iDevices para las actividades interactivas y no interactivas (véase Tabla 1) y la exportación de los archivos en formatos ELP (eXe Learning Project), sitio Web para ser alojado en un servidor de Internet y SCORM 1.2. (del inglés Sharable Content Object Reference Model). La autoría se define por licencias Creative Commons (CC), la validación y retroalimentación para la mejora del REA.

Tabla 1. Estructura y acciones del REA denominado los Factores Humanos.

iDevices de actividades no interactivas: proponen actividades que no se pueden contestar directamente.
Actividad de lectura
Caso práctico
Reflexión
iDevices de actividades interactivas: permiten al alumno interactuar directamente con el objeto.
Rellenar huecos
Pregunta de elección múltiple
Pregunta de selección múltiple
Pregunta verdadero-falso
Cuestionario SCORM
Actividad desplegable

Las etapas del modelo se realizan de la siguiente manera:

1. Elección y título del tema: Factores Humanos.

2. Análisis: aquí se determinarán qué contenidos se le incorporarán, según la secuencia didáctica planeada para el caso del REA de los Factores Humanos, se integran los objetivos de aprendizaje, se proporcionan materiales textuales, auditivos y visuales para propiciar el interés del estudio; también se incorporan actividades de aprendizaje para la evaluación sumativa y formativa del tema (Véase Tabla 2).

3. Diseño: se realiza la estructura visual del REA, iniciando con un esquema para integrar las actividades de aprendizaje y materiales de apoyo didácticos.

4. Producción: en esta etapa se necesita saber cómo y qué recursos multimedia se utilizarán, de los cuales se toman en cuenta la secuencia didáctica y la determinación de las herramientas tecnológicas para el desarrollo multimedia.

5. Desarrollo: se utiliza la plataforma de Ecosistema BUAP, en la cuál se encuentran los cursos de REA y los manuales del desarrollo del software eXeLearning.

6. Implementación: se utilizará la plataforma de Ecosistema BUAP y el software de eXeLearning.

7. Autoría: se define por la licencia Creative Commons establecida por la institución.

8. Validación: se verificará el cumplimiento de los objetivos del recurso por los alumnos y del docente.

9. Retroalimentación: de acuerdo a la evaluación se contemplan las mejoras y verificación del REA.

Tabla 2. Estructura y acciones del REA denominado los Factores Humanos.

Estructura	Acciones
1.Bienvenida	Presentación y datos del docente
2.Introducción	Apertura. Se genera interés en el tema.
3.1 Diagnóstico	El docente plantea problemas, hace preguntas. Se recuperan los saberes previos. ¿Qué se sabe del tema?
3.2 Diagnóstico	Diagnóstico con una actividad de investigación. El alumno explora materiales, investiga, hace modelos, propone hipótesis.
4.Desarrollo: formativo	Actividad basada en la solución de problemas o proyectos. Se integra la forma de evaluar la actividad. Los alumnos ponen en práctica lo aprendido utilizando el conocimiento tecnológico y científico
5.Desarrollo: sumativa	Cierre y evaluación

3 Resultados

El Ecosistema BUAP integra un curso donde se revisan los conceptos, las definiciones y las características de los (REA), así como de iniciativas internacionales relacionadas con

la educación inclusiva y la transformación digital de la educación. Esto con el objetivo de clarificar los componentes y las rutas de acción que permiten integrar un ecosistema institucional de aprendizaje abierto (véase Fig. 1).

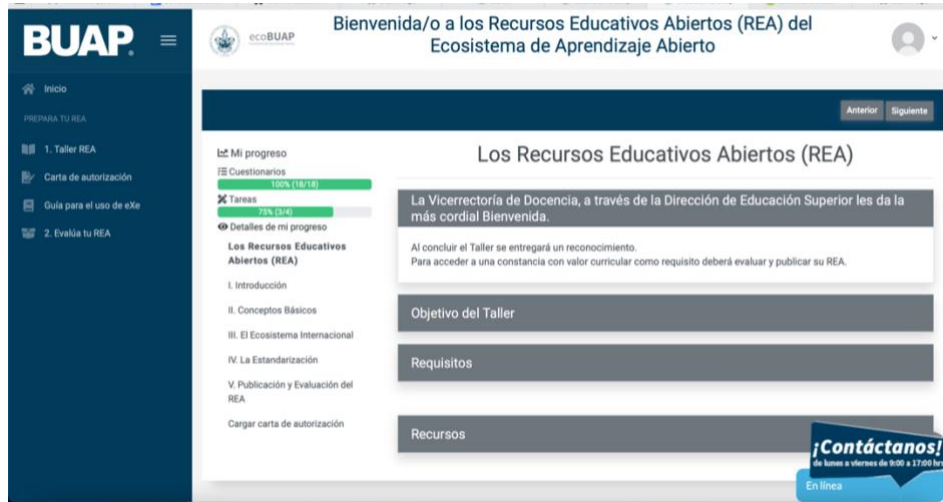


Fig. 1. Ecosistema (BUAP, 2022).

En una de las actividades de aprendizaje del curso se solicita la realización de un REA utilizando una plantilla generada en eXeLearning (véase Fig. 2).

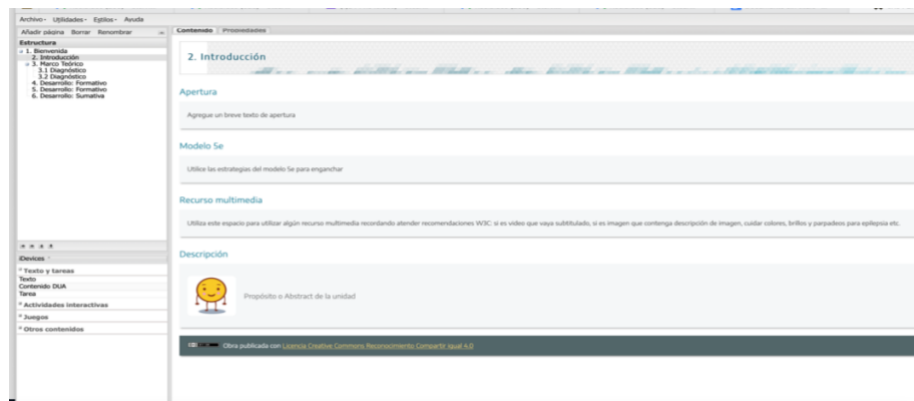


Fig. 2. Plantilla en eXeLearning para el REA (BUAP, 2022).

La actividad de desarrollo formativo de la plantilla explica el uso del aprendizaje basado en problemas mediante el Flipped Classroom o la clase invertida, el término se asocia al modelo pedagógico con base en invertir los procedimientos del proceso de enseñanza-aprendizaje; los alumnos realizan lecturas y actividades fuera de la clase y la solución de problemas se desarrolla activamente en el aula (véase Fig. 3).

La actividad formativa en la plantilla de eXeLearnig plantea la discusión para el aprendizaje basado en problemas estudiando los factores humanos para el aprendizaje de sumar para niños de 1er. año de primaria, para ello se requiere de una estructura cognitiva, elementos visuales y auditivos. ¿Cuál sería el diseño aplicando los factores humanos para propiciar el aprendizaje?

Pasos a seguir:

1. Revisar los objetos de aprendizaje para aprender a sumar a niños de primaria.
2. Analizar los elementos multimedia utilizados para el aprendizaje
3. Proponer la creación de un diseño interactivo utilizando los factores humanos para el aprendizaje de sumar a niños de primaria.
4. Atender la rúbrica para la solución del diseño del aprendizaje de sumar para niños de 1er. año de primaria.

El resultado obtenido del análisis, diseño e implementación del REA denominado los Factores Humanos permitió previa evaluación su publicación en el Ecosistema BUAP.

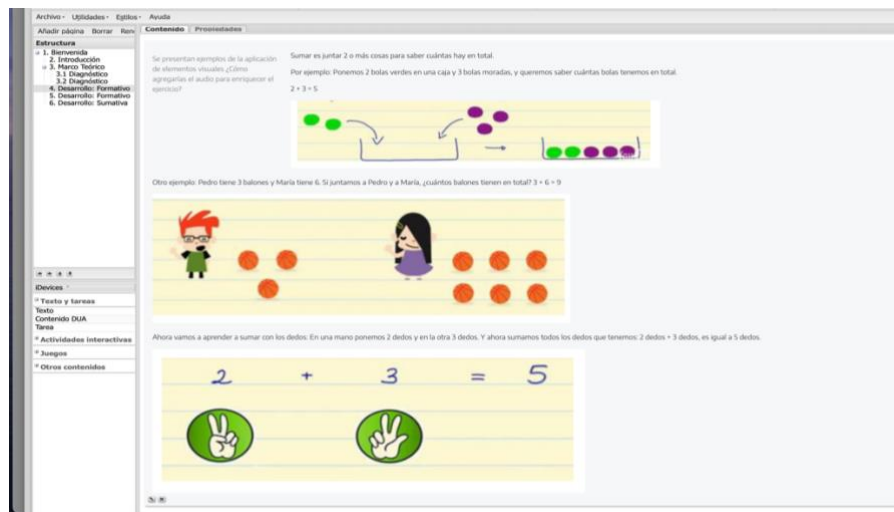


Fig. 3. Estructura del REA e implementación de la actividad formativa (BUAP, 2022).

El uso de los metadatos para la búsqueda y almacenamiento se considera en los identificadores del REA siendo el un Identificador de Objeto Digital (DOI), relacionado con el Identificador Personal (ORCID) del creador. Los metadatos del REA contienen:

título, nombre del autor, idioma, resumen, palabras claves, fecha de creación, condiciones de licencia, ORCID del autor, departamento académico, nivel de acceso y la asignatura con la que se relaciona. En otros campos se proporcionan los archivos: eXeLerning, SCROM y página Web.

4 Conclusiones

Las actividades de aprendizaje realizadas en el curso denominado los REA en el Ecosistema de la BUAP, permitió desarrollar el REA de los Factores Humanos, como material didáctico para el curso de Interacción Humano Computadora para fortalecer la práctica docente. La importancia de la estructura de eXeLearning permitió la navegación en las páginas web con contenidos interactivos y la inserción de herramientas o bloques (iDevices), facilitando el captar el interés de los estudiantes en el tema, además de las actividades de aprendizaje para resolver problemas y de investigación. El compartir los resultados de aprendizaje por parte del grupo de alumnos propicia la comprensión de otros y nuevos conocimientos; la evaluación en eXeLearning permitió evidenciar el progreso respecto a los objetivos educativos. El REA para su creación, requieren de estándares de calidad en sus especificaciones y estructura; además de los metadatos para el almacenamiento y distribución.

En trabajos futuros se requiere de realizar la evaluación del aprendizaje de los alumnos en el tema de los Factores Humanos y el diseño e implementación del REA utilizando realidad aumentada o mixta para potencializar la interacción.

Referencias

- Alassaf, N., Harfoushi, O., Obiedat, R. y Hammouri, T. (2014). Learning management systems and content management system: definitions and characteristics. *Life Science Journal*. Vol. 11. No 12: 39-41.
- Atkins, D.E., Brown, J. S. y Hammond, A. L. (2007). A review of the open educational resources (OER) movement: achievements, challenges, and new opportunities. The William and Flora Hewlett Foundation. Menlo Park, California (Estados Unidos). Disponible en http://www.hewlett.org/uploads/files/Hewlett_OER_report.pdf. Consultado el 22.03.2022.
- BUAP. (2022). Ecosistema de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en <https://ecosistema.buap.mx/vivo/>. Consultado: el 20.06.2022.
- Muñiz , P.J. y Amoros, L. (2011). "Acercamiento a los sistemas de gestión de contenidos". *Campus Mare Nostrum*. En: Congreso Internacional de Innovación Docente, Cartagena, 2011. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. p.2355-2367. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/2317>. Consultado: el 20.06.2022.

- Pinzón, J.N., Callejas, M., y Hernández, E.J. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. Vol. 7 No.1 p.p. 176-189. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26542011601>. Consultado: el 2.05.2022
- Portal, R., (2018). "Los objetos de aprendizaje (OA) para la disciplina de metodología de la investigación de los cursos de licenciatura a distancia", Revista Paidéi@. Unimes Virtual. Vol. 10. No.17. Disponible en: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/issue/view/99> Consultado: el 20.03.2022
- UNESCO. (2002). Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries: Final Report. Unesco. París (Francia). Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515.locale=es>. Consultado el 22.07.2022.
- Valdera C. (2021). eXeLearning. 2021. Disponible en <https://exelearning.net/eu/>. Consultado: el 21.06.2022.
- Zancanaro, A., Todesco, J. L. y Ramos, F. (2015). "A bibliometric mapping of Open Educational Resources". International Review of Research in Open and Distributed Learning. Vol. 16. No 1. Disponible en <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/1960/3200>. Consultado el 22.06.2022.

Capítulo 8

MIT App Inventor: una herramienta flexible para docentes y alumnos

Verónica Edith Bautista López¹, Aldrin Barreto Flores², Salvador Eugenio Ayala Raggi²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

²Facultad de Ciencias de la Electrónica

veronica.bautistalo@correo.buap.mx, aldrin.barreto@correo.buap.mx,
salvador.raggi@correo.buap.mx

Resumen. En este trabajo se comparte la experiencia obtenida con el uso de la plataforma MIT App Inventor, en la impartición de la asignatura: desarrollo de aplicaciones móviles de la Ingeniería en ciencias de la Computación de la BUAP, en el periodo de primavera 2021. Además, se expone una revisión de las prestaciones que ofrece esta plataforma. MIT App Inventor es un recurso gratuito que permite desarrollar apps para dispositivos móviles con sistemas operativo Android. Es importante señalar que durante el tiempo de confinamiento por pandemia, los docentes nos vimos en la necesidad de indagar entre nosotros y en internet acerca de recursos que nos permitieran seguir realizando nuestro trabajo, así fue como MIT App Inventor se convirtió en una opción, a medida que se fue progresando en el dominio de su entorno de desarrollo y adquiriendo mayor conocimiento acerca del potencial de su lenguaje visual de programación, se puede afirmar que no sólo es una plataforma gratis y fácil de aprender, sino que además se pueden desarrollar aplicaciones móviles complejas. Dichas características hacen a MIT App Inventor una herramienta flexible para que los docentes, sin importar el área de conocimiento, la puedan usar como recurso de enseñanza- aprendizaje en el aula de clase. Los resultados obtenidos fueron positivos, ya que a pesar de las circunstancias se logró el objetivo de aprendizaje en los estudiantes.

Palabras Clave: MIT App Inventor, Programación de dispositivos móviles.

1 Introducción

El 31 de diciembre de 2019, fue notificado el primer brote de coronavirus (COVID 19) en Wuhan (China), la Organización Mundial de la Salud (WHO) declara el surgimiento de un nuevo virus como pandemia mundial (WHO, 2020). En abril del 2020, en México se cerraron las instituciones educativas de todos los niveles con el fin de evitar contagios y disminuir el impacto negativo en los servicios de salud pública, las instituciones educativas

de todos los niveles educativos cambiamos los salones de clases físicos por una computadora o un celular y conexión a internet.

A pesar de contar con la plataforma de Microsoft Teams para la impartición de clases en línea, no fue suficiente para la asignatura: desarrollo de aplicaciones móviles. En la impartición presencial de esta asignatura, se usa la plataforma Android Studio. La cual requiere para su instalación y correcto funcionamiento ciertos requisitos de hardware que no se tenían alcance.

Tratando de dar solución al problema se investigó qué otras alternativas se podrían considerar, fue así como se llegó a la plataforma MIT App Inventor la cual ofrece diversos recursos, en su página oficial <https://appinventor.mit.edu>, que apoyan en el aprendizaje de su modelo de programación. Los estudiantes crean app's arrastrando y soltando componentes en la vista de diseño y usan un lenguaje visual basado en bloques para programar su comportamiento.

El propósito de este trabajo es compartir la experiencia adquirida con el uso de la herramienta MIT App Inventor, así como una reseña de las prestaciones que tiene para desarrollar apps completamente funcionales. MIT App ofrece diversas posibilidades no sólo para profesores de áreas relacionadas con la tecnología, sino que es posible usarla para otras áreas como matemáticas, formación humana y social, desarrollo de habilidades del pensamiento complejo, etc. Se espera que este trabajo pueda ser de utilidad a docentes con la inquietud de innovar en sus procesos de enseñanza.

Las secciones siguientes describen qué es una app, una reseña de MIT App Inventor, la interfaz de desarrollo, algunos ejemplos tipos de apps que se pueden desarrollar, la descripción de la experiencia de aprendizaje usando esta plataforma, los resultados y finalmente las conclusiones y referencias.

2 Preliminares

Una app es una aplicación de software desarrollada para dispositivos móviles, que puede llevar a cabo una o más tareas. Los dispositivos móviles representan un desarrollo tecnológico que ha mostrado un crecimiento acelerado y global (Calderón y Sánchez, 2021). Las aplicaciones móviles tienen diversas aplicaciones en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana: educación, entretenimiento, manejo de finanzas, compras, atención a clientes, etc. La omnipresencia de los dispositivos móviles hace pertinente y necesario que los egresados de disciplinas como la ingeniería en computación tengan conocimiento acerca del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles.

