

REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



1. Propuesta de proyecto para la detección y diagnóstico del Parkinson por Aprendizaje Automático
9. Identificación de causas de deserción en programas de estudio de nivel superior mediante modelos bayesianos y de lógica difusa
17. Modelo bifásico de traslado de información con búfer intermedio de capacidad ilimitada
25. Atención de la motricidad gruesa mediante técnicas de ejecución del piano, utilizando un entorno de realidad aumentada
33. Recurso educativo basado en realidad aumentada para aprender el proceso de eyección láctea de un bovino
41. Inventos de la Revolución Industrial en Realidad Aumentada
49. Desarrollo de un Recorrido Virtual Basado en los Avances Tecnológicos de James Watt
57. Mundos Virtuales de los Planetas del Sistema Solar



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Luis Armando González Placencia
Rector

Dr. Enrique Vázquez Fernández
Secretario Académico

Mtra. María Samantha Viñas Landa
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

Mtro. Alejandro Palma Suárez
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

Mtro. José Antonio Durante Murillo
Secretario Técnico

Lic. Rosamparo Flores Cortés
Secretaria Administrativa

Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo
Coordinador General de Cuerpos Académicos

Dra. Friné López Medina
Directora de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Miguel Ángel Munive Rojas
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Patrick Hernández Cuamatzi
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

Mtra. Carolina Rocío Sánchez Pérez
Coordinadora de Ingeniería en Computación



Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 10, No. 20, julio-diciembre 2021, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <https://ingenieria.uatx.mx/revistas.html>, iztatl.computacion@gmail.com. Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016- 102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 2 de diciembre de 2021.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT
Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT
Dr. Carlos Sánchez López, UAT
Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT
Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM
Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP
Dra. Leticia Flores Pulido, UAT
Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT
Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP
M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT
M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT
M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT
M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP
M.C. María del Rocío Ochoa Montiel, UAT
M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT
M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT
M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

Universidades

BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala

UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla

UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca





Es un placer presentar la edición No. 20 de la Revista Iztatl Computación, esta edición está conformada por 8 artículos sometidos a arbitraje, evaluados por un estricto Comité Revisor, lo que avala la calidad de la revista.

Los artículos que conforman ésta edición son:

1. Propuesta de proyecto para la detección y diagnóstico del Parkinson por Aprendizaje Automático de Miguel Ángel Vargas Lomelí y Leticia Flores Pulido, en este artículo se describen los retos, perspectivas y fragmentos del estado del arte para desarrollar un proyecto de tesis doctoral que permita crear un sistema de detección y diagnóstico de la enfermedad utilizando Aprendizaje Automático.
2. Identificación de causas de deserción en programas de estudio de nivel superior mediante modelos bayesianos y de lógica difusa de Paulo Daniel Vázquez Mora, Perfecto Malaquías Quintero Flores y José David Alanís Urquieta es una propuesta doctoral que busca construir un modelo predictivo-correctivo para identificar las causas de deserción en programas de estudio de nivel superior.
3. Modelo bifásico de traslado de información con búfer intermedio de capacidad ilimitada de F.J. Albores-Velasco, L. Flores-Pulido, L. Méndez Del Pilar, A.A., Padilla-Pérez y C.A. Meza-Alvarado, se enfoca en un sistema bifásico exponencial de colas que modela un proceso en el que la información proveniente de un número finito de fuentes se almacena previamente en un búfer de capacidad ilimitada para después ser transmitida por un único canal a un búfer externo.
4. Atención de la motricidad gruesa mediante técnicas de ejecución del piano, utilizando un entorno de realidad aumentada, de Salvador Becerra García y Marisol Hernández Hernández muestra como el sistema de piano en realidad aumentada favorece los ejercicios de motricidad gruesa en el

usuario.

5. Recurso educativo basado en realidad aumentada para aprender el proceso de eyección láctea de un bovino de Marisol Hernández Hernández y Salvador Becerra García, en el artículo se describe cómo la realidad aumentada es un recurso tecnológico que favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje; para ello proponen un sistema cuyo contenido se basa en la enseñanza de producción de leche de una vaca y la morfología de los elementos que intervienen en ese proceso.
6. Inventos de la Revolución Industrial en Realidad Aumentada de Ricardo Rafael Ramos Ordoñez y Marva Angélica Mora Lumbreras difunde información de los inventos más relevantes de la Revolución Industrial: el primer teléfono, el primer automóvil, el primer aeroplano, la primera máquina de vapor y la bombilla eléctrica.
7. Desarrollo de un Recorrido Virtual basado en los avances tecnológicos de James Watt de Jair Méndez López, José Omar Méndez García y Marva Angélica Mora Lumbreras, presenta un recorrido virtual en 3D desde una perspectiva de primera persona basado en los aportes científicos y tecnológicos de James Watt
8. Mundos Virtuales de los planetas del sistema solar de Rosa Itzel González Sánchez, Miguel Ángel Cortes Carmona, Marva Angélica Mora Lumbreras muestra mundos virtuales enfocados a los 8 planetas del Sistema Solar: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, así como se da a conocer la atmósfera de cada uno mediante un recorrido virtual que se realiza con un avatar.

Esperamos que esta edición aporte conocimientos a los lectores acerca los desarrollos que se están llevando en la actualidad en el ámbito de la computación.

Marva Angélica Mora Lumbreras
Editora responsable



Índice

1. Propuesta de proyecto para la detección y diagnóstico del Parkinson por Aprendizaje Automático
Miguel Ángel Vargas Lomelí y Leticia Flores Pulido

9. Identificación de causas de deserción en programas de estudio de nivel superior mediante modelos bayesianos y de lógica difusa
Paulo Daniel Vázquez Mora, Perfecto Malaquías Quintero Flores, José David Alanís Urquieta

17. Modelo bifásico de traslado de información con búfer intermedio de capacidad ilimitada
Francisco Javier Albores-Velasco, Leticia Flores-Pulido, Liz Méndez Del Pilar, Arturo Alberto Padilla-Pérez, Carlos Alberto Meza-Alvarado

25. Atención de la motricidad gruesa mediante técnicas de ejecución del piano, utilizando un entorno de realidad aumentada
Salvador Becerra García, Marisol Hernández Hernández

33. Recurso educativo basado en realidad aumentada para aprender el proceso de eyección láctea de un bovino
Marisol Hernández Hernández, Salvador Becerra García

41. Inventos de la Revolución Industrial en Realidad Aumentada
Ricardo Rafael Ramos Ordoñez, Marva Angélica Mora Lumbreras

49. Desarrollo de un Recorrido Virtual Basado en los Avances Tecnológicos de James Watt
Jair Méndez López, José Omar Méndez García, Marva Angélica Mora Lumbreras

57. Mundos Virtuales de los Planetas del Sistema Solar
Rosa Itzel González Sánchez, Miguel Ángel Cortes Carmona, Marva Angélica Mora Lumbreras



Propuesta de proyecto para la detección y diagnóstico del Parkinson por Aprendizaje Automático

Miguel Angel Vargas Lomeli y Leticia Flores Pulido

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
mavlomeli@gmail.com
leticia.flores.p@uatx.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 25 de Octubre de 2021, Aceptado 30 de Octubre de 2021,
Versión final 10 de Noviembre de 2021*

Resumen La enfermedad de Parkinson es una enfermedad de trastorno crónico y progresivo de la motricidad y es la segunda enfermedad neurodegenerativa a nivel mundial, por lo que se han hecho desarrollos utilizando técnicas de Inteligencia Artificial para la detección, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad. Presentamos en este artículo los retos, perspectivas y fragmentos del estado del arte para desarrollar un proyecto de tesis doctoral que permita crear un sistema de detección y diagnóstico de la enfermedad utilizando Aprendizaje Automático, que permita apoyar a los médicos especialistas y pacientes, particularmente en la región de Puebla-Tlaxcala.

Abstract The Parkinson's disease causes many movement disorders, it is the second neurodegenerative disease in the world, researchers have tried to do models of Artificial Intelligence about the detection, diagnosis and treatment of Parkinson. This paper proposes the challenges, perspectives and some parts about the state of the art, the goal is to develop the doctoral thesis to create a detection and diagnosis system using Machine Learning. The project will help to specialist and patients in the Puebla-Tlaxcala area.