El sitio web oficial de MIT App Inventor es <https://appinventor.mit.edu>, se trata de una plataforma de programación en línea, es visual e intuitiva lo que permite a todos los interesados, niños, jóvenes, docentes, etc. crear rápidamente aplicaciones completamente funcionales para dispositivos móviles android, iPhone y tabletas android/iOS.

Se basa en un lenguaje de programación por bloques lo que facilita la creación de aplicaciones complejas y de alto impacto en mucho menos tiempo que los entornos de

programación tradicionales. El proyecto MIT App Inventor busca democratizar el desarrollo de software al empoderar a todas las personas (Apatton et al, 2019), especialmente a los jóvenes, a convertirse en creadores de la tecnología y no quedarse únicamente como consumidores de tecnología.

Una característica que resulta de gran beneficio es que MIT app otorga una licencia del tipo Creative Commons Attribution 4.0 International. Lo cual significa que el usuario es libre de: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, remezclar, transformar y construir para cualquier propósito, incluso comercialmente. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

App Inventor surge en 2009 como un programa piloto liderado por Google y el profesor Harold Abelson del Massachusetts Institute of Technology (MIT) (Wolber et al, 2014), fue puesto a prueba por primera vez con un grupo de estudiantes de la universidad de San Francisco en Estados Unidos, por el profesor David Wolber, quien inmediatamente se percató de la fuerza motivadora que era para la educación de la informática. Esa primera versión de App Inventor, conocida al principio como Google App Inventor, fue lanzada y publicada por Google con éxito en diciembre de 2010. Google continuó brindando el servicio hasta finales del 2011, en el mismo año Google hizo un aporte inicial de financiación al MIT y liberó su código fuente para que el MIT pudiera continuar el proyecto en la propia universidad, bajo la dirección del profesor Harold Abelson. Conforme ha evolucionado la plataforma, la versión original, que fue denominada App Inventor Classic, se fue convirtiendo en una versión más moderna y potente que saldría a luz en 2013, llamándose finalmente MIT App Inventor.

MIT App Inventor se compone de dos elementos: el diseñador de componentes y el editor de bloques, juntos forman el entorno de programación (Patton et al, 2019), a través del diseñador de componentes es posible diseñar la interfaz de usuario y conectar componentes no visibles como por ejemplo el GPS, los sensores o el sonido. Con el editor de bloques se programa el comportamiento de la app bajo determinadas circunstancias, para programar lo único que debes hacer es tomar y soltar los bloques que tengan las funciones correspondientes.

En MIT App Inventor, se codifican el comportamiento de la aplicación utilizando un lenguaje de programación basado en bloques. Hay dos tipos de bloques en MIT App Inventor: bloques para construir y bloques de componentes. La biblioteca de bloques para construir proporciona las operaciones básicas generalmente disponibles en otros lenguajes de programación, como booleanos, cadenas, números, listas, operadores matemáticos, operadores de comparación y operadores de flujo de control. Los bloques de componentes (propiedades, métodos y eventos) se utilizan para responder a los eventos del sistema y del usuario, interactuar con el hardware del dispositivo y ajustar los aspectos visuales y de comportamiento de los componentes.

Algunos ejemplos (Kamriani y Krishnendu, 2016) (Kloss, 2012) de app's que se pueden programar con esta plataforma son: videojuegos, geolocalización, lecturas de códigos de barras, reproducción de videos y música, procesamiento de mensajes de texto, control de robots vía bluetooth, comunicación con servicios web, así como inteligencia artificial y el internet de las cosas (Khan et al, 2022).

Otras instituciones de educación superior han considerado usar MIT App Inventor como una herramienta de apoyo para el aprendizaje, tal es el caso del trabajo propuesto por Jiménez y Larreal (2017), donde se investiga la factibilidad de usar esta plataforma para el aprendizaje algoritmos, cabe destacar que se evaluó la factibilidad operativa, técnica y económica, sin embargo no se presenta ningún estudio experimental del aprendizaje de los estudiantes. Por su parte, en Lozano et al (2013) se presenta un videojuego mediante el cual a través de misiones se enseña a estudiantes de nivel secundaria a programar una app en MIT app inventor, se describe detalladamente el videojuego, sin embargo, no se presentan resultados del aprendizaje.

3 Preparación del entorno de desarrollo en MIT App Inventor

En esta sección se describen la serie de pasos que los estudiantes realizaron para poder ejecutar sus apps mientras iban programándolas, así como las acciones para descargar e instalar la app en su dispositivo celular y poder compartirla con otros.

Para programar en la plataforma MIT App Inventor, los estudiantes no requirieron instalar ningún software, únicamente necesitaron internet, conectarse a la página web: <http://ai2.appinventor.mit.edu> y tener una cuenta de correo electrónico de gmail. Para ejecutar sus apps algunos estudiantes trabajaron con el emulador que ofrece la misma plataforma, otros más usaron sus teléfonos celulares. La figura 1, muestra la interfaz correspondiente al editor de bloques, aquí se hace la programación que consiste en arrastrar y soltar bloques de código, es lo equivalente a las instrucciones que se escriben cuando se usa un lenguaje de programación como Java, C, Python, etc. La figura 2, muestra la interfaz correspondiente al diseñador de componentes, que consiste en arrastrar y soltar los componentes que se desea que tenga la app.

Durante el desarrollo de la app fue necesario estar continuamente ejecutando sus aplicaciones en el dispositivo en físico o en el emulador, para quienes decidieron hacerlo en el emulador no requirieron hacer nada adicional, para los estudiantes que usaron su dispositivo móvil fue necesario descargarle la aplicación: MIT App Inventor 2, que se encuentra disponible en la App Store y en Google Play.

La aplicación antes descrita fue útil únicamente para ejecutar la app en el dispositivo móvil, para lo cual es necesario tener conectado el dispositivo móvil con la PC en la que se está usando la plataforma. Se les solicitó a los estudiantes descargar sus apps a su dispositivo y poder ejecutarlas en cualquier momento, sin necesidad de seguir conectado a la computadora, para lo cual solo se tiene que ir al diseñador y elegir una imagen para la app en la opción de icono, dentro de las propiedades. Después debes generar el archivo .apk, dando click en el menú de generar. Finalmente se generará un código qr con el cual es posible descargar la app al dispositivo.

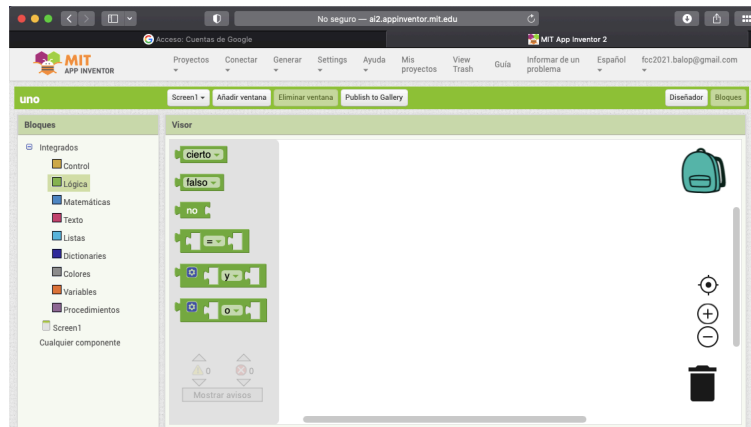


Figura 1: Interfaz de bloques de código de MIT App Inventor

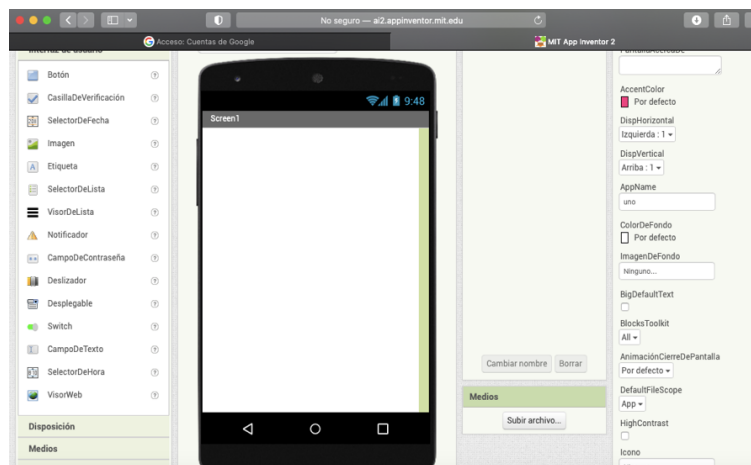


Figura 2: Interfaz del diseñador de MIT App Inventor

4 Descripción del proceso de aprendizaje usando MIT App Inventor en la asignatura desarrollo de Aplicaciones Móviles

El grupo al que se le aplicó la estrategia de enseñanza-aprendizaje fue a los estudiantes inscritos en la asignatura: desarrollo de aplicaciones móviles, con NRC's 27389 y 310828, durante el periodo de primavera 2021. El total fue de 40 alumnos inscritos.

Se programaron seis de las aplicaciones, que se presentan en el libro (Wolber et al, 2014) el cual esta disponible de forma gratuita en la página oficial de MIT App Inventor: <http://www.appinventor.org/book2>, y que se designó como libro de apoyo para alcanzar el objetivo. Los estudiantes ejercieron un rol activo en su aprendizaje, ya que éste fue 100% autodidacta, dado el contexto del momento, se consideró una opción pertinente. El libro al que hacemos referencia permite al estudiante aprender a su propio ritmo y es llevado paso a paso acerca de lo que debe hacer en la plataforma. El objetivo de la realización de estas prácticas fue que los estudiantes aprendieran a programar app's para android.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se llevó a cabo de la siguiente manera para cada una de las app's programadas:

En la sesión 1: en videoconferencia se les indicó el nombre de la app que deberían programar, los estudiantes realizaron la programación fuera del horario de clase, cuando tenían alguna duda se atendía por chat de Teams o se abría videoconferencia con el estudiante que lo solicitaba.

En la sesión 2: en videoconferencia, se proporcionó la retroalimentación necesaria acerca del reporte de prácticas previamente entregado y revisado por la docente. El reporte que los estudiantes entregaron para cada app incluyó: código de bloques, descripción del funcionamiento y capturas de pantalla en tiempo de ejecución. Este proceso se repitió durante 4 semanas, tiempo en el cuál programaron 6 app's, del libro de apoyo.

En la tabla 1, se muestra la descripción resumida del funcionamiento de cada app programada, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Nombre de la aplicación	Descripción General
1. Amazon at the bookStore	Es una app que puede leer un código de barras o un ISBN para efectuar su búsqueda en google books.
2. Presidents quiz	Es una app que muestra un cuestionario, recibe la respuesta y la válida.
3. Lady bug	Se trata de un videojuego donde un insecto debe evitar que se la coma una rana. Los movimientos del insecto son controlados por el sensor de movimiento del dispositivo.
4. No texting while driving	Es una app que envía un mensaje de auto-respuesta cuando entra una llamada al celular y el propietario del celular se encuentra manejando.
5. Mole mash	Es un videojuego en el que un topo se mueve de forma aleatoria en la pantalla, el usuario debe tocarlo antes de que cambie su posición. Cada vez que lo logra incrementa su puntuación.

6. Paint pot	Es una app que permite tomar una fotografía con la cámara y dibujar sobre la imagen capturada usando el dedo.
--------------	---

Tabla 1: Describe las aplicaciones realizadas por los estudiantes, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La figura 3 muestra la aplicación 1, programada por el estudiante José Javier Falcón Lozada, como se puede apreciar las entregas fueron realizadas en la plataforma Microsoft teams. Del lado derecho se muestra el código de bloques correspondiente y del lado izquierdo dos ejecuciones de la aplicación.

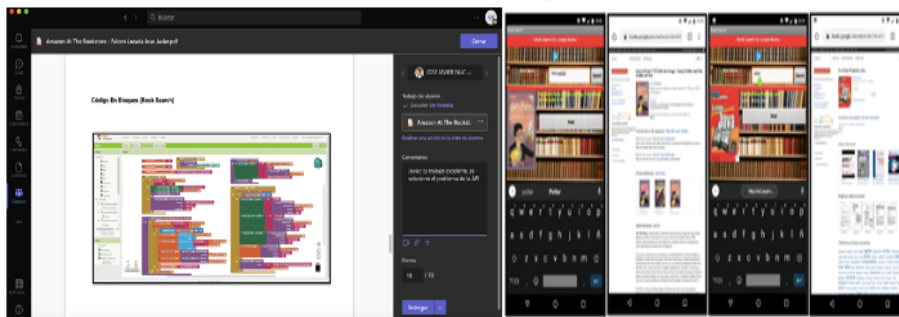


Figura 3: Código de bloques y Ejecución de la app Amazon at the bookstore (práctica), realizada por el estudiante Jose Javier Falcón Lozada, con matricula 20142140

En la tabla 2, se presenta un análisis de las entregas realizadas por los estudiantes, se reporta la cantidad de alumnos y el porcentaje equivalente, se puede observar que el porcentaje de entregas satisfactorias estuvo arriba del 62.5 %, para las seis aplicaciones. También se puede observar que las aplicaciones 1 y 4 obtuvieron los porcentajes más bajos en entregas satisfactorias, para la aplicación 1 esto se debió a que el libro hacía referencia a un servidor que ya no se encuentra disponible, la mayoría de los estudiantes resolvió el problema usando otro servidor similar, otros más simplemente reportaron el error. Para la aplicación 4 se debió a que el libro no indicaba la modificación de una propiedad en el diseñador de la interfaz, la mayoría se percató de ello y lo corrigió. En cuanto a las entregas deficientes, se consideraron así los casos en que faltó alguna parte del reporte y/o la app no funcionaba según lo descrito en el libro. En cuanto al porcentaje de los estudiantes que no entregaron, las causas fueron: falta de tiempo, no le entendieron y/o no estaban asistiendo a clases.

Nombre de la aplicación	Si programaron		No programaron
	Satisfactorio	Deficiente	
1. Amazon at the bookStore	25, 62.5%	8, 20%	7, 17.5%
2. Presidents quiz	38, 95%	0, 0%	2, 5%
3. Lady Bug	35, 87.5%	1, 2.5%	4, 10%
4. No texting while driving	33, 82.5%	3, 7.5%	4, 10%
5. Mole mash	38, 95%	0, 0%	2, 5%
6. Paint pot	37, 92.5%	0, %	3, 7.5%

Tabla 2: Análisis de entregas de app's.

Finalmente, se llevó a cabo un ejercicio de evaluación el cuál requirió que los estudiantes se mantuvieran en sesión de videoconferencia, para realizar el ejercicio se asignó un tiempo de 2 horas. La evaluación consistió en realizar una app, de elección propia, la evidencia que se solicitó fue la entrega de un reporte en el cual deberían describir el código de bloques de la app, describir el funcionamiento de la app y enviar un video de la ejecución de su app.

En la figura 4, se muestra la evaluación presentada por el estudiante Giovanni Contreras Hernández.

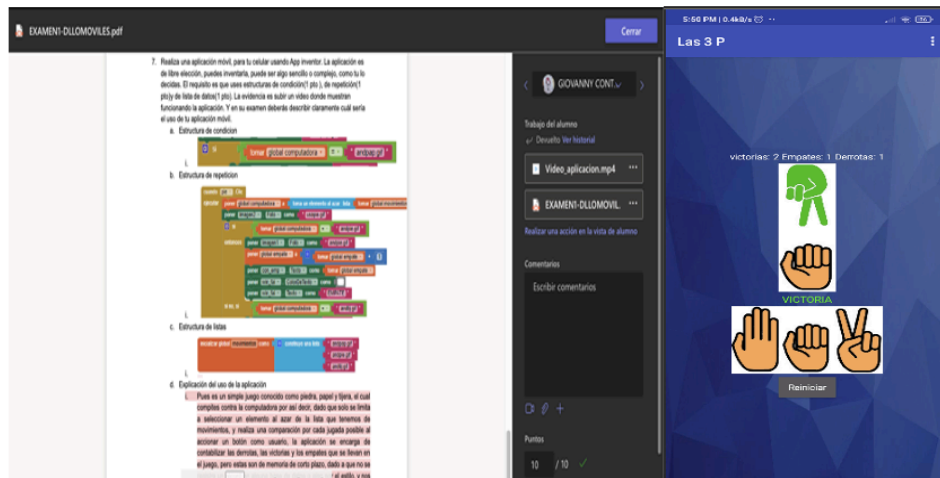


Figura 4: Código de bloques, descripción y video de la app programada (evaluación) por el estudiante Giovanni Contreras Hernández, matricula 201640754.

De los 40 estudiantes inscritos, 33 entregaron su evaluación y 7 no la entregaron, entre las causas, se pueden citar: que se encontraban trabajando, tuvieron fallas del internet, falta de computadora y abandono de la asignatura.