Palabras Clave: Aprendizaje Automático, Aprendizaje Profundo, Redes Neuronales, Inteligencia Artificial, Enfermedad Parkinson.

Keywords: Machine Learning, Deep Learning, Neural Network, Artificial Intelligence, Parkinson Disease.

1. Contexto y Motivación

En este trabajo se presentan los retos, perspectivas y un fragmento del estado del arte para desarrollar un proyecto de tesis doctoral para la detección y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson mediante técnicas de Inteligencia Artificial para el desarrollo de nuevas herramientas como sistemas expertos que apoyen a los médicos especialistas en beneficio de los pacientes que padecen la enfermedad.

El mal de Parkinson es un trastorno crónico y progresivo de la motricidad, fue estudiado por James Parkinson y en 1817 publicó su ensayo de la “Parálisis agitante” [1]. La enfermedad se relaciona con la pérdida de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra (región del encéfalo), que da como consecuencia temblores de reposo, lentitud de movimientos, bajo estado de ánimo, rigidez, alteraciones de sueño entre otras afectaciones; en la actualidad no existe cura y son desconocidas las causas de la enfermedad [2].

Actualmente es la segunda enfermedad neurodegenerativa después del Alzheimer, en México ocupa el tercer lugar y va en aumento, la padecen más de 7 millones de personas en el mundo, además de ser la enfermedad neurológica de mayor crecimiento de 1990 a 2016 [3]. La enfermedad se presenta mayoritariamente en hombres y personas de edad avanzada. De acuerdo a datos presentados en [3] que fueron obtenidos a través del Sistema Único de Vigilancia Epidemiológica (SUAVE) de la Dirección General de Epidemiología de México los estados que presentan mayor concentración de la enfermedad son los de la región noroeste y occidente de México. La tasa anual por 100 000 habitantes fue de 8.2 en 2014, 10.4 en 2015, 11.4 en 2016, 12.7 en 2017 y 10.8 en 2018. Particularmente en la región centro del país tenemos la información mostrada en la Tabla 1 [4].

Estado	2014	2015	2016	2017
Ciudad de México	3.40	9.14	9.38	8.28
Puebla	4.30	10.30	8.13	7.78
Tlaxcala	4.05	8.06	11.76	8.21
Morelos	20.22	19.59	18.05	16.33

Tabla 1. Incidencia anual por 100 000 habitantes.

De acuerdo con los datos de la Tabla 1 podemos observar que Morelos tiene una tasa muy alta, muy cercanos a los estados del noroeste del país que tienen las mayores tasas [4], además de que en la Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala ha ido en aumento la enfermedad, por lo que clasificar el avance degenerativo de los pacientes con síntomas de la enfermedad de Parkinson ya sea partir de series de tiempo obtenidas de sus historiales clínicos, a través de imágenes digitales de resonancias magnéticas, pruebas de escritura y voz, ayudan a detectar y diagnosticar la enfermedad. La importancia de una detección temprana es debido a que más del 70% de los daños neuronales comienzan años antes de la detección de los síntomas, además de un diagnóstico adecuado permite ver el grado de avance de la enfermedad.

2. Aprendizaje Automático

La Inteligencia Artificial (IA) término utilizado por primera vez por John McCarthy en 1956 [5], donde conjeturaba que las máquinas podían realizar tareas propias de la inteligencia humana, tales como el razonamiento y la conducta, por lo que se puede decir que la IA es el estudio de los modelos computacionales que permitan llevar a cabo actividades como reconocimiento de objetos y sonidos, comprensión del lenguaje, planificación, aprendizaje y solución de problemas. Entre las subdivisiones de la IA tenemos al Aprendizaje Automático o Machine Learning ML que es el conjunto de modelos y algoritmos, que a partir de datos de entrada, se realizan inferencias estadísticas para reconocer patrones o hacer predicciones, pero para realizar lo anterior el modelo requiere de un aprendizaje o retroalimentación con una gran cantidad de datos en la entrada, y a su vez estos datos están etiquetados conforme a diferentes características propias en el contexto del problema a analizar, así para que pueda hacer la catalogación y el modelo “aprenda” a distinguir entre las diferentes clasificaciones de las entradas y de acuerdo a eso, pueda hacer su entrenamiento que le permita realizar la predicción del reconocimiento de patrones buscado en la solución del problema. Los principales tipos de aprendizaje de los modelos de ML son:

- Aprendizaje supervisado: El modelo consta del etiquetamiento de los datos mediante funciones de correspondencia entre las entradas y salidas que permiten aprender a hacer la tarea humana.
- Aprendizaje no supervisado: El proceso de aprendizaje se lleva a cabo solo con los datos de entrada (esto es, no están etiquetados) y el modelo consiste en extraer conocimientos o patrones previamente desconocidos para crear su propio reconocimiento de patrones o etiquetas; esto se puede

lograr utilizando varias capas o niveles en el tratamiento (generalmente no lineal e iterativo) de los datos con lo que entramos en una subdivisión del ML que es el Aprendizaje Profundo o Deep Learning (DL) que particularmente utilizan las Redes Neuronales Artificiales (RNA).

- Aprendizaje por refuerzo: En este caso es un modelo iterativo que observa su entorno y utiliza los datos para identificar la conducta ideal para minimizar los riesgos y maximizar las recompensas que se traduce en la identificación de la función que permita comprender el entorno y tomar buenas decisiones para lograr el objetivo buscado.

Entre las técnicas de clasificación de datos en el ML tenemos a los árboles de decisión (modelo predictivo basado en árboles binarios para la toma de decisiones para medir la entropía de cada rama), algoritmos genéticos (métodos de búsqueda heurísticos que simulan la selección natural a través de la mutación y cruce de las clases en cada iteración para llegar a una buena solución), redes bayesianas (modelo probabilístico de variables aleatorias y sus independencias condicionales a través de un grafo acíclico), Máquinas de Vectores de Soporte o SVM (métodos de aprendizaje supervisado para la clasificación y regresión, que pueda predecir si pertenece o no a una categoría específica) y las Redes Neuronales Artificiales o RNA (inspiradas en las neuronas humanas que se trata de una función de enlace o neurona que colaboran entre sí para producir el estímulo de salida). Por lo anterior, la clasificación tiene aplicaciones muy importantes en temas de la salud, particularmente en la catalogación de pacientes si tienen o no diagnosticada la enfermedad de Parkinson, entonces la propuesta es utilizar como entradas los historiales clínicos normalizados a series de tiempo para utilizar RNA para la detección y el diagnóstico de la enfermedad.

3. Trabajos Relacionados

Es muy importante la detección temprana del mal del Parkinson, dado que así permitirá una mayor calidad de vida a las personas que la padecen, particularmente por los problemas psicológicos que conlleva, dado que muchas de las actividades cotidianas como vestirse o alimentarse ya no la pueden llevar a cabo si la enfermedad es avanzada. Las aportaciones que se pueden realizar a nivel computacional básicamente están clasificadas en tres puntos importantes: Detección, Diagnóstico y Tratamiento, esto es aplicar técnicas de Inteligencia Artificial para la realización de sistemas expertos que ayuden a los médicos especialistas en su labor.

En [6] propone el uso aprendizaje profundo a través de los espectrogramas que son adquiridos por señales de voz grabadas por celular para el diagnóstico temprano y monitoreo de la enfermedad, la metodología de ML que proponen es el aprendizaje profundo, con el uso de redes neuronales convolucionales y distintas arquitecturas para distinguir los espectrogramas de los pacientes sanos, donde proponen una validación adecuada de los datos. Los sonidos que menciona que utilizarán como entrada de datos, corresponden a más de 64000 grabaciones de voz obtenidas de una base de datos de mPower y mencionan que está en proceso su trabajo.