5 Conclusiones

MIT App Inventor fue una herramienta que proveyó lo necesario en el tiempo de confinamiento, para dar cumplimiento en la medida de lo posible al objetivo de aprendizaje planteado en la asignatura: desarrollo de aplicaciones móviles, en el periodo de primavera 2021. Los resultados obtenidos son positivos, señalan que se logró de forma general un aprendizaje en los estudiantes, que desde luego se mejorará de acuerdo a la práctica e interés que se tengan en el área. De acuerdo con los resultados obtenidos, MIT app inventor es una herramienta que puede ser bastante útil como parte de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, sin embargo hace falta más trabajo experimental que lo compruebe en un formato presencial. Los resultados nos indican las siguientes interrogantes que se podrán responder en futuras investigaciones: ¿Qué es lo más fácil y lo más difícil al programar en MIT App Inventor? ¿Qué ventajas y desventajas existen al usar una herramienta de programación basada en bloques comparando con el esquema tradicional de programación? ¿Cómo fue la experiencia de aprender a programar aplicaciones móviles de forma autodidacta y en formato virtual comparado con la forma tradicional y en formato presencial?.

Además, queda en la agenda explorar cómo MIT App Inventor, por su facilidad de operación, podría ser usado para la enseñanza por docentes de otras disciplinas.

Referencias

- Calderón, G.Y. y Sánchez, P., (2021). “Impacto del uso de dispositivos móviles en el aprendizaje de estudiantes adolescentes”, *Emerging Trends In Education*, vol. 3, pp. 31-50.
- Hsu, Y., Rice, K., y Dawley, L., (2012). “Empowering educators with Google's Android App Inventor: An online workshop in mobile app design”, *British Journal of Educational Technology*, vol. 43, pp. 1-5.
- Campriani, F. y Krishnendu, R., (2016). “App Inventor 2 Essentials”, Packt Publishing
- Khan, M.M., Alanazi, T.M., Albraikan., AA., Almalki., F.A., (2022) “IoT-Based Health Monitoring System Development and Analysis”. *Security & Communication Networks*, pp 1-11.
- Kloss, J.(2012). “Android Apps with App Inventor: The Fast and Easy Way to Build Android Apps”, Addison Wesley.
- Lozano, I., Vicent, L., y Luque, A., (2013). “Motivar y Aprender con el móvil creando una aplicación para Android, mediante una metodología lúdica, constructivista y social”. *Revista de Educación a Distancia*, pp. 1-23.
- Ortega, M., (2021) “Become an App Inventor: The Official Guide from MIT App Inventor”, *Booklist*, vol 118(7), pp. 40

- Patton, E.W., Tissenbaum, F., y Harunami, F. (2019). "Computational Thinking Education", en Patton EW., Tissenbaum M., Harunami F. (eds), *MIT App Inventor: Objectives, Design and Development* (pp. 31-49), Springer Open.
- Jimenez, N., y Larreal, A., (2017). " Aplicación Informática (App inventor): Herramienta para el aprendizaje de algoritmos". *Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo*, vol. 2, pp. 73-89.
- Ridgway, R., (2019) "Engineering design with MIT App Inventor". *Science Scope*, vol 42(9), pp. 26-29.
- Wolber, D., Abelson, H., Spertus, E., y Looney, L., (2014). "App Inventor 2: Create Your Own Android Apps", O'Reilly.
- Wolber, D., Abelson, H., y Friedman, M., (2014). "Democratizing Computing With App Inventor", *GetMobile*, vol. 18, pp. 53-58.
- WHO (2020). *Novel coronavirus (2019-nCoV): situation report-1*. *World Health Organization*. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330760>.

Capítulo 9

El uso de agente (aspiradora) en la enseñanza de la asignatura aplicaciones de control por inteligencia artificial

Verónica Edith Bautista López¹, Aldrin Barreto Flores², Salvador Eugenio Ayala Raggi²

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

¹Facultad de Ciencias de la Computación

²Facultad de Ciencias de la Electrónica

veronica.bautistalo@correo.buap.mx, aldrin.barreto@correo.buap.mx,
salvador.raggi@correo.buap.mx

Resumen. En el presente trabajo se propone el uso de un agente aspiradora con el objetivo de mejorar el aprendizaje en temas de lógica para la asignatura aplicaciones de control por inteligencia artificial que se imparte en la Facultad de Ciencias de la Electrónica. La propuesta comprende tres fases en las cuales se trabaja con los estudiantes en la siguiente manera: propuesta de implementación, revisión de avance de implementación y revisión final en software. La metodología retoma el aprendizaje basado en problemas, con el propósito de que el propio estudiante solucione el problema de implementar un agente aspiradora simple en cualquier lenguaje de programación. La estrategia se implementó en el periodo de Primavera 2022 y se realizó en equipos de trabajo mediante la plataforma Teams de Microsoft. La exitosa implementación por parte de los estudiantes permitió que los temas contemplados en el temario del curso se comprendieran de mejor manera.

Palabras Clave: agente aspiradora, inteligencia artificial, aprendizaje basado en problemas.

1 Introducción

La asignatura Aplicaciones de Control por Inteligencia Artificial es una de las materias que se encuentran en la parte final del mapa curricular de la carrera de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ciencias de la Electrónica. Esta asignatura tiene como uno de sus propósitos el aprender los fundamentos de la lógica clásica para comprender la lógica difusa y así resolver problemas de control utilizando control difuso, entre otros propósitos (Wolfgang, 2011).

La primera unidad de aprendizaje del curso está marcada como lógica clásica y se abarcan temas como los siguientes: concepto de lógica, proposiciones simples ,conectivos

lógicos, tablas de valores, cuantificadores universal-existencial, tautologías, contradicciones y reglas de inferencia.

La asignatura presenta un reto de abstracción en el sentido de que algunos conceptos son difíciles de entender, por lo cual se observan dificultades en la comprensión de estos conceptos para el desarrollo de una aplicación práctica. Aunque algunos conceptos se han utilizado en asignaturas previas como por ejemplo Sistemas Combinacionales, donde se hace uso de la lógica para resolver problemas con circuitos digitales, se han encontrado dificultades en los estudiantes a la hora de estudiar estos conceptos en un contexto de “inteligencia artificial”, ya que generalmente en la carrera se buscan implementaciones prácticas de los conceptos con el propósito de tener un aprendizaje más significativo.

Estos puntos motivaron el desarrollo de una propuesta en la cual se hace uso del aprendizaje basado en problemas para colaborar de manera activa con los estudiantes (Valle, 2010), (Moore, 2010), así como adquirir el aprendizaje de la lógica mediante el desarrollo de un agente aspiradora básico que permitió tener una aproximación de cómo utilizar los conceptos de la lógica para el desarrollo de la unidad de aprendizaje comentada anteriormente. Los aspectos que se plantean con la propuesta es la conceptualización de un agente y cómo a través de la lógica y con reglas simples se puede generar una inferencia con respecto al sentido de su ambiente externo. Así mismo se busca que el propio estudiante desarrolle su base de conocimiento del agente aspiradora y además se generen nuevas reglas que hagan más eficiente el comportamiento del agente.

2 Preliminares

El reto de desarrollar un agente en cursos donde se trabajan conceptos de la inteligencia artificial, se ha implementado con buenos resultados, como por ejemplo en (Bryce, 2011) donde se plantea un conjunto de prácticas para el desarrollo de un agente denominado Wumpus. El desarrollo de las prácticas permitió que los estudiantes se enfocaran de mejor forma a la comprensión del material del curso.

El agente Wumpus es un juego clásico que se describe en la literatura de la inteligencia artificial (Khan, 2018) y se usa como un elemento de inicio para desarrollar y apoyar la comprensión de la teoría de la lógica en el área de la inteligencia artificial.

Así mismo teniendo en consideración las virtudes del aprendizaje basado en problemas se planteó el uso de un agente más simple que el Wumpus, el cual se conoce como agente aspiradora con el propósito de incidir en un mejor aprendizaje de los conceptos de la lógica en el curso de Aplicaciones de Control por Inteligencia Artificial (Russell, 2004), (Negnevitsky, 2005).

Existen trabajos relacionados como en (Fernandes, 2016) donde se presenta una propuesta basada en aprendizaje basado en problemas para su uso en un curso de Inteligencia Artificial. Se proponen problemas asociados con el área de robótica móvil, en la cual el estudiante desarrolla soluciones de inteligencia artificial para optimizar el

movimiento de un robot en un ambiente desconocido, evitando obstáculos. Se realizan diferentes encuestas y se hace un análisis longitudinal en 3 tiempos. Se reporta un porcentaje de aceptación positiva de un 80% de las respuestas proporcionadas por los estudiantes.

Otra propuesta haciendo uso de la plataforma LEGO Mindstorms se presenta en (Cuéllar, 2011), donde se plantea el diseño e implementación de un sistema inteligente para estudiantes de ingeniería computacional a nivel licenciatura. En el trabajo se desarrollan 5 proyectos con diferentes temáticas, donde se va poco a poco aumentando la complejidad. En estos puntos resalta el proyecto 3 en el cual se trabaja con agentes reactivos y sistemas basados en reglas. Uno de los resultados interesantes es que los estudiantes le dieron una mayor importancia al aprendizaje de la teoría debido a que lo consideraron esencial para implementar los proyectos.

Otra manera de abordar la enseñanza de la inteligencia artificial, se presenta en (Vargas, 2020) donde se hace uso del aprendizaje basado en proyectos en un curso de visión por computadora. El propósito fue desarrollar habilidades de reconocimiento de imágenes haciendo uso de aprendizaje profundo, junto con aprendizaje máquina haciendo uso de problemas reales. Los resultados proporcionados demostraron el desarrollo de habilidades y técnicas relacionadas con su profesión.

Finalmente en la propuesta llamada Dustbot (Burhans, 2004) se presenta un esquema muy similar al planteado en este trabajo, pero se implementa en forma de hardware, es decir se construye un robot aspiradora haciendo uso de la herramienta Lego MindStorms. Uno de los resultados del trabajo es que se espera que se estimule el interés del aprendizaje de la Inteligencia Artificial.

En la literatura se aprecian diferentes esfuerzos enfocados principalmente en el área de la computación con implementaciones en hardware. En nuestro trabajo se pretende obtener resultados similares pero haciendo uso de la programación en un simulador, fortaleciendo el aprendizaje de la lógica a través de agentes en el área de la inteligencia artificial enfocados en la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

3 Agente Aspiradora

Un agente es una entidad que percibe su contexto a través de diversos sensores y en base a estas lecturas genera una respuesta haciendo uso de actuadores. Un esquema gráfico se muestra en la figura 1. Los dos bloques representan el agente y el contexto sobre el cual estará en acción el agente.

Este contexto permitirá que el agente pueda ir registrando diferentes percepciones y respuestas que pueden irse almacenando y que servirán para ir aprendiendo los diferentes comportamientos que le irá demandando el propio contexto sobre el cuál se va a desempeñar.

Estos comportamientos permiten definir la función del agente, donde se registra la percepción junto con la acción desarrollada. En base a estos comportamientos el agente podrá tomar una decisión en base a las percepciones recibidas.

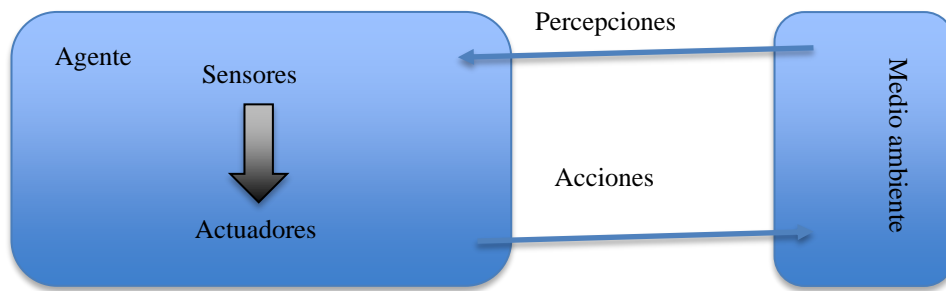
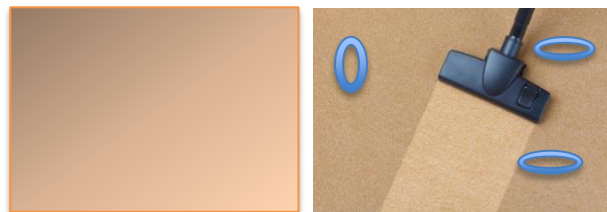


Figura 1.- Agente y su contexto

La figura 2 ilustra el mundo de la aspiradora y su espacio de trabajo está formado sólo por 2 cuadrículas, la A y la B. La aspiradora puede detectar si la cuadrícula está sucia y en que cuadrante se encuentra. Sus movimientos pueden ser hacia la derecha ó a la izquierda de tal manera que se encuentre inspeccionando cada una de las cuadrículas (Russell, 2004).

Algunas acciones que puede tener el agente son: mover a la derecha, mover a la izquierda, aspirar la suciedad ó simplemente no hacer nada. Una manera de ver la función del agente es la siguiente: estar inspeccionando las cuadrículas y en caso de que alguna se encuentre sucia proceder a la limpieza de la misma.



Cuadrícula A

Cuadrícula B

Figura 2.- Mundo de la aspiradora

Una forma de observar la funcionalidad del agente en base a una tabla, se puede apreciar en la figura 3, donde se presentan diferentes funcionalidades que tiene el agente en base a la secuencia de percepciones y la acción que se tiene por parte del agente.

<i>Estímulo</i>	<i>Respuesta</i>
[A, limpio]	Derecha

[A, sucio]	Aspirar
[B, limpio]	Izquierda
[B, sucio]	Aspirar
.....

Figura 3.- Función del agente ante diferentes escenarios presentados en su contexto

4 Metodología

La metodología comprende 3 tiempos, en los cuales se busca dar acompañamiento a los estudiantes en el sentido de aplicar la técnica de aprendizaje basado en problemas (Travieso, 2016). Los equipos de trabajo colaboran entre sus integrantes para generar una propuesta de implementación, en la cual se revisan las lluvias de ideas y se orienta en el sentido de generar una propuesta acorde a los tiempos que se necesitan para el cubrir el tema. La información de referencia está basada en libros de texto en inteligencia artificial junto con la búsqueda de información en fuentes de artículos de investigación como IEEE y la sección de Springer. Estas fuentes están disponibles dentro de la Biblioteca Digital a la que cualquier integrante de la comunidad puede acceder.

Una vez que se genera una propuesta avalada por el instructor del curso, se procede a revisar una primera implementación en software. En esta se revisa que el concepto de un agente y cómo la generación de la tabla de percepciones – acciones ha sido programada y funciona de manera parcial en este momento de la revisión. A partir de esto se vuelve a retroalimentar con una agenda con citas para cada equipo para posteriormente presentar la última etapa. En el tiempo 3 se solicita a los equipos de trabajo la generación de un video en el cual se aprecie principalmente el funcionamiento del agente, así como la implementación de las reglas que permiten tener un conjunto de percepciones – acciones.

Se debe considerar que esta metodología se presenta en un esquema semipresencial, debido a que en el periodo de Primavera 2022 se reiniciaron las actividades de manera presencial en forma escalonada. Básicamente se inició de manera virtual haciendo uso de la plataforma TEAMS y se concluyó de manera presencial.

FASE 1: PLANTEAMIENTO DE PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN AGENTE ASPIRADORA EN SOFTWARE

- Realizar equipos de trabajo en función del número de estudiantes inscritos en el curso.
- Generar una agenda de trabajo en una sesión para retroalimentación considerando un tiempo estimado de 15 minutos aproximadamente para cada equipo.
- Los equipos de trabajo deberán presentar evidencia de las siguientes preguntas:
 - 1.-¿Cómo se va a implementar el agente?
 - 2.-¿Qué lenguaje de programación se va a utilizar?
 - 3.-Propuesta del algoritmo, en diagrama de flujo ó en pseudocódigo. (idea inicial)

- 4.-Especificaciones y reglas del agente (en base al libro de texto de referencia).
- 5.-Investigación de implementaciones similares en fuentes confiables en internet.

FASE 2: AVANCE DE PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN AGENTE ASPIRADORA EN SOFTWARE

- Generar una agenda de trabajo en una sesión para retroalimentación considerando un tiempo estimado de 15 minutos aproximadamente para cada equipo.
- Los equipos de trabajo deberán presentar evidencia de los siguientes puntos:
 - 1.-Implementación del agente en software (simulación de manera gráfica del agente).
 - 2.-Algoritmo en diagrama de flujo ó en pseudocódigo.
 - 3.-Especificaciones y reglas del agente (en base a su implementación).

FASE 3: REVISIÓN FINAL

- Generar un video donde se presente y explique lo siguiente:
 - a) El contexto propuesto para el agente.
 - b) Código principal donde se vea el accionar del agente.
 - c) Código principal donde se vea la interfaz gráfica, ó en su caso la impresión con caracteres de la salida gráfica.
 - d) Funcionamiento del agente (usar RANDOM para generar los estados de manera aleatoria). Ilustrar diferentes escenarios del agente y su accionar.
 - e) Tiempo máximo para el video: 15 minutos.