El trabajo presentado en [7], muestra el uso redes neuronales con apilamiento generalizado para trabajar conjunto de datos de habla para la predicción de la enfermedad, para el procesamiento utilizaron como entrada un conjunto de datos adquiridos del repositorio de la UCI Machine Learning que contiene múltiples registros de sonido, el conjunto de entrenamiento fue de 20 pacientes sanos y 20 con la enfermedad de Parkinson, el conjunto de prueba se recopiló de 28 pacientes de Parkinson y utilizaron 1040 datos de entrenamiento y 168 datos de prueba en sus experimentos. El proceso que realizaron fue de dividir 10 veces los datos de entrenamiento, de los 10 subconjuntos, 9 se vuelven a entrenar y uno se va para prueba; el proceso se realiza 10 veces con diferentes subconjuntos de datos y se entrenan 5 conjuntos de redes neuronales complementarias utilizando pesos iniciales diferentes pero de la misma arquitectura. Cada conjunto se compone por un par de redes neuronales verdaderas y falsas (cada par se entrena con doble validación), por lo que crean 10 conjuntos de verdaderos y falsos, los cuales se integran para formar la salida de los 1040 datos, para finalmente tener la clasificación binaria para diagnosticar la enfermedad con un valor de cero si no tiene la enfermedad y uno si la tiene, la precisión que obtuvieron con esta técnica fue alrededor del 70%.

En [8] es un trabajo de tipo Survey que compara diferentes métodos publicados de Machine Learning para la detección y diagnóstico de la enfermedad, entre los que menciona están los que utilizan los algoritmos genéticos y el clasificador k-NN (k-Nearest Neighbors) tomando un conjunto de datos del repositorio UCI con 82.5 % de precisión, en otra disertación hacen una revisión donde utilizan SVM con k-NN con registros de voz y obtienen 85 % de precisión. En otro trabajo que mencionan, utilizan un conjunto de datos de voz con 197 muestras y 22 características extraídas, las analizan con varios métodos como Random Trees, k-NN,

C4.5, donde tienen un 100 %, 90 % y 90 % de precisión respectivamente. En otro estudio hacen uso de k-NN y RNA con datos obtenidos de 31 personas, 23 enfermos y 8 sanos obtienen 96.7 % de precisión.

En [9] realiza un reporte con el análisis de varios trabajos haciendo énfasis en el uso de dispositivos con varios tipos de sensores como acelerómetros, giroscopios, sensores infrarrojos, transductores de fuerza en los zapatos y grabadoras de voz, para la obtención de datos donde son clasificados por el tipo malestar como la disquinesia, temblor bradiquinesia, interrupción del andar, perturbación del andar entre otros y para procesar los datos utilizan algoritmos de Machine Learning, Lógica Difusa con un rango de precisión del 63 % al 97 %.

Básicamente en los trabajos presentados por [6,7,8,9] han sido para la detección y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. Otra área de oportunidad es con respecto al tratamiento y monitoreo de pacientes, en este caso se tiene que usar la levodopa como medicamento, la cual se transforma en dopamina en el cerebro y se debe de dar en dosis óptimas para disminuir los síntomas de rigidez y temblores, en el trabajo presentado en [10] utilizan modelos de Aprendizaje Automático y Minería de Datos, donde estos algoritmos alcanzan una precisión en las dosis del 85 % para los trastornos del movimiento con respecto al 83.9 % de precisión de las dosis sugeridas de los médicos con vigilancia permanente y un 79.6 % sin vigilancia permanente.

4. Propuesta de solución

La propuesta para la solución del problema para el trabajo doctoral, es utilizar técnicas de Inteligencia Artificial, particularmente de Aprendizaje Automático, a partir de las series de tiempo de los historiales clínicos, para la clasificación de los avances degenerativos de la enfermedad de Parkinson y dirigir las técnicas de procesamiento de las redes neuronales de aprendizaje profundo hacia la detección y diagnóstico de la enfermedad. El esquema general de la propuesta se muestra en la secuencia de bloques vista en la Figura 1.

De acuerdo a la Figura 1, en la fase de recolección de datos, se estarán solicitando los historiales clínicos de pacientes de Parkinson en hospitales de la región de Puebla-Tlaxcala, además de complementarlos con historiales que se pueden adquirir en repositorios como los de UCI Machine