5 Resultados

La aplicación de la metodología se aplicó en un grupo de licenciatura en el periodo Primavera 2022 haciendo uso de la plataforma TEAMS, los equipos se integraron de tal manera que se pudiera tener interacción con los mismos a través de agendas de horarios establecidas para cada uno de los equipos.

Las evidencias se manejaron a través de la solicitud y entrega de las diferentes asignaciones dentro de la plataforma TEAMS.

A continuación se presentan evidencias de la aplicación de la metodología propuesta.

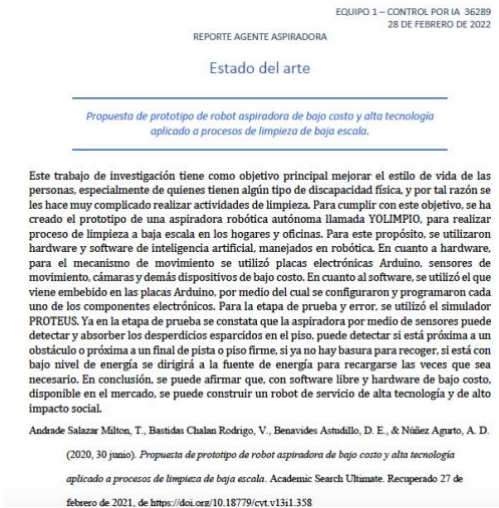


Figura 4.- Investigación del estado del arte con respecto al agente aspiradora (fase 1).

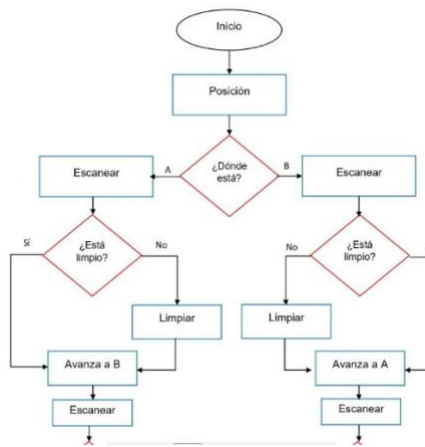


Figura 5.- Ejemplo de avance del diagrama de flujo para la programación del agente (fase 2).

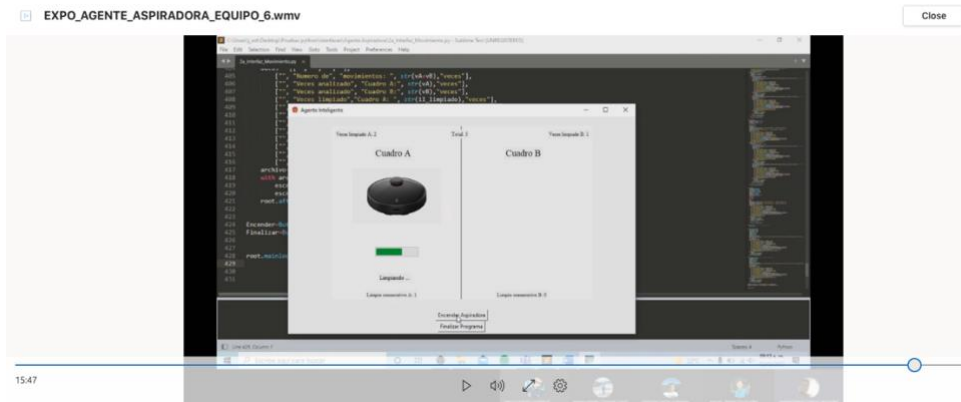


Figura 6.- Ejemplo del video que se generó en la plataforma de TEAMS donde se observa la interfaz desarrollada por el equipo 6 (fase 3). Al fondo se aprecia la implementación del código.

En general se observó que la aplicación de la metodología fue satisfactoria en el sentido de que los equipos de trabajo lograron el desarrollo de los respectivos agentes aspiradora. En algunos casos, no tan solo se planteó el escenario para dos espacios (A y B) como originalmente se establece en el mundo de la aspiradora, sino que además se desarrollaron

espacios de trabajo del agente aspiradora de más de 2 lugares, lo cual implicó un reto más. Estos puntos fueron propuestos por los propios equipos de trabajo, lo cual demostró la motivación que generó el desarrollo del programa del agente aspiradora.

Así mismo se observó también un gran interés por aprender el lenguaje Python (Cuevas, 2016),(Nolasco, 2018), aunque la mayoría de los equipos no lo conocían, demostraron mucho interés en aprenderlo y desarrollar su algoritmo en este lenguaje de programación. Este lenguaje es de suma importancia en el desarrollo de aplicaciones donde se hace uso de la inteligencia artificial para el desarrollo de programas.

Un punto también a resaltar fue el hecho de que los estudiantes incluyeron nuevos comportamientos para algunas situaciones del agente las cuales no estaban contempladas en el modelo original que se propuso inicialmente.

Se observó que de manera similar a los trabajos relacionados en la literatura, se lograron resultados similares y relevantes en la enseñanza de la asignatura. Esto es debido a que se fortalecieron los aspectos prácticos en la implementación de un agente haciendo uso de reglas simples y en su caso más elaboradas, ya que por ejemplo se plantearon reglas para mejorar el consumo de potencia del agente y evitar que siempre esté en constante movimiento. Además de lograr que los estudiantes comprendieran la generación de reglas, así como la acción a realizar en función del contexto, permitió entender la generación de una base de conocimiento. En base al perfil del estudiante del área de mecatrónica se buscaba de manera similar a los trabajos previos realizar una implementación en hardware, pero debido a la situación de pandemia, se prefirió manejarse a través de la programación, lo cual contribuyó a fortalecer las competencias computacionales que forman parte del perfil de egreso de un estudiante de ingeniería mecatrónica. Finalmente se presentan algunos comentarios obtenidos de los reportes que se fueron generando en los equipos de trabajo.

Equipo A

“La realización de este tipo de agente racional se ha logrado con éxito, cumpliendo con su objetivo de limpiar el cuarto que se encuentre sucio. Sin embargo, también se le han añadido una serie de complementos como pueden ser el conteo de las veces que se ha limpiado los cuartos, el conteo de las veces que los cuartos han estado limpios y también el registro de todo lo que ha hecho el agente.

Se concluye también Que un agente es capaz de percibir ciertas cosas de su entorno. en este caso se logró simular con éxito la percepción de basura en el cuarto en donde se haya encontrado. Con ayuda del lenguaje de programación Python y su librería Tkinter fue posible desarrollar el algoritmo y su representación gráfica, respectivamente”

Equipo B

“Los agentes inteligentes facilitan el trabajo al realizar ciertas tareas difíciles y que consumen mucho tiempo para los usuarios de los agentes. Estos agentes hacen posible la automatización de ciertas tareas. Con el aumento de los avances tecnológicos, habrá un mayor desarrollo de los agentes inteligentes. Esto se traducirá en dispositivos complejos impulsados por la IA que resolverán los retos globales actuales. Es por esto que la

importancia de este trabajo es de gran impacto, que aunque siendo un agente que solo se llevó a la simulación mediante software, no le resta el conocimiento adquirido, así como una mejor comprensión de la materia”

Equipo C

“Este mundo de la aspiradora sirvió de base para conocer e implementar las acciones de un agente racional, que pueda tomar decisiones en base a condiciones aleatorias. La utilización de un diagrama de flujo ayudó a visualizar los diferentes estados del agente y determinar cómo debería ser su comportamiento. La utilización del lenguaje de alto nivel Python fue de gran ayuda gracias a su versatilidad y facilidad a la hora de crear interfaces gráficas, simulando animaciones e insertando imágenes que ayuden al usuario a comprender de manera más fácil las tareas que la aspiradora realiza. Sin embargo, se presentó un error al simular, ya que, si la aspiradora se encontraba en el cuarto A y se generaba basura en ambos cuartos, el agente no limpiaba el cuarto A inmediatamente, sino que se desplazaba al cuarto B, limpiaba, y una vez más se regresaba al cuarto A, por lo que este caso en específico no se cumplió. Por todo lo demás el agente cumple con las tareas asignadas en base a la función random que genera condiciones aleatorias, consiguiendo poder visualizar multitud de casos posibles y cómo el agente actúa ante ellos.”

6 Conclusiones

Durante el desarrollo de la metodología se observó un gran interés por parte de los estudiantes, así como también una gran motivación para seguir aprendiendo los conceptos relacionados con la lógica clásica. Esto permitió que conforme se fue avanzando en las unidades se tuviera una mejor comprensión de las diferentes unidades temáticas del curso, así como también facilitó el aprendizaje de la lógica difusa que forma parte del curso.

Un aspecto importante fue que los estudiantes desarrollaron su conocimiento, haciendo uso de fuentes de información sugeridas en clase. Así mismo les permitió una transición más suave hacia otros temas de importancia en el curso, tales como la lógica difusa y las redes neuronales.

Otro punto importante observado fue que el desarrollo de una aplicación en software permitió que los estudiantes analizarán una aplicación de la lógica en el área de la robótica, que es un punto importante dentro de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Referencias

Bryce, D., (2011). Wumpus World in introductory artificial intelligence. J. Comput. Sci. Coll. 27, 2, 58–65.

- Burhans, Debra T., Kandefer M.,(2004). Dustbot: bringing a Vacuum-Cleaner Agent to Life, Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Accesible Hands-On Artificial Intelligence and Robotics Education. 82-84. Menlo Park, CA, AAAI Press.
- Cuéllar, M. P., Pegalajar, M. C., (2011). Design and Implementation of Intelligent Systems with LEGO Mindstorms for Undergraduate Computer Engineers, Computer Applications in Engineering Education (22), 153-166, Wiley Periodicals, Inc.
- Cuevas, A., A., (2016). Python 3: Curso Práctico, Ra-Ma Editorial.
- Cuevas, A., A.,(2018). Aplicaciones Gráficas con Python 3, Ra-Ma Editorial.
- Fernandes, Marcelo A. C., Problem-Based Learning Applied to the Artificial Intelligence Course. Computer Applications in Engineering Education (24), 388-399, Wiley Periodicals, Inc.
- Khan, G., M., (2018). Evolution of Artificial Neural Development, Studies in Computational Intelligence 725, Springer
- Moore, S., Barrett, T., (2010). New Approaches to Problem-based Learning: Revitalising your Practice in Higher Education, Taylor & Francis Group.
- Negnevitsky, M., (2005). Artificial Intelligence , a Guide to Intelligent Systems, Second Edition.
- Nolasco, V., Santiago, J., (2018). Python Aplicaciones Prácticas, Ra-Ma Editorial.
- Russell, S., J., Norvig, P. (2004).Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno Segunda Edición Pearson Educación, s.a., Madrid.
- Travieso, V., D., Calderón A., R., M., Ortiz C., T., (2016). La Enseñanza por Proyectos y el Aprendizaje basado en Problemas (ABP): Dos Enfoques para la Formación Universitaria desde una Perspectiva Innovadora, Editorial Universitaria.
- Valle, A., Escribano, G., A., (2010). Aprendizaje basado en Problemas (ABP): Una Propuesta Metodológica en Educación Superior, Narcea Ediciones, Madrid.
- Vargas, M. , Nuñez, T., Alfaro, M., Fuertes, G., Gutierrez S., Ternero, R., Sabattin, J., Banguera, L., Duran, C., Peralta, M., A., (2020) A Project based learning approach for teaching artificial intelligence to undergraduate students, International Journal of Engineering Education (36)6, 1773-1782.
- Wolfgang, E., (2011). Introduction to Artificial Intelligence, Springer.

Capítulo 10

Metodología para la elaboración de materiales educativos digitales para educación 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, czepepac, hildacz, jlcarballido7]@gmail.com

Resumen. En el presente artículo se presenta la metodología utilizada en una universidad pública de México para la elaboración de materiales educativos digitales para la educación en línea. Se describe cada etapa de la metodología, perfiles que intervienen y productos que se generan. Por último, se hace un análisis sobre cómo ha beneficiado la metodología, sus áreas de oportunidad y cómo se podría mejorar.

Palabras Clave: Material educativo digital, E-learning, Diseño instruccional.

1 Introducción

La educación en línea es una alternativa de formación para aquellos que, por cuestiones laborales, físicas, de desplazamiento, de tiempo o acceso no han podido ingresar a educación tradicional, por ser flexible y romper con las barreras de tiempo y espacio. En esta modalidad de estudio existen variables críticas a considerar entre las que se encuentra la forma de diseñar, desarrollar e implementar los materiales educativos digitales.

Los materiales educativos digitales son un factor importante de la educación en línea pues son portadores de los contenidos digitales, los cuales deben posibilitar el aprendizaje y serán los intermediarios de la interacción entre el docente y el alumno (Torres y García, 20119). Los materiales educativos digitales indican el camino a seguir para lograr la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas además de generar evidencias de que la formación se está llevando a cabo.

En este trabajo se presentan las experiencias de utilizar una metodología de elaboración de materiales educativos digitales, utilizada en una universidad pública de México que oferta 9 programas de educación superior en línea en: (1) administración de empresas, (2) comunicación, (3) contaduría pública, (4) derecho, (5) mercadotecnia y medios digitales, (6) negocios internacionales, (7) administración y dirección de PyMES, (8) contaduría y finanzas públicas, (9) procesos educativos.

A continuación, se presenta lo siguiente: en sección 2 se describen los preliminares del trabajo, se abordan los conceptos de educación en línea, material educativo digital y la

metodología de elaboración de materiales educativos digitales de una universidad pública de México. En la sección 3 se presenta un análisis de la metodología, se detectan áreas de oportunidad y se hace propuesta para mejorarla. Por último, en la sección 4 se presentan las conclusiones.

2 Preliminares

En este apartado, se presentan los preliminares del trabajo donde se describe los conceptos: educación en línea, material educativo digital además de presentar la metodología de elaboración de materiales educativos digitales que se sigue en una institución pública de México.

2.1 Educación en línea

Los términos educación en línea, aprendizaje a distancia, educación a distancia apoyado en web, e-learning y aprendizaje en línea se pueden utilizar indistintamente. García (2020) comparte diferentes denominaciones sobre educación no presencial entre las que se encuentran: estudio por correspondencia, instrucción a lo lejos, estudio en casa, autoestudio guiado, estudiar sin dejar de producir, estudio independiente, forma industrializada de instrucción, estudios externos, teleformación, educación abierta educación/enseñanza o aprendizaje virtual, educación en línea, educación basada en web, e-Learning, blended learning (aprendizaje mixto), enseñanza/aprendizaje o educación distribuida, siendo el de mayor consenso el de educación a distancia.

En la literatura se encuentran diferentes definiciones para definir la educación a distancia, García (2020) la describe como “aquella que se basa en un diálogo didáctico mediado entre docentes de una institución y los estudiantes que, ubicados en espacio diferente al de aquellos, pueden aprender de forma independiente o grupal.

García y Parto (2015) definen que se trata de un proceso formativo de naturaleza intencional o no intencional, orientado a la adquisición de una serie de competencias y destrezas en un contexto social, que se desarrolla en un ecosistema tecnológico en el que interactúan diferentes usuarios que comparten contenidos, actividades y experiencias y que, en situaciones de aprendizaje formal, debe ser tutelado por docentes cuya actividad contribuya a garantizar la calidad de todos los factores involucrados.

En la institución donde se realizó el estudio se define como:

Modalidad educativa centrada en el aprendizaje que promueve el desarrollo autónomo del alumno como un proceso mediado por las tecnologías de la información y de la comunicación, con estrategias y recursos que permiten la interacción a los diferentes actores y que tiene como fin propiciar el aprendizaje. Se realiza en tiempos y espacios distintos entre docentes facilitadores y alumnos favoreciendo la comunicación multidireccional (BUAP, 2015).

La última definición es la que se adopta en este trabajo, destacando la mediación a través del uso de las tecnologías de información y comunicación, separación de tiempo espacio entre docentes y estudiantes además del uso de estrategias y recursos para propiciar el aprendizaje.

2.2 Material educativo digital

Se refiere al conjunto de medios y recursos que utiliza el estudiante para lograr el aprendizaje esperado que incluye actividades de aprendizaje y contenidos temáticos que se presentan en forma de texto, video o multimedios.

Torres y García (2019) los definen como aquellos que reúnen medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje, que suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas.

En la institución donde se sigue la metodología presentada en trabajo se entiende como material educativo: aquel que reúne medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje que además suelen utilizarse dentro del ambiente educativo para facilitar la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas” (BUAP, 2015).