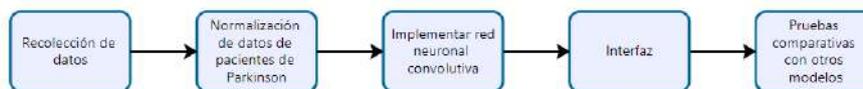


Figura 1. Diagrama de bloques de la propuesta de solución

Learning. Para la fase de normalización de datos, se estarán pasando los mismos a series de tiempo que servirán como datos para la clasificación en la etapa la implementación de la RNA, de ahí se irá construyendo la interfaz para el uso del personal médico y finalmente se estarán comparando los resultados con otros métodos ya publicados. El plan de trabajo queda de la siguiente forma: Para el primer año se genera la propuesta de investigación (capítulo 1), estado del arte (capítulo 2) y defensa del proyecto de tesis, para el segundo año se ponen los antecedentes teóricos (capítulo 3) y se hace la recopilación de datos (capítulo 4), tercer año se realizan las implementaciones y pruebas (capítulo 5) y finalmente el cuarto año se genera un artículo científico.

5. Conclusiones

La enfermedad de Parkinson es una enfermedad que afecta a más de siete millones de personas en el mundo y en México es la tercera enfermedad neurodegenerativa en México, específicamente en la región de la Ciudad de México, Puebla y Tlaxcala ha ido en aumento y en Morelos está en los lugares más altos a nivel nacional en casos de incidencia. El uso de técnicas de Inteligencia Artificial y particularmente de Aprendizaje Automático han presentado valores de predicción mejorados en la detección, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad con respecto a la supervisión médica, por lo que se tiene una área de oportunidad de aplicar métodos híbridos con redes neuronales para desarrollar el proyecto, compararlo en un futuro con proyectos existentes y aterrizarlo en un hospital de la región en beneficio de médicos especialistas para apoyarlos en el diagnóstico y detección del Parkinson. Además se presenta un plan de trabajo doctoral, donde el primer año de estudios se genera la propuesta de investigación, se revisará el estado del arte y se defenderá el proyecto; durante el segundo año se realizarán los antecedentes teóricos y la recopilación de datos, en el tercer año se harán las implementaciones y pruebas y finalmente en el cuarto año se generará un artículo científico consecuencia de la investigación realizada.

Referencias

1. Gaceta UNAM (2019). *Padecen Parkinson más de 7 millones de personas en el mundo*. Abril 10, 2019, <https://www.gaceta.unam.mx/padecen-parkinson-mas-de-7-millones-de-personas-en-el-mundo/>
2. Schmitter-Edgecombe, M., Parsey, C., & Cook, D. J. (2011). *Cognitive correlates of functional performance in older adults: comparison of self-report, direct observation and performance-based measures*. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(5), 853-864.
3. Martínez-Ramírez D, Rodríguez-Violante M. (2020). *Incidencia y distribución geográfica de la enfermedad de Parkinson en México*, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Análisis de sus principales resultados. Vol 62, Número 6, <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/11750>
4. Rodríguez-Violante M., Velásquez-Pérez Leora, Cervantes-Arriaga Amin (2019). *Incidence rates of Parkinson's disease in Mexico: Analysis of 2014-2017 statistics*, *Revista Mexicana de Neurociencia* 2019-2020, Número 3, páginas 136-140.
5. Wilkins, N. (2020). *Inteligencia Artificial: Una Guía Completa sobre la IA, el Aprendizaje Automático, el Internet de las Cosas, la Robótica, el Aprendizaje Profundo, el Análisis Predictivo y el Aprendizaje Reforzado*, Ed. Bravex Publications, ISBN 9781647482695.
6. Guatelli Renata S., Aubin Verónica , Pérez Silvia (2018). *Predicción de la Enfermedad de Parkinson utilizando redes neuronales convolucionales*, Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de la Matanza, Argentina 2017-2018.
7. Pawalai Kraipeerapun, Somkid Amornsamankul (2015). *Using Stacked Generalization and Complementary Neural Networks to Predict Parkinson's Disease*, 11th International Conference on Natural Computation (ICNC). IEEE.
8. Igra Nissar, Wassem Ahmad Mir (2021). *Machine Learning Approaches for Detection and Diagnosis of Parkinson's Disease - A Review*, 7th International Conference on Advanced Computing & Communications Systems (ICACCS). IEEE
9. González Rodríguez L. & García García A. (2020). *Métodos y técnicas de Aprendizaje Automático aplicados al monitorio de pacientes de la enfermedad de Parkinson*. Reporte de Investigación ICIMAF, No. 921 ISSN: 0138-8916, Cuba.
10. Wroge, T. J., Özkanca, Y., Demiroglu, C., Si, D., Atkins, D. C., & Ghomi, R. H. (2018). *Parkinson's disease diagnosis using machine learning and voice*. 2018 IEEE Signal Processing in Medicine and Biology Symposium (SPMB), 1-7.