2.3 Metodología de elaboración de materiales educativos digitales

La metodología para la elaboración de materiales educativos digitales que se sigue en la institución donde se realizó este trabajo se muestra en Fig. 1. Previo a iniciar con la metodología, se debe tener un programa de asignatura desarrollado por un área de diseño curricular que contiene los objetivos de aprendizaje/competencias del curso, contenido temático y bibliografía sugerida

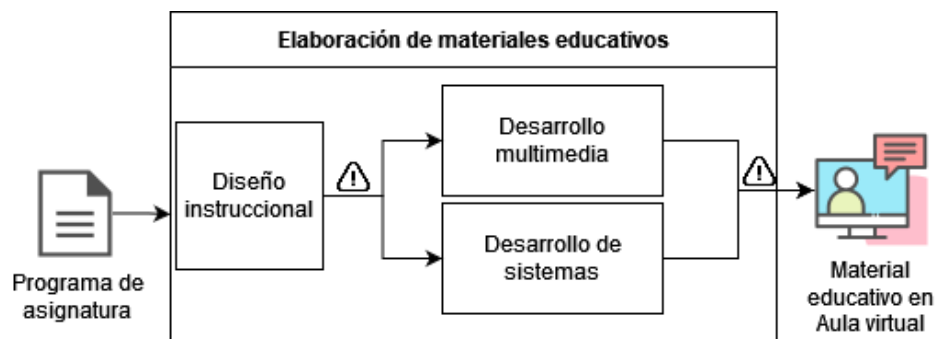


Fig. 1. Metodología de elaboración de materiales educativos

La metodología de elaboración de materiales educativos digitales consta de tres etapas que son: diseño instruccional, desarrollo multimedia y desarrollo de sistemas para obtener

como producto final un material educativo digital implementado en un sistema gestor de aprendizaje.

En cada una de las etapas intervienen 4 perfiles que son (1) el responsable de contenidos que “es un académico o experto en una disciplina avalado por alguna unidad académica, cuya función consiste en aportar su experiencia profesional especializada para la producción de materiales, recursos, espacios de interacción y actividades que conforman los ambientes de aprendizaje apoyados en TIC” (BUAP, 2015). (2) El diseñador instruccional cuya función consiste en identificar la información necesaria y suficiente que permita a quien aprende construir el conocimiento requerido, organiza la enseñanza en estructuras comprensibles seleccionando materiales, actividades, medios y evaluaciones, reconoce el valor intrínseco de los materiales y los sitúa en experiencias de aprendizaje. (3) El desarrollador multimedia quien tiene a su cargo el diseño gráfico y elaboración de las actividades, contenidos, recursos e instrumentos de evaluación siguiendo lo indicado en los guiones. (4) El desarrollador de sistemas, persona encargada de implementación del material en un sistema gestor de aprendizaje.

A continuación, se describen las etapas de la metodología.

2.3.1 Diseño instruccional

La primera etapa de la metodología es el diseño instruccional que de acuerdo con Smith y Ragan (2004) se refiere al proceso sistemático y reflexivo de traducir los principios de aprendizaje e instrucciones en planes de materiales de instrucción, actividades, recursos de información y evaluación. Esta etapa, tiene por objetivo la planificación de lo que espera logre el estudiante al concluir una asignatura. Para la realización de la planificación primero se hace un análisis didáctico en el que se lee analíticamente el programa de asignatura para poner en evidencia elementos estructurales y centrales del proceso de enseñanza que son conceptos, procedimientos y la relación sujeto-contexto. En segundo lugar, se realiza un ordenamiento de las habilidades específicas para determinar para cada una las actividades clave que permitirán su desarrollo y puesta en práctica. En tercer lugar, se establece el tipo de materiales que se utilizarán para desarrollo de cada habilidad específica. Por último, en cuarto lugar, se determina el tiempo que se requerirá para el desarrollo de cada actividad.

El análisis didáctico y ordenamiento de las habilidades se llevan a cabo a través de una reunión cara a cara entre el responsable de contenidos y diseñador instruccional que puede ser presencial o por videoconferencia. Como resultado se obtiene un bosquejo de actividades probables a desarrollar.

El tipo de materiales lo elige el responsable de contenido y se va trabajando poco a poco a través de selección o creación de contenidos propios y seguimiento de los diseñadores instruccionales.

Por último, se determina la ponderación y tiempo para entregar cada actividad.

Al finalizar la etapa de diseño instruccional se tiene como resultado un guion instruccional que contiene las secuencias de aprendizaje (actividades), recursos, instrumentos de evaluación de cada actividad, además de las especificaciones que utilizarán el desarrollador de sistemas y multimedia para la implementación del material educativo digital. En Fig. 2. Se presenta un ejemplo del guion instruccional.

Secuencia didáctica: Unidad 1. Fundamentos

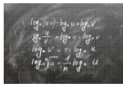
Contenido	
Introducción	1
Diagnóstico	2
Actividad 1: Aplicaciones financieras	3
Actividad 2: Exponentes y Logaritmos	6

Introducción

Para que una empresa tenga finanzas sanas debe apoyarse del uso efectivo de las matemáticas, ya que éstas expresan la relación directa entre el dinero y el tiempo, por esto, en esta unidad revisaremos los conceptos de exponentes y logaritmos.

El uso de los exponentes facilita el manejo de números grandes y se aplica principalmente en operaciones bancarias, así como en áreas económicas y financieras, donde se analizan las transacciones para conocer el estado actual de la empresa y la comparación de los intereses, capital, tasa de interés y tiempo de inversión, entre otros, conocer las propiedades, leyes y características nos permitirán tomar mejores decisiones.

Los logaritmos son números que facilitan la solución de problemas aritméticos y geométricos, están basados en propiedades numéricas. Su principal uso o aplicación se muestra en las ecuaciones de oferta y demanda, estas relaciones son fundamentales en cualquier análisis económico y para determinar el crecimiento del dinero a través del tiempo.



Diagnóstico

Responsable de Contenido		Diseñador Instruccional	
Indicaciones al estudiante	Acciones del facilitador	Instrucciones a Desarrollador Multimedia	Instrucciones a Desarrollador de Sistemas
<p>Logro esperado: Reconocer los conceptos de las matemáticas aplicadas a los negocios.</p> <p>Actividad individual:</p> <p>Indicaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resista el video ¿Qué es un exponente? 2. Responde el cuestionario diagnóstico. Dispones de dos intentos. <p>Evidencia de aprendizaje: Cuestionario respondido.</p> <p>Límite de entrega: Domingo de la primera semana del curso a las 23:55 horas.</p> <p>Evaluación: Actividad diagnóstica con valor de 5% para la calificación final.</p>	<p>Verificar la disponibilidad de los videos o de acuerdo con el cuestionario proporcionar otro tipo de material como lectura u otro video.</p>	<p>Crear UAG para las recomendaciones al facilitador.</p>	<p>En menú del curso crear área de contenidos "Acciones al facilitador" solo visible para el docente y poner UAG de recomendaciones al facilitador.</p> <p>Crear Prueba, nombrar como se indica en el libro, configure de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intentos: 2 • Mostrar preguntas en orden aleatorio • Valor de reactivos: 0.05

Fig. 2. Ejemplo de guion instruccional concluido que incluye introducción a una unidad de aprendizaje, descripción de la actividad (logro esperado, indicaciones, evidencia de aprendizaje, límite de entrega, recursos básicos y complementarios), recomendaciones al facilitador e indicaciones de diseño e implementación dirigidas a los desarrolladores multimedia y de sistemas.

2.3.2. Desarrollo de multimedia y de sistemas

Una vez concluida la etapa de diseño instruccional, se pasa a las etapas de desarrollo multimedia y diseño de sistemas que trabajarán de manera conjunta para implementar un material educativo digital implementado en un sistema gestor de aprendizaje.

La etapa de desarrollo multimedia considera la aplicación de identidad institucional a la presentación de actividades (en formato HTML), recursos y formatos que sean de autoría del responsable de contenido que incluyen presentaciones, desarrollo de temas, infografías, imágenes y esquemas.

La etapa de desarrollo de sistemas es la encargada del montaje del material en el aula virtual, crea la estructura del curso y habilita las herramientas solicitadas siguiendo lo indicado en el guion instruccional resultante de la etapa de diseño instruccional.

Una vez concluidas las etapas de desarrollo multimedia y de sistemas se somete a revisión el material educativo digital implementado en el aula virtual por parte de los responsables de contenidos y diseñador instruccional. Cuando se tiene la aprobación de la revisión se tiene por concluido el proceso. En Fig. 3, 4 y 5. Se presentan ejemplos de la conversión del guion instruccional al material educativo digital.

Unidad 1 Visión general de la macroeconomía
Habilidad: Seguimiento de estadísticas

Introducción

El curso de estudios de macroeconomía te proporcionará las bases para entender la actividad económica de un país, como futuro profesional de la Administración te permitirá entender el contexto económico del país, este conocimiento contribuye a una toma de decisiones de manera eficiente. La macroeconomía constituye un componente de la Economía que, junto a otras disciplinas, se desarrollarán las competencias para optimizar los recursos humanos y materiales de las empresas.

En esta unidad analizaremos los principales elementos que integran a la macroeconomía tales como: modelos de flujo circular que representa de manera sencilla la interrelación de los mercados, los agentes económicos, las variables económicas que interrelacionan en una economía.

Este espacio académico te permitirá analizar el ciclo económico que experimentan las economías capitalistas.

Te abrimos la puerta a esta importante área que demanda atención y conocimientos técnicos, pero que estamos seguros te darán grandes satisfacciones en tu vida universitaria y en un futuro laboral.

Actividad 1. Elementos del modelo de flujo circular
Habilidad: Seguimiento de estadísticas
Clic en el nombre de la Actividad para consultar las instrucciones para esta actividad.

Fig. 3. Ejemplo de transformación de introducción del guion instruccional a formato HTML.

Actividad 1. Elementos del modelo de flujo circular.

Logro esperado:
Definir los principales componentes de la economía.

Evidencia de aprendizaje:
Mapa de caja

Límite de entrega:
Domingo de la semana 2 a las 23:59 hrs

Evaluación:
La actividad tendrá un valor máximo de 10 puntos conforme a la lista de cotejo representará el 2% de la calificación final.

Recursos básicos:

- Ocampo L. Juana (2021) *Visión general de la economía*. Puebla Pue. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Recursos complementarios:

Indicaciones:
Actividad individual

- Revisa los recursos que se te proporcionan:
 - Ocampo L. Juana (2021) *Visión general de la economía*. Puebla Pue. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
- Elabora un mapa de caja que considere los siguientes conceptos:
 - Define el concepto de Macroeconomía.
 - Señala la función de los mercados y de los factores de producción en una economía.
 - Señala la función de las familias y las empresas en una economía.
 - Explica las funciones del flujo nominal y flujo real.
 - Integra en el mapa de caja, las variables económicas: inversión, consumo, ingreso.
 - Incluye en el mapa de caja la división de la economía en: microeconomía y macroeconomía.
- Jerarquiza y ordena de manera coherente la información incluida en el mapa.
- Usa las siguientes herramientas para hacer mapas de cajas: *Gocong*, *Piczi*, *Bubbl.us*
- Sube tu evidencia obtenida al espacio correspondiente de la Actividad en la plataforma
- Revisa los criterios de evaluación en la *lista de cotejo*.

Fig. 4. Ejemplo de transformación de actividad del guion instruccional a formato HTML.



Fig. 5. Ejemplo de estructuración del curso en el sistema gestor de aprendizaje.

3 Análisis de la metodología

La metodología se utiliza actualmente y ha resultado funcional para dar respuesta a las necesidades de materiales educativos digitales que se requieren en la institución, esta se ha ido ajustando a través del tiempo, tal es el caso de poner puntos de control después de las etapas de diseño instruccional, desarrollo multimedia y de sistemas en el que se solicita una revisión y otorgamiento de visto bueno del responsable de contenidos. Los materiales educativos digitales se encuentran implementados en los sistemas gestores de aprendizaje de la universidad donde solo tienen acceso la comunidad de la universidad.

La metodología ha permitido en promedio la elaboración de 30 materiales educativos digitales por semestre con un equipo formado por 4 diseñadores instruccionales, 2 desarrolladores de sistemas y 2 desarrolladores multimedia. El tiempo de elaboración de cada material educativo digital depende de las características de cada asignatura, habilidad del responsable de contenidos y cantidad de recursos a elaborar por parte de las áreas de desarrollo multimedia y de sistemas.

La metodología presentada, además de apoyar la creación de materiales educativos digitales que se usan en las licenciaturas de educación en línea, también se ha utilizado para cursos de capacitación docente y de empleados de empresas privadas.

Los materiales educativos digitales se han implementado en los sistemas gestores de aprendizaje Blackboard y Moodle.

Durante la puesta en marcha de la metodología se han detectado áreas de oportunidad en tres aspectos, (1) selección de responsables de contenido, (2) desarrollo e implementación de contenidos y (3) la adaptabilidad y reusabilidad del material educativo digital.

Las relacionadas con los responsables de contenido consideran que, aunque son expertos en su disciplina, existen algunos que no cuentan con competencias pedagógicas para propiciar el aprendizaje activo y social, además del desconocimiento de cómo integrar, contextualizar y evaluar los aprendizajes. También se ha detectado que algunos no cuentan con competencias de comunicación para medios digitales que incluye la producción de textos y la comunicación audiovisual. El primero referente a la creación de textos adaptados a los medios digitales que sean dialógicos, abiertos a la reflexión, a la duda y pensamiento crítico, redacción de indicaciones claras, taxativas y sintéticas, estructuración y organización de la información, uso de recursos visuales pertinentes como la tipografía, formatos de párrafo, recuadros, esquemas. El segundo referente a el saber expresarse en códigos audiovisuales con soltura, seleccionar imágenes adecuadas para transmitir, acompañar o completar un mensaje, interpretación y selección de mensajes sonoros.

De igual forma, se ha detectado que existen responsables de contenido con carencias tecnológicas que incluye el uso de herramientas de ofimática, programas de comunicación, videoconferencias, navegadores y buscadores de Internet.

Respecto a las áreas de oportunidad detectadas sobre el desarrollo e implementación contenidos del material educativo digital, se han detectado algunos errores como el caso de indicaciones que son ambiguas, herramientas mal configuradas en el sistema gestor de aprendizaje o errores en el diseño y elaboración de las actividades. Los errores en su mayoría son de tipo mecanográfico (error de dedo).

A la par, se ha detectado la necesidad de hacer más adaptables y reusables los materiales educativos digitales, pues solo se utilizan para el gestor de aprendizaje donde fueron implementados y cuando se ha tenido la necesidad de utilizarlos en otros, se ha tenido que rehacer la etapa de desarrollo de sistemas. Así mismo, las actividades son presentadas con formato HTML lo cual dificulta que docentes puedan realizar modificaciones a los contenidos.

A partir del análisis de las áreas de oportunidad se puede deducir que es necesario capacitar a los responsables de contenidos previo a iniciar la elaboración de un material educativo digital, la capacitación debe abordar aspectos pedagógicos, de comunicación y tecnológicos.

Igualmente, para atender las áreas de oportunidad sobre el desarrollo e implementación de contenidos se tiene la necesidad de incorporar dos nuevos perfiles y etapas a la metodología, la primera es la de tener el perfil y etapa de corrección de estilos para corregir errores de ortografía, sintaxis y semántica de cada oración del material educativo digital en línea para asegurar que estén correctamente construidas y se entienda la idea que se quiere transmitir. La segunda es la incorporación un perfil de analista de calidad o tester y una etapa de validación del material educativo digital, en el que se deberán ejecutar pruebas en el material educativo digital, para detectar y corregir errores que pudieran surgir después de la implementación.

La etapa de corrección de estilos se deberá realizar una vez que se tienen los guiones instruccionales resultado de la etapa previa de diseño instruccional, como salida se obtendrán los mismos guiones con los ajustes necesarios para tener una mejor ortografía, sintaxis y semántica. Para la etapa de validación la entrada será el material educativo digital

implementado en el sistema gestor de aprendizaje, la salida será el material educativo digital con correcciones de errores detectados. Con esta dos nuevas etapas la metodología quedaría como se muestra en Fig. 6.

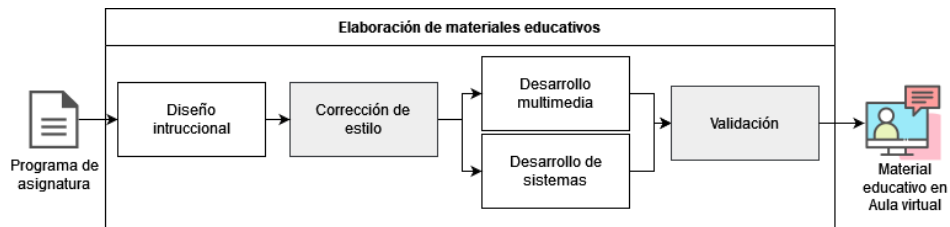


Fig. 6. Metodología de elaboración de materiales educativos con etapas de corrección de estilo y validación

Por último, sobre las áreas de oportunidad en la adaptabilidad y reusabilidad de los materiales educativos digitales, se detecta la necesidad de modificar la forma en que se desarrolla e implementan las actividades ya que actualmente se utilizan formatos poco accesibles por docentes, por lo que se debe pensar en otras formas que permitan su modificación y adaptación como es el uso de editores de recursos educativos interactivos gratuitos y de código abierto que permiten generar material educativo digital compatible con estándares de desarrollo y son fáciles de utilizar pues no se necesita saber programar además, de ser de uso intuitivo y sencillo.