Identificación de causas de deserción en programas de estudio de nivel superior mediante modelos bayesianos y de lógica difusa

Paulo Daniel Vázquez Mora^{1,2}, Perfecto Malaquías Quintero Flores¹,
José David Alanís Urquieta²

¹ Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología
Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, C.P. 90401, Apizaco, Tlaxcala

² Universidad Tecnológica de Puebla, División de Tecnologías de la Información
Antiguo Camino a la Resurrección No. 1002-A Zona Industrial Puebla Oriente, C.P. 72300
{p.daniel.vazquez, parfait.phd, jose.david.alanis}@gmail.com

*Recibido 20 de octubre de 2021, Aceptado 26 de octubre de 2021,
Versión final 11 de noviembre de 2021*

Resumen En México, la deserción escolar es un fenómeno recurrente en cualquiera de los niveles educativos, cuyos efectos impactan, de manera negativa, el nivel de vida de los jóvenes. La gran mayoría de los jóvenes mexicanos estudian en Instituciones de Educación Superior Públicas (IEPS), donde, la tasa de eficiencia terminal es baja. Sería conveniente aplicar políticas preventivas a este respecto e identificar de manera oportuna la situación particular. En este artículo se presenta el proyecto doctoral titulado "Identificación de causas de deserción en programas de estudio de nivel superior mediante modelos bayesianos y de lógica difusa" que busca construir un modelo predictivo-correctivo a partir de la aplicación de las técnicas antes mencionadas. Para lograr este cometido es necesario realizar una recopilación de indicadores de interés para las IESP, en particular aquellas que pertenecen al subsistema de universidades politécnicas y tecnológicas. Posteriormente mediante técnicas de aprendizaje automático analizar los datos recopilados, y así construir un perfil de identificación de la población estudiantil universitaria vulnerable, señalando las causas directas e indirectas del fenómeno de deserción. Para desarrollar esta solución se contempla la programación en Java o Python, aunque no de manera exclusiva e ir incorporando otras herramientas de acuerdo con las

necesidades del desarrollo.

Abstract In Mexico, the scholar dropout is a recurring phenomenon in any of the educational levels, which effects impact in negative way, the level of life of the young. The vast majority of Mexican young study at Institutions of Public Superior Education (IEPS), where, the rate of terminal efficiency is low. It will be convenient apply prevent policies in this regard and identify in time way this particular situation. In this paper the doctoral project entitled "Identify of causes of dropout in program of study of superior level by Bayesian models and fuzzy logic" that search build a predictive and corrective model from the application of above-mentioned techniques is presented. In order to achieve this goal is need make a compilation of indicators of interest to the IESP, in particular those that belong to the technological and polytechnical universities sub system. Next although techniques of machine learning analyze the data compiled, and so built a profile of identification of the vulnerable university student population, pointing the direct and indirect causes of the phenomenon of dropout. In order to develop this solution, the programming in Java or Python is considered, even not in exclusive way and go incorporating other tools in accord with the needs of the development

Palabras Clave: Deserción escolar, Aprendizaje automático, Datos masivos, Redes Bayesianas, Lógica difusa.

Keywords: Dropout, Machine Learning, Big Data, Bayesian Networks, Fuzzy Logic.

1. Contexto y motivación

La deserción escolar es el abandono temporal o definitivo de los estudios debido a diversas causas. En México, los jóvenes que acceden a la educación superior representan apenas el 40% de personas en edad de estudio, sin embargo, sólo el 10% obtiene un título universitario. [1]

Si bien, las Instituciones de Educación Superior Públicas (IESP) invierten en el desarrollo y aplicación de estudios socioeconómicos, de hábitos de estudios y del entorno familiar, comúnmente estos quedan a nivel de estudios recopilatorios y de análisis estadísticos tradicionales, dejando de lado el análisis a través de modelos de aprendizaje automático que pueden aportar una serie de indicadores no explorados anteriormente.