4 Conclusiones

El desarrollo e implementación de materiales educativos digitales ha crecido considerablemente por el auge y aceptación que ha tenido la educación en línea y aún más por la necesidad de capacitar a estudiantes a distancia por cuestiones como la pandemia covid-19.

Las instituciones que ofertan programas de educación en modalidades diferentes a la presencial o aquellas que deseen incorporar el uso de materiales educativos digitales deben contar con una metodología de elaboración de materiales educativos digitales que guíe el trabajo de los equipos de trabajo que realicen el diseño e implementación de los materiales educativos digitales.

Las metodologías de elaboración de materiales digitales no deben seguirse al pie de la letra sino ajustarse a las necesidades de cada institución y perfiles con los que se cuente.

Será la puesta en marcha de una metodología y su evaluación constante lo que permitirá generar materiales educativos digitales de mejor calidad.

La capacitación de responsables de contenidos para que desarrollen competencias pedagógicas, de comunicación y tecnológicas es necesaria para agilizar los pasos de la metodología.

La incorporación de etapas de corrección de estilo y validación permitirá en la institución donde se implementa la metodología de elaboración de materiales educativos digitales mejorar la calidad de los recursos.

El uso de editores de recursos educativos interactivos gratuitos y de código abierto abre la posibilidad de elaborar materiales educativos digitales con mayor adaptabilidad y reusabilidad.

Referencias

- BUAP (2015). “Reglamento de requisitos y procedimientos para la admisión, permanencia y trayectoria académica de los alumnos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en modalidades alternativas”. Technical report, BUAP
- García, F. J., y Seoane, A. M. (2015). “Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario.” *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119–144.
- García, L. (2020). “Bosque semántico: ¿educación/enseñanza/aprendizaje a distancia, virtual, en línea, digital, elearning. . .?”, *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1):9–28.
- Smith, P. L., y Ragan, T. J. (2004). “Instructional design,” John Wiley & Sons
- Torres, T.E. y García A., (2019). “Reflexiones sobre los materiales didácticos virtuales adaptativos”. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(3).

Capítulo 11

Desarrollo de un simulador interactivo para explorar conceptos básicos de lógica difusa y su implementación a través de dispositivos de cómputo físico de bajo costo.

Edgar Serrano Pérez¹, Anabelem Soberanes Martín¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, México

eserranop_s@uaemex.mx, asoberanesm@uaemex.mx

Resumen. Se presenta una modalidad de aprendizaje basado en un proyecto en el marco de la asignatura de Sistemas basados en conocimientos. El objetivo general plantea que, al finalizar el curso, el alumno pueda diseñar y codificar sus propias soluciones, desarrollando los módulos que comprenden la base del conocimiento y el motor de inferencia. Tanto la base del conocimiento como el motor de inferencia se abordan dentro de las unidades temáticas de concepto de conocimiento y sistemas expertos. En este proyecto, se combina la exploración de fundamentos teóricos básicos con el desarrollo de un simulador interactivo y su implementación física codificando elementos de hardware de bajo costo. Durante el trabajo en el simulador, el alumno propone, integra e interpreta los parámetros necesarios que dan paso a la puesta en marcha de un sistema de control difuso, explorando y desarrollando los diferentes módulos que lo componen, con el objetivo de obtener un prototipo físico funcional con base en sus propios casos de estudio analizados. A través del cómputo físico los estudiantes verifican y comprueban los diseños y cálculos teóricos que realizan en cada uno de los módulos que comprenden el sistema.

Palabras Clave: Lógica difusa, simulación, cómputo físico, recurso educativo

1 Introducción

La lógica difusa es parte del área de inteligencia artificial como una de las diversas herramientas que permiten la implementación de sistemas que modelan o controlan múltiples variables de interés. Permite la representación del conocimiento de un ser humano en la toma de decisiones para modelar o controlar un sistema, a través de un dispositivo de cómputo. Se considera un área primordial de investigación activa, por lo que es común encontrar asignaturas vinculadas al aprendizaje a nivel de licenciatura y posgrado. A pesar de las múltiples aplicaciones prácticas y la gran flexibilidad en el diseño de sistemas de control difusos, generalmente el desarrollo de los enfoques de

enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, regularmente se presenta en forma de casos de estudio principalmente teóricos (Ponce et al, 2021). Esta situación limita el desarrollo de habilidades prácticas que den solución a distintos problemas del mundo real en el entorno de los alumnos. En el ámbito del cómputo educativo se han reportado numerosas aplicaciones, por ejemplo, un sistema de evaluación del desempeño de estudiantes en prácticas de laboratorio (Gokmen et al, 2010), el diagnóstico cognitivo de los alumnos (Huapaya et al, 2012), la predicción de estilos de aprendizaje (Deborah et al, 2015), el desarrollo de sistemas tutoriales (Karaci, 2019; Makram et al, 2020), así como juegos educativos (Massoud et al, 2018) y gamificación (Magaña y Organero, 2014). Los múltiples trabajos encontrados en la literatura facilitan el progreso de las diferentes actividades educativas durante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se consideró como punto de partida la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera es posible integrar elementos de cómputo físico como medios de verificación y validación de los conceptos y diseños teóricos que los estudiantes exploran durante el curso?. De esta forma, se ha implementado un proyecto de estudio práctico con elementos de bajo costo, el cual consiste en el desarrollo de un sistema de control difuso de iluminación led a partir del nivel de agua en un recipiente. El proyecto permite la exploración de conceptos básicos que forman parte de las unidades temáticas de concepto de conocimiento y sistemas expertos en la asignatura de Sistemas basados en conocimientos. La actividad vincula el desarrollo de un simulador gráfico y numérico, para el diseño de los distintos módulos que integran el controlador difuso en una hoja de cálculo. Para una consulta detallada de los fundamentos teóricos de módulos de fusificación, la base de reglas con mecanismo de inferencia y el proceso de defusificación se sugiere la revisión de la obra publicada en el tema (Bojadziev y Bojadziev, 1996; Martín, D.B.B. y Sanz, M. A., 2002; Ross, T.J., 2010).

Una de las grandes ventajas del simulador es que los estudiantes pueden ingresar y modificar parámetros y observar los cambios de forma inmediata. En este sentido, es de resaltar que a medida en que los recursos multimedia incrementan su interactividad se favorece la motivación de los estudiantes (Schulmeister, 2003).

El desarrollo de los recursos educativos vinculados permitió a 4 alumnos de maestría, la exploración de los conceptos básicos abordados en las unidades temáticas de conocimiento y sistemas expertos, a través del diseño de controladores difusos que se forman en el área del cómputo educativo.

2 Trabajos relacionados

Una manera de brindar un primer acercamiento a los conceptos y fundamentos de la lógica difusa ha sido mediante el desarrollo de un caso de estudio teórico, que ejemplifica la condición en que puede ser aplicada en circunstancias de la vida cotidiana; por ejemplo, la selección de velocidades de una bicicleta (Sobrino, 2013). Una de las principales limitantes para la implementación de los sistemas difusos académicos en hardware es el

uso de dispositivos electrónicos comerciales en forma de tarjetas de adquisición de datos y tarjetas con microcontroladores. Los altos costos para su obtención difícilmente pueden ser cubiertos por estudiantes en formación en gran parte de las instituciones públicas.

En la actualidad, este factor se ha diluido en cierta medida considerando que dispositivos de hardware de bajo costo llegan con mayor frecuencia a las distintas tiendas de electrónicos. Esta situación los convierte en elementos para la síntesis de recursos educativos accesibles para un mayor sector de la comunidad académica. En este sentido, diversas prácticas de laboratorio para la enseñanza de la lógica difusa se han descrito en el pasado (Howell et al, 2008; Salam y Ibrahim, 2020; Torres-Salinas et al, 2020).

Considerando el escenario académico actual, se ha desarrollado un proyecto que le permita a los alumnos iniciar con la exploración de conceptos básicos abordados en las unidades de conocimiento y sistemas expertos utilizando lógica difusa. El proyecto consiste en el desarrollo de un controlador lo más simple posible a fin de homogeneizar conocimientos previos en el grupo y acelerar la curva de aprendizaje de la terminología y aplicación de los cálculos correspondientes en las distintas etapas del proceso de diseño del controlador. Para la parte de desarrollo de conocimientos teóricos, se desarrolló una simulación interactiva donde los estudiantes pueden ingresar y modificar los distintos parámetros del sistema. De esta manera, pueden observar tanto de manera numérica y gráfica los resultados de los cambios de forma dinámica. Esta característica permite el monitoreo de los cálculos obtenidos en cada uno de los distintos módulos y su repercusión en el desempeño global del sistema.

En forma de medio de comprobación del diseño teórico, se implementó el mismo sistema diseñado a partir de la simulación interactiva en la hoja de cálculo utilizando un sensor de nivel de agua y una tarjeta con microcontrolador; ambos de bajo costo. El desarrollo de comprobación de diseño teórico-numérico les permite a los alumnos materializar el conocimiento en una situación de la vida real, lo cual favorece una auto reflexión para identificar los posibles puntos de mejora del desempeño del sistema y las posibles áreas de oportunidad dentro de su futuro profesional. De esta manera, los alumnos pueden ejecutar un refinamiento del desempeño o sintonización de sus sistemas, tomando como punto de partida una visión teórico-numérica con el objetivo de verificar; posteriormente, los cambios aplicados desde un punto de vista de hardware. Los resultados obtenidos de la respuesta del sistema físico, conllevan a los estudiantes a plantear una mejor elección de sensor u otra tecnología de medición, para reflexionar sobre las distintas prestaciones con las que cuentan las múltiples tarjetas con microcontroladores en el mercado actual.

3 Materiales y métodos

El proyecto se desarrolla en una modalidad de aprendizaje basado en un proyecto, con la finalidad de que los estudiantes propongan y desarrollen soluciones a problemas dentro de un contexto de la vida real. La asignatura de Sistemas basados en conocimientos es

complementaria del plan de estudios de la Maestría en Ciencias de la Computación. Para el Ciclo Primavera 2022 se inscribieron 4 alumnos. El proyecto inició en la cuarta semana del curso; una vez que se culminó con la etapa de introducción de conceptos teóricos y que la adquisición de los materiales se pudo concretar. La duración del proyecto fue de 8 semanas, al finalizar se aplicó un cuestionario tipo Likert para conocer las opiniones y percepciones de los estudiantes sobre la integración del simulador interactivo en la hoja de cálculo y su implementación a través de elementos hardware utilizados. El proyecto presentado en este trabajo se ha desarrollado por primera ocasión, por lo que los resultados del cuestionario permitirán realizar los ajustes necesarios para mejorar el desarrollo del simulador y la selección de los sistemas de hardware en la implementación física. Se eligió el aprendizaje por proyecto para fortalecer la reflexión, motivación y responsabilidad de los estudiantes en la búsqueda de distintas soluciones para resolver las diversas problemáticas del proyecto, fundamentales durante el aprendizaje de asignaturas con contenido matemático. Se utilizó una hoja de cálculo para el desarrollo de un simulador interactivo en forma de herramienta educativa, para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las características propias de la hoja de cálculo permitieron diseñar e implementar tanto numérica y gráficamente, un sistema de control difuso de intensidad luminosa de un diodo Led a partir de la altura de agua en un vaso. El controlador desarrollado se implementó con los módulos de fusificación, la base de reglas y el módulo de defusificación. La implementación en la hoja de cálculo permitió utilizar la plantilla de celdas en formato de un sistema de simulación interactivo donde los alumnos pudieron implementar sus propios sistemas utilizando los datos capturados con el sistema físico a fin de desarrollar sus diseños del esquema de control.

La entrada del sistema de control se determinó a partir de la medición de la altura de agua en un vaso empleando un sensor de nivel de agua de bajo costo. El sensor provee una señal de voltaje analógico que es convertida a digital utilizando una tarjeta con microcontrolador. Una vez que la señal es convertida a digital se utiliza dicho valor para definir la entrada al sistema de control. Durante la experiencia de implementación de esta práctica, un alumno contaba previamente con una tarjeta basada en Arduino Uno, 2 alumnos adquirieron la ESP8266 y una alumna más la ESP32.

Los alumnos en general no contaban con experiencia en el manejo de sistemas de cómputo físico, algunos tenían con nociones básicas de electrónica digital por lo que fue requerido en un inicio, la consulta de los diagramas de distribución de pines para cada una de las tarjetas. Otro punto significativo es que se consideró necesaria una revisión en el lenguaje de programación Arduino para habilitar la captura de datos a través del módulo de conversión analógico digital. Este proceso se realizó previamente a la implementación del sistema basado en lógica difusa para cada una de las tarjetas con microcontrolador utilizadas. Otro punto relevante fue necesario revisar los procesos de carga e instalación de librerías de las tarjetas ESP8266 y ESP32.

El primer paso para la implementación del controlador difuso en el simulador fue el desarrollo del módulo de fusificación, por lo que se obtuvieron los parámetros de las funciones de membresía de la variable de entrada denominada "Altura". El sensor puede detectar una medición física de hasta 4 cm, pero no es recomendable llegar al límite por lo

que se pidió a los alumnos seleccionar el rango de medición y el número de funciones de membresía a partir de mediciones en puntos discretos del sistema. El proceso permitió la definición del universo del discurso de la variable de entrada y los parámetros de las funciones trapezoidales o triangulares propuestas por cada alumno.

Los valores obtenidos directamente de la medición con el sensor y la tarjeta con microcontrolador fueron los parámetros centrales de las funciones de membresía triangulares. La hoja de cálculo se programó de manera que sea posible la implementación de funciones de membresía de tipo trapezoidales y triangulares. Con la definición de los parámetros de las funciones de membresía de entrada, se creó un gráfico que engloba todas ellas, además, se incluyó la gráfica de la función de entrada con forma de una línea recta en posición vertical. Este proceso favoreció que los alumnos pudieran interactuar con la simulación, para definir sus propios parámetros de las funciones de membresía y visualizar la forma y distribución de cada una en el universo del discurso de cada variable. El nombre de cada función de membresía tuvo asignado un determinado color, mismo que se utilizó en el gráfico para una mejor identificación.

La inclusión de la entrada en el gráfico les permitió a los alumnos visualizar gráficamente los puntos de intersección de la entrada con las funciones de membresía. Este proceso corresponde con el cálculo numérico de los grados de membresía de cada función, es decir la fusificación. Se favoreció el entendimiento de módulo de fusificación de la entrada, de modo que el alumno puede visualizar gráficamente la representación del cálculo obtenido numéricamente y poder correlacionar el número con los puntos de intersección en el gráfico. Para la obtención del rango la variable lingüística de salida PWM, se colocó un led a la salida de la tarjeta con microcontrolador y se probaron diferentes valores de PWM a fin de que pudiera ser identificable las diferentes intensidades de iluminación de acuerdo con cada valor de salida utilizado. Algunos alumnos prefirieron utilizar directamente el led soldado a la tarjeta con microcontrolador. Los valores discretos obtenidos fueron 50, 250, 450, 650, 850 con los que se obtuvieron diferentes intensidades de iluminación identificables para el ojo humano. De esta manera, correspondieron con el central de cada función de membresía de salida. Se procuró que la forma de las funciones de membresía de salida fuera triángulos simétricos, lo cual puede reducir la complejidad del proceso del cálculo en el módulo de defusificación al aplicar el método del promedio ponderado.

La base de reglas se creó utilizando la estructura del tipo If ... else. Se aplicó una asignación directa para ejecutar el mapeo de cada una de las entradas hacia cada una de las salidas, de manera que la primera regla relaciona la primera entrada con la primera salida y así sucesivamente hasta la definición de las 5 reglas.

Al gráfico que muestra las funciones de membresía de salida, se añadieron líneas punteadas que representan los resultados del proceso de agregación, a fin de proporcionar al usuario un medio de visualización del conjunto difuso formado una vez que se aplicaron las reglas difusas del sistema. Una vez realizado el proceso de defusificación, que representa la salida nítida del sistema, se graficó una línea representativa de dicho valor. Este proceso le permite al alumno visualizar la ubicación geométrica del valor que

representa el área generada por el conjunto difuso de salida obtenido del proceso de agregación, tal y como se observa en la Fig. 1.

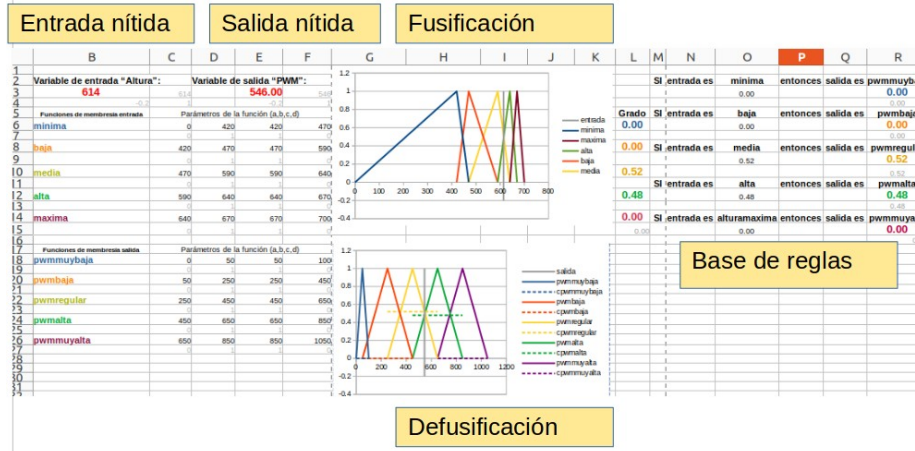


Figura 1: Simulación del sistema basado en lógica difusa en la hoja de cálculo.

Una vez verificado el diseño del controlador a través del simulador en la hoja de cálculo se procedió a la implementación del sistema empleando elementos de cómputo físico. Se programaron las tarjetas con microcontrolador utilizando la librería eFLL, la cual es compatible con las distintas tarjetas utilizadas durante la sesión.

La definición tanto de las funciones de membresía de las variables lingüísticas de entrada y de salida se realizó definiendo los mismos 4 parámetros utilizados en la hoja de cálculo, con la característica que fue necesario repetir los parámetros b y c para obtener una función de tipo triangular. Para la conexión del sensor a la tarjeta con microcontrolador solo fue necesario utilizar 3 cables. Opcionalmente se requirió la conexión de un diodo led y una resistencia, aunque algunos estudiantes utilizaron el led soldado a la misma tarjeta con microcontrolador. A través del monitor serial del entorno de desarrollo Arduino se imprimieron los resultados de lectura del sensor, que representa la entrada nítida del sistema. En este sentido, también la salida del valor de PWM que representa la salida nítida del sistema, a manera de ejemplo los resultados obteniendo de la implementación son observados en la Fig. 2.

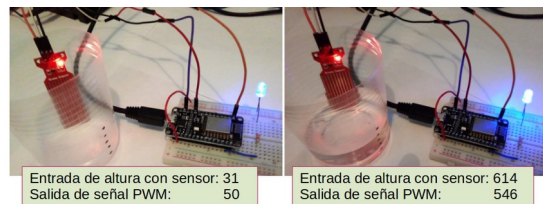


Figura 2: Prueba de funcionamiento con elemento sensor de nivel de agua.

4 Resultados

Para conocer la opinión y percepción de los alumnos sobre la integración del simulador interactivo y los elementos de cómputo físico utilizados para el desarrollo del proyecto, se aplicó un cuestionario de opción múltiple tipo Likert, con 5 posibles opciones: 1-Muy en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Neutral, 4-Algo de acuerdo y 5-Muy de acuerdo. La serie de 10 preguntas que representan el contenido del cuestionario fue el siguiente:

- 1.- Considero que la hoja de cálculo puede ser utilizada como una herramienta interactiva para el diseño de distintos sistemas basados en lógica difusa.
- 2.- El ajuste de parámetros en las funciones de membresía de entrada y salida es sencillo e intuitivo a través de su implementación en las celdas de la hoja de cálculo.
- 3.- El sistema gráfico de representación de los procesos de fusificación y defusificación provee información visual suficiente que facilita la interpretación geométrica y numérica de cada proceso.
- 4.- Se requieren conocimientos previos en cada uno de los módulos que componen un sistema basado en lógica difusa para desarrollar e interpretar los resultados de la simulación en la hoja de cálculo.
- 5.- El uso de distintos colores facilita la interpretación geométrica de cada una de las operaciones numéricas que se realiza en los distintos módulos del sistema basado en lógica difusa.
- 6.- La programación de funciones lógicas (if-else) y operaciones de cálculo en las celdas de la hoja de cálculo me resultó sencilla.
- 7.- Considero importante la demostración de conceptos teóricos a través de la implementación de sistemas reales de bajo costo a través del uso de electrónicos como sensores y microcontroladores.
- 8.- La implementación física de un sistema de lógica difusa con microcontrolador me permitió reforzar los conceptos teóricos aplicados al control de un sistema físico real.
- 9.- La conexión física de los distintos elementos electrónicos de bajo costo me resultó sencilla.
- 10.- La programación en lenguaje Arduino de un sistema de control de lógica difusa se facilita al utilizar una librería especializada como la eFLL.

Los resultados obtenidos se agruparon en un diagrama de caja y bigotes utilizando el lenguaje R, el cual se muestra en la Fig. 3.

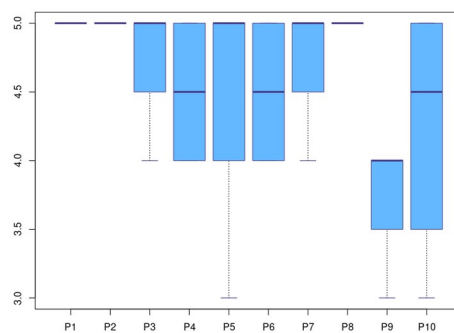


Figura 3: Opiniones de los estudiantes al realizar el proyecto que incluyó el desarrollo del simulador y la implementación física.

Las preguntas 1, 2 y 8 recibieron la mejor percepción posible. Los comentarios relevantes para la pregunta 1 de los estudiantes indican que la hoja de cálculo les resultó en general fácil de utilizar, admitieron verificar gráfica y numéricamente los elementos en una forma dinámica y el uso de colores hace que la simulación sea más interactiva. En la pregunta 2, los comentarios relevantes fueron que la hoja de cálculos les permitió automatizar los cálculos y obtener resultados inmediatos, lo que permite reducir el tiempo de diseño. Los comentarios durante la respuesta de la pregunta 8, indicaron que la implementación física del sistema les admitió poner en práctica lo aprendido teóricamente, permitió clarificar conceptos y la práctica reforzó lo aprendido.

En el cuestionamiento 3 se observó que, de forma generalizada para los alumnos, el sistema gráfico les facilitó la interpretación e identificación geométrica de los datos numéricos. Los comentarios obtenidos de la pregunta 4, indican que es necesario el conocimiento teórico previo del proceso de diseño del controlador a fin de conocer las operaciones matemáticas que se implementan en cada uno de los módulos desarrollados. La pregunta 5 tuvo en su objetivo conocer la influencia del uso de distintos colores en el simulador interactivo, los comentarios indicaron que facilita la distinción de cambios y lugares de intersección para el caso de la entrada nítida a fin de obtener los grados de membresía, un alumno mencionó que el uso de colores permitió un mayor orden en los datos, pero no es algo determinante, ya que depende de cada individuo. La pregunta 6 recibió comentarios en los que se indica que en general se ha tenido experiencia previa en la programación de las celdas con sentencias lógicas, pero la falta de práctica puede dificultar su implementación.

En la pregunta 7 los comentarios relevantes señalaron que el hecho de demostrar la teoría con la práctica les permitió definir “para qué es” y la forma en que puede ser implementado en un sistema real. Los comentarios recibidos en la pregunta 9 son contrastantes, por un lado, se indicó que la conexión es sencilla, pero se debe tener cuidado de no dañar los componentes. Para la conexión solo fue necesario utilizar 3 cables. La pregunta 10 recibió comentarios en lo que se indica que el uso de librerías son herramientas que deben ser aprovechadas para reducir el tiempo de implementación, no obstante, el proceso de instalación de estas para algunos estudiantes resultó una tarea laboriosa. De los resultados obtenidos en el cuestionario, se observa que los indicadores de las preguntas 9 y 10 requieren una mayor atención, ambos relacionados con los procesos de conexión y programación de hardware, por lo que se diseñarán estrategias para fortalecer el diseño de circuitos digitales y analógicos en los siguientes cursos. Se observa que los indicadores de las preguntas 4, 5 y 6 están relacionados con el desarrollo del simulador en la hoja de cálculo, por lo que será necesarios realizar ajustes que faciliten la interpretación de los conceptos teóricos a través del simulador. Como parte de los resultados de esta primera experiencia en el desarrollo del proyecto, el aprendizaje por proyectos le permitió a los alumnos fortalecer los procesos de toma de decisiones, por ejemplo durante el proceso de ajuste de parámetros para definir la geometría de las funciones de membresía tanto de entrada como de salida, así como la definición del sistema de reglas de inferencia difusa. Por otro lado, los procesos de reflexión se favorecieron al utilizar herramientas visuales y numéricas con las que los estudiantes

pueden identificar posibles fallas durante la definición de sus procesos. Además, el aprendizaje por proyecto presentado, le permitió a los estudiantes vincular distintas herramientas tecnológicas, tanto de software como de hardware a fin de integrar distintos elementos computacionales que permiten la solución de problemas del entorno real de los estudiantes.

5 Conclusiones y trabajo futuro

Se ha desarrollado un proyecto que permite a través de su implementación, la exploración de conceptos básicos y fundamentales de los sistemas basados en lógica difusa. La implementación se llevó a cabo utilizando cómputo físico. En una hoja de cálculo se desarrolló un simulador interactivo donde los estudiantes pueden diseñar y modificar los distintos parámetros de cada uno de los módulos que integran el proceso. Los alumnos logran vincular los resultados numéricos con la representación gráfica que tiene cada bloque del sistema de forma automática. El desarrollo del simulador interactivo admite diseñar a partir de datos experimentales que los alumnos obtienen directamente de su proceso y la selección de los rangos de operación de las variables de entrada y salida que cada uno de ellos propone. El sistema de adquisición de datos de bajo costo para la caracterización se implementó con un sensor de nivel de agua y una tarjeta con microcontrolador. El costo promedio para la adquisición de los dispositivos electrónicos se ubica por el momento debajo de los \$200.00, permitiendo su implementación en gran parte de instituciones y centro académicos públicos.

El proyecto educativo fue desarrollado por 4 alumnos de maestría, sus opiniones fueron recopiladas mediante un cuestionario de 10 preguntas con respuestas de opción múltiple tipo Likert para conocer sus percepciones sobre el desarrollo del proyecto. Se obtuvieron comentarios positivos que permiten visualizar las ventajas de implementar el proyecto, tanto para la parte de diseño del sistema a través del simulador interactivo en la hoja de cálculo para el desarrollo del sistema físico. El simulador interactivo les permite a los estudiantes proponer y explorar los parámetros iniciales de diseño teórico para la construcción de un sistema basado en conocimientos. El cómputo físico es un medio de soporte para poner en funcionamiento el sistema en el mundo real, donde el estudiante observa y percibe la respuesta de su diseño, entrando en un proceso de retroalimentación y reflexión para sintonizar los parámetros iniciales, en un ciclo de búsqueda por una mejor solución. A trabajo futuro se planea mejorar el desarrollo del simulador interactivo, por un lado, con la inclusión de más formas para definir distintas funciones de membresía. Por otro lado, el uso de distintos tipos de módulos de defusificación, además de habilitar el diseño de sistemas con múltiples entradas y salidas, situación en la cual la lógica difusa presenta sus mayores virtudes para el modelado y control de sistemas multivariados.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de CONACYT a través de “Estancia Posdoctoral Académica 2021”.

Referencias

- Bojadziev, G., y Bojadziev, M. (1996). "Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications", vol. 5. World Scientific. <https://doi.org/10.1142/2867>
- Deborah, L. J., Sathiyaseelan, R., Audithan, S., y Vijayakumar, P. (2015). "Fuzzy-logic based learning style prediction in e-learning using web interface information", *Sadhana*, vol. 40 (2), pp. 379–394. <https://doi.org/10.1007/s12046-015-0334-1>
- Gokmen, G., Akinci, T. Ç., Tektaş, M., Onat, N., Kocyigit, G., y Tektaş, N. (2010). "Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy logic", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 2(2), pp. 902–909. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.124>
- Howell, A. L., McGrann, R. T. R., y Eckert, R. R. (2008). "Teaching concepts in fuzzy logic using low cost robots, PDAs, and custom software", *2008 38th Annual Frontiers in Education Conference*, T3H-7-T3H-11. <https://doi.org/10.1109/FIE.2008.4720346>
- Huapaya, C. R., Lizarralde, F. A., y Arona, G. M. (2012). "Modelo basado en Lógica Difusa para el Diagnóstico Cognitivo del Estudiante", *Formación universitaria*, vol. 5, pp. 13–20.
- Karaci, A. (2019). "Intelligent tutoring system model based on fuzzy logic and constraint-based student model. *Neural Computing and Applications*", vol. 31(8), pp. 3619–3628. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-3311-2>
- Magaña, V. C., y Organero, M. M. (2014). "The Impact of Using Gamification on the Eco-driving Learning", in C. Ramos, P. Novais, C. E. Nihan, & J. M. Corchado Rodríguez (Eds.), *Ambient Intelligence—Software and Applications*, pp. 45–52. Springer International Publishing.
- Makram, S., Mourad, A., Adnane, G., y Karim, D. (2020). "Adaptive tutoring system based on fuzzy logic", *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms*, vol. 16(2), pp. 132–144. <https://doi.org/10.1504/IJAIP.2020.107010>
- Martín, D.B.B., y Sanz, M. A. (2002). "Redes neuronales y sistemas borrosos (2ª ed.)", Alfaomega, Ra-Ma.
- Massoud, R., Poslad, S., Bellotti, F., Berta, R., Mehran, K., y De Gloria, A. (2018). "A Fuzzy Logic Module to Estimate a Driver's Fuel Consumption for Reality-Enhanced Serious Games", *International Journal of Serious Games*, vol. 5(4), pp. 45–62. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v5i4.266>
- Ponce, P., Mendez, E., y Molina, A. (2021). "Teaching fuzzy controllers through a V-model based methodology", *Computers & Electrical Engineering*, vol. 94, 107267. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107267>
- Ross, T.J. (2010). "Classical Relations and Fuzzy Relations", in *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, pp. 48–88. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119994374.ch3>
- Salam, P., y Ibrahim, D. (2020). "An educational fuzzy temperature control system", *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 10(3), pp. 2463–2473. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i3.pp2463-2473>
- Schulmeister, R. (2003). "Taxonomy of Multimedia Component Interactivity A Contribution to the Current Metadata Debate Preliminary Remark", *Studies in Communication Sciences. Studi di scienze della comunicazione*, vol. 3(1), 61–80.
- Sobrinho, A. (2013). "Fuzzy Logic and Education: Teaching the Basics of Fuzzy Logic through an Example (by Way of Cycling)", *Education Sciences*, vol. 3(2), pp. 75–97.
- Torres-Salinas, H., Rodríguez-Reséndiz, J., Estévez-Bén, A. A., Cruz Pérez, M. A., Sevilla-Camacho, P. Y., y Perez-Soto, G. I. (2020). "A Hands-On Laboratory for Intelligent Control Courses", *Applied Sciences*, vol. 10(24). <https://doi.org/10.3390/app10249070>

Capítulo 12

Jugando y aprendiendo matemáticas 3

Hilda Mejía Matías, Omar Torres Acuitlapa, Meliza Contreras González,
Brayan Noe Estrada Beristain

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación

{hilda.mejia,omartorresa,meliza.contreras}@correo.buap.mx,
brayan.estradab@alumno.buap.mx

Resumen. Las tablas de multiplicar han sido un dolor de cabeza tanto para niños y padres de familia durante su aprendizaje, en este trabajo se muestra el desarrollo y resultados preliminares de una aplicación web para la enseñanza de éstas, utilizando un famoso juego de mesa bien conocido como memorama, juego fácil y divertido, desarrollado con interfaces y gráficas balanceadas entre rendimiento y apariencia, siempre orientado a un desarrollo intuitivo y dinámico, la cual se podrá utilizar desde cualquier plataforma a través de un navegador web. Esta aplicación se enfoca en la práctica entretenida y amena de las tablas de multiplicar con el objetivo general de ser una herramienta que permita que los alumnos de tercero de primaria en cualquier momento, sin necesidad de un adulto disfruten y se diviertan al jugar mientras practican y aprenden.

Palabras Clave: Juego de memoria, Multiplicaciones, Responsivo.

1 Introducción

El origen de la multiplicación fue por la necesidad de encontrar un método para saber cuántos animales o cuántas siembras poseía un individuo (egipcios, sumerios y otros) pero actualmente los niños no sienten o no tienen la necesidad de aprender las tablas de multiplicar y tal vez solo las aprenden por acreditar el ciclo escolar o por ser alagados por sus padres, (Gairin,1990). En la educación básica nivel primaria, uno de los temas importantes que se enseña es la multiplicación, para aprender a realizar las multiplicaciones, primero debemos aprender las tablas de multiplicar, (Pitluk et al, 2020), (Reina Ortiz, 2013). De acuerdo con la experiencia de distintos estudiantes las tablas se han aprendido mediante la memorización y en la actualidad no ha cambiado mucho, ya que platicando con algunas madres y/o padres de familia la mayoría coincidió en que los niños de hoy aún siguen memorizando para aprenderlas y no solo por exigencia de los maestros, sino también por los padres de familia.

Como adultos sabemos que el pensamiento, motivación y necesidades de los niños son distintos a la de los maestros y padres de familia ya que ellos quieren jugar, divertirse y no realizar algo muy difícil y aburrido que no entienden. Para aprenderse las tablas de multiplicar, se recurre a la técnica de repetición considerando el tiempo y las veces necesarias para memorizarlas, además que en la actualidad existen varias herramientas para el aprendizaje de las tablas de multiplicar, como relacionando las columnas, memoriza y contesta, por medio de videos y otros medios.

Una de las ventajas de los video juegos es que los niños pueden ingresar de forma rápida y fácil. Respecto a las tablas de multiplicar existen distintas aplicaciones (Matemáticas: Multiplicación, 2020), (Tablas de multiplicar y Math-E, 2022) o ambos (Mates Montessori Multiplicar, 2016) pero que en otro dispositivo como una PC no se podría ejecutar tan fácilmente y otros alojados en sitios web que cuentan con varias herramientas, pero de manera separada y sin una secuencia (juegos-tablas-de-multiplicar, 2022).

Tomando en cuenta que en la mayoría de los hogares contamos con algún juego de mesa y el memorama es un ejemplo de éste, el cual es un juego fácil y entretenido, que se puede jugar con niños pequeños.

En este trabajo se muestra el desarrollo, implementación y resultados de una aplicación que permite aprender las tablas del 1 al 6 de una manera atractiva al usuario, “Jugando y Aprendiendo Matemáticas 3” es un juego multiplataforma orientado a aprender y practicar de manera divertida las tablas de multiplicar, el videojuego tiene 5 tablas de multiplicar diferentes: 2, 3, 4, 5 y 6, con la cuales podrán relacionar los valores de las tablas faltantes. La estructura y reglas del juego se basan en las del clásico juego memorama o memoria. Dicha aplicación se presenta de una manera fácil y sencilla para el tipo de usuario para quién se desarrolló.

Actualmente existen diversas formas de abordar esta temática con los niños, una de estas formas es haciendo uso de la tecnología, por esa razón en este trabajo se presenta el desarrollo de la aplicación (sección 2), posteriormente se presentan los resultados de la experiencia de uso (sección 3) y por último se realiza la discusión de resultados y conclusiones (sección 4).

2 Diseño e implementación

En esta sección se presenta de manera resumida las condiciones del juego, así como las herramientas utilizadas para su desarrollo y las metodologías empleadas, mostrando el producto final

2.1 Estructura del juego

El juego presentará al usuario un tablero de 20 tarjetas con temáticas distintas, que se adaptará de acuerdo con la pantalla del dispositivo considerando el diseño responsivo, ya sea que se juegue en computadora, celular o tableta para así continuar con la dinámica clásica del juego. Al usuario se le permitirá voltear un par de cartas a su elección, de ser ambas cartas iguales o en este caso correspondiente la multiplicación y el resultado, se mantiene dicho par desbloqueado, de no ser así, ambas cartas mantienen su posición, pero se voltean en espera de encontrar su par correspondiente.

El juego premiará al usuario con recursos audiovisuales al encontrar todos los pares del tablero dentro del tiempo establecido o de lo contrario le notifica al usuario que ha perdido y reinicia el nivel.

Se determinaron las siguientes categorías por nivel

- Tabla del 2 - Temática del viejo oeste
- Tabla del 3 - Temática del espacio
- Tabla del 4 - Temática medieval
- Tabla del 5 - Temática del océano
- Tabla del 6 - Temática cultura Azteca

2.2 Implementación

Los sistemas web se desarrollan para acceder desde cualquier lugar, siempre y cuando se tenga un navegador web y el servicio de internet, por lo cual se utilizaron las siguientes herramientas para su desarrollo.



Fig. 1. Página principal.

HTML5 (HyperText Markup Language) que es un lenguaje que permite describir hipertexto, el cual se presenta de forma estructurada, con enlaces que conducen a otros documentos, páginas o fuentes de información relacionadas, y con inserciones multimedia como gráficos, sonido, etc, (Josa, 2016). Ajax es un proceso que permite realizar peticiones a un servidor de manera asíncrona y que a la vez permite insertar, actualizar, eliminar u obtener información (Javascript, 2022) y por último Phaser que es un framework de juego para HTML5 de código abierto, que ofrece WebGL y un renderizado de Canvas en navegadores web en dispositivos móviles y de escritorio, permitiendo para el desarrollo utilizar JavaScript o TypeScript, (Phaser, 2022), (Replit, 2022) y (Bensound, 2022).

Se utilizó la metodología ágil Scrum que emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo” (Rubin, 2012).

En la Figura 1 se muestra la pantalla principal de la aplicación mostrando el menú de opciones para el usuario, mientras que en la Figura 2 se muestra la pantalla donde el usuario juega el memorama, en este caso la tabla del 6 en la cual se observa la temática de la cultura Azteca, así como el tiempo que le queda de juego.

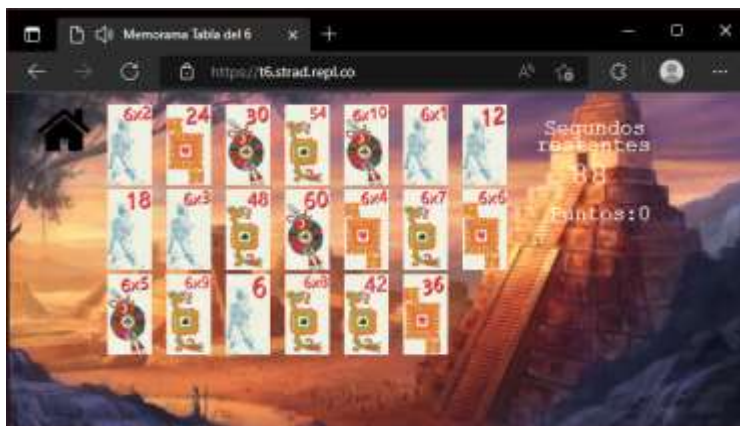


Fig. 2. Pantalla jugando la tabla del 6.

3 Experiencia de uso

El desarrollo de este video juego fue pensado para niños en cuyo proceso de aprendizaje requieran aplicar las tablas de multiplicar, para conocer la experiencia de uso, se compartió un link a conocidos y amigos con hijos que estuvieran entre segundo y tercer año de primaria, y alguno que otro en un nivel mayor. Se les invito a jugar el video juego para posteriormente por medio de una encuesta obtener la experiencia que este generó.

La encuesta consiste en 8 preguntas, la mayoría de opción múltiple, dichas preguntas están planteadas de una forma sencilla y fácil de entender para los niños encuestados.

- 1.- ¿Te divertiste jugando?
- 2.- ¿Te gustó el juego?
- 3.- ¿Lo jugarías otra vez?
- 4.- ¿Te gustaron las imágenes en el juego?
- 5.- ¿Te gustó la música en el juego?
- 6.- ¿Consideras el nivel fácil, fácil?
- 7.- ¿Consideras el nivel difícil, difícil?
- 8.- ¿Recomendarías este juego a un amigo?

Para la pregunta ¿Te divertiste jugando? Se identificó que la mayoría con un 42.9% considero que se divirtió mucho, lo podemos ver en la Figura 3 se muestra una gráfica donde el 35,7% considera su diversión en un 4 de 5, el 19% en 3 de 5 y solamente el 2,4% como 2 de 5., mientras que en la Figura 4 se muestran los resultados de otras preguntas realizadas.

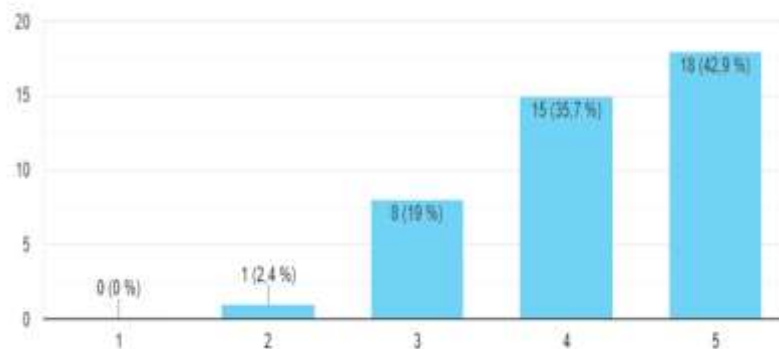


Fig. 3. Respuestas a la pregunta ¿Te divertiste jugando?.

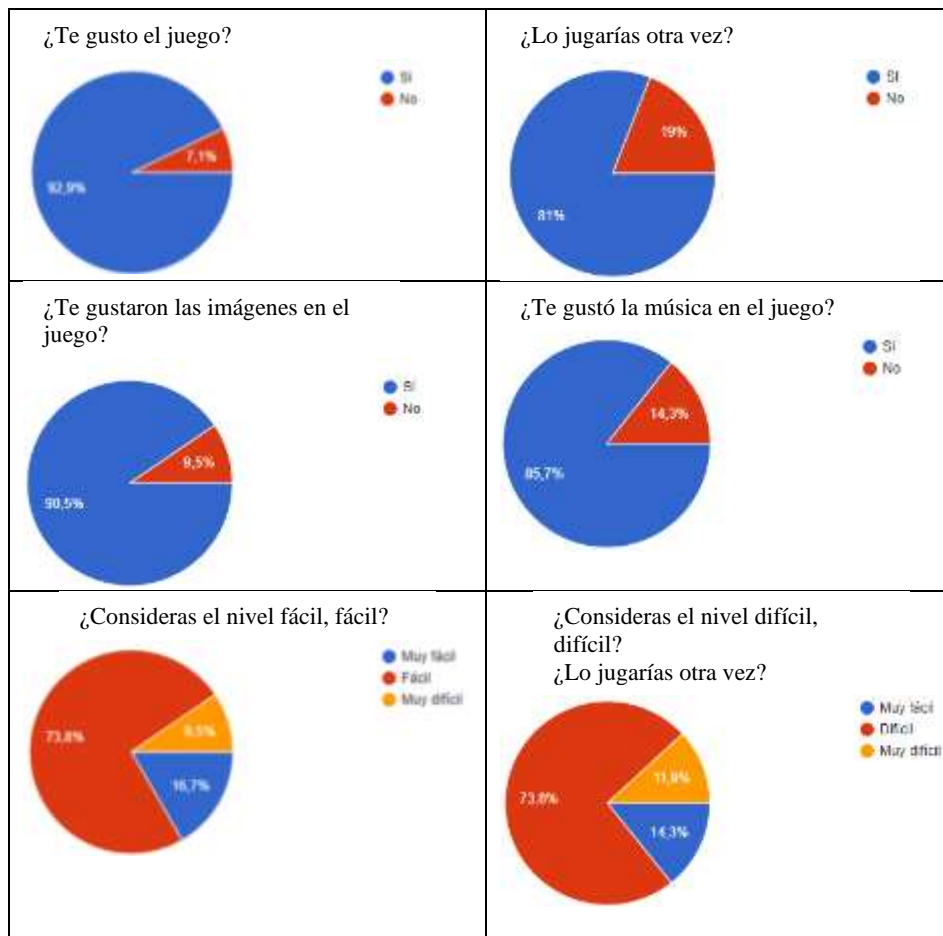


Fig. 4. Resultado de algunas de las preguntas.

4 Discusión de resultados y Conclusiones

Considerando su retroalimentación identificamos un claro interés y gusto por el juego, así como el cumplimiento del objetivo de divertir al usuario durante el proceso de aprendizaje y práctica de las tablas de multiplicar, también identificamos un cierto nivel de descontento por la música del juego y un índice no muy alto (19%) pero si considerable de usuarios que consideran que no lo jugarían otra vez, lo cual puede ser causado por múltiples factores externos al juego como lo son la comparación con juegos de moda, el hecho de ser un juego educativo o el ser dado al usuario como tarea y eso sesgue la opinión y respuesta

del usuario ante el juego, como también puede tratarse de un motivo propio del juego como la falta de inclusión del usuario durante los procesos de planeación y desarrollo lo cual consideramos sería un paso fundamental para diseñar un producto a la medida y al gusto del usuario.

Al realizar la encuesta se identificó el punto de vista y la opinión de los usuarios del juego, en dichas respuestas se demostró un claro interés y gusto por el juego, así como el cumplimiento del objetivo de divertir al usuario durante el proceso de aprendizaje y practica de las tablas de multiplicar, indicando una mejor selección en la música de fondo y realizando la funcionalidad para desactivar el audio.

Como trabajo a futuro se pretende realizar la implementación de las tablas restantes hasta la tabla del 10, así como agregar apartados para que la aplicación no solo enseñe las tablas de multiplicar, sino también que genere un aprendizaje más significativo en el niño, que ellos entiendan el uso y la importancia de las tablas de multiplicar y sus aplicaciones.

Referencias

- Didactoons. (2022). *Tablas de Multiplicar y MATH-E*. [Aplicación móvil]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.didactoons.math.games.multiplications>
- Edoki Academy. (2016). *Mates Montessori Multiplicar*. [Aplicación móvil]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.lestroiselles.MathsMultiplication>
- Epsilon Development. (2020). *Matemáticas: Multiplicación*. [Aplicación móvil]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.epsilon.multiplication>
- Gairin, J. M. (1990). “Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas”, *Educar*, vol. 17. pp. 105- 108.
- JavaScript. (2022). *JavaScript*. Recuperado de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- Josa, J. (2016). Diseño de juegos 3D para web - THREE.JS - HTML5 y WEBGL. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Pitluk, L., Dente, L., Weinstein, E., González, A., Brounstein, S., Kirianovicz, C., Mori, R., Calafato, A. & Roldán, M. A. (2020). *La centralidad del juego en la Educación Inicial: Diferentes modalidades lúdicas*. Homo Sapiens.
- Photon Storm Phaser. (2022). *A fast, fun, and free open source HTML5 game framework Phaser*. Recuperado de <https://phaser.io/>
- Reina Ortiz, R., Ramírez, K.V. (2013). “Memorizar las tablas de multiplicar garantiza el aprendizaje y la comprensión en los niños”, *Ejes*, vol. 1. pp. 18-21.
- Replit. (2022). *The collaborative browser-based IDE. Replit*. Recuperado de <https://replit.com/>
- Royalty Free Music. (2022). *Bensound*. Recuperado de <https://www.bensound.com/>
- Rubin, K.S. (2012). *Essential Scrum: Pract Guide Most Pop Agile: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Addison Wesley.

Índice de autores

Nombre del Autor	Nacionalidad	
Archundia Sierra Etelvina	Mexicana	
Auces Flores María del Rosario	Mexicana	
Ayala Raggi Salvador Eugenio	Mexicana	
Barrales Martínez Alfredo	Mexicana	
Barreto Flores Aldrin	Mexicana	
Bautista López Verónica Edith	Mexicana	
Carballido Carranza José Luis	Mexicana	Editor
Castillo Zacatelco Hilda	Mexicana	Editora
Cerón Garnica Carmen	Mexicana	
Contreras González Meliza	Mexicana	
Contreras Juárez Roberto	Mexicana	
Espinosa Castañeda Raquel	Mexicana	
Espinoza Hernández Nelva Betzabel	Mexicana	
Estrada Beristain Brayan Noe	Mexicana	
García Cué José Luis	Mexicana	
Gómez Martínez Johana	Mexicana	
Lozano Rodríguez Armando	Mexicana	
Marcial Castillo Luis René	Mexicana	
Mejía Matias Hilda	Mexicana	
Mendoza Perez Marco Alberto	Mexicana	
Ortiz Alvarado Francisco Jesús	Mexicana	
Ramírez Hernández Héctor David	Mexicana	
Rebollar Pérez Georgette	Mexicana	
Rivera Martínez Marcela	Mexicana	
Ruiz Alonso Dorian	Mexicana	
Sandoval Cedillo María del Rosario	Mexicana	
Sandoval Solís Lourdes	Mexicana	
Serrano Pérez Edgar	Mexicana	
Soberanes Martín Anabelem	Mexicana	
Torres Acuitlapa Omar	Mexicana	
Tovar Vidal Mireya	Mexicana	Editora
Velasco Quintero Julio César	Mexicana	
Zepeda Cortés Claudia	Mexicana	Editora

Compiladores

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

Revisores

Abraham Sánchez López
Adriana Mexicano Santoyo
Carmen Cerón Garnica
Claudia Zepeda Cortés
Darnes Vilariño Ayala
Dorian Ruiz Alonso
Eugenia Erica Vera Cervantes
Georgina Flores Becerra
Hilda Castillo Zacatelco
Jesus Carlos Carmona Frausto
José Luis Carballido Carranza
José Luis García Cué
Josefina Guerrero García

Juan Manuel González Calleros
María Auxilio Medina Nieto
María Teresa Torrijos Muñoz
Martín Guerrero Posadas
Meliza Contreras González
Mireya Tovar Vidal
Omar Flores Sánchez
Pablo César Hernández Cerrito
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

Estrategias didácticas para la enseñanza-aprendizaje
Coordinadores de la publicación:
Mireya Tovar Vidal
Claudia Zepeda Cortés
Hilda Castillo Zacatelco
José Luis Carballido Carranza
A partir de junio de 2023
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/LibroTEDA23.pdf>
Peso del archivo: 6.0 MB