A través del diseño e implementación de este tipo de modelos, es posible establecer una herramienta de detección oportuna de estudiantes vulnerables desde el momento de ingreso a sus estudios

universitarios y gestionar de manera temprana los apoyos institucionales pertinentes, lo cual a corto y mediano plazo impactará en el índice de deserción institucional.

2. Modelos bayesianos y lógica difusa

El campo de la inteligencia artificial (IA) busca a través de la implementación de diversos algoritmos emular capacidades similares a las del ser humano. Actualmente la podemos encontrar implementada en diversos sectores como el financiero, sector salud, el transporte, la educación, la robótica, entre otros muchos más.

La IA se clasifica en cuatro tipos de sistemas: los que piensan como humanos, donde encontramos al aprendizaje automático (*machine learning* en inglés); los que actúan como humanos, donde entramos a los robots; los que piensan racionalmente, donde encontramos a los sistemas expertos; los que actúan racionalmente, donde encontramos a los agentes inteligentes. [2]

El aprendizaje automático aporta una gran cantidad de algoritmos que permiten construir aplicaciones con la capacidad de aprender sin expresamente ser programados, por ejemplo, empleados para la detección de fraudes bancarios, reconocimiento facial, etc. En la actualidad, muchos sistemas expertos están basados en redes bayesianas para llevar a cabo tareas de clasificación, predicción y diagnóstico.

2.1 Redes bayesianas

Las redes bayesianas (RB) son representaciones gráficas que modelan relaciones entre un conjunto de variables. Dado este modelo, se puede estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos pueden tener diversas aplicaciones, para clasificación, predicción, diagnóstico, etc. Además, pueden dar información interesante en cuanto a cómo se relacionan las variables del dominio, las cuales pueden ser interpretadas en ocasiones como relaciones de causa-efecto. [3]

El objetivo de las RB es establecer un razonamiento probabilístico, donde los nodos equivalen a las variables aleatorias y los arcos representan relaciones de dependencia directa entre las variables. Un ejemplo de red bayesiana se muestra en la Figura 1.

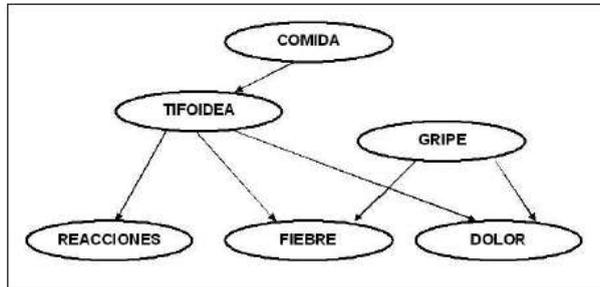


Figura 1. Ejemplo básico de una red bayesiana

A partir de las relaciones identificadas es posible construir una matriz de probabilidades condicionales entre los nodos del grafo. Tal como se muestra en la Figura 2.

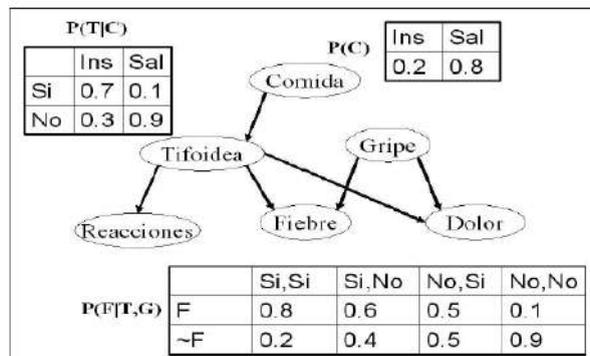


Figura 2. Matriz de probabilidades condicionales

2.2 Lógica difusa

La Lógica Difusa (LD) también llamada lógica borrosa es una disciplina de las matemáticas que establece de manera lógica el grado de veracidad de una expresión, entre dos extremos que representan la verdad absoluta y la falsedad total de la misma. El término borrosa no hace referencia a la manera en que se establece la veracidad o falsedad de un hecho, sino más bien a la falta o ausencia de los datos estudiados.

La LD proporciona un mecanismo de inferencia que permite simular los procedimientos de razonamiento humano en sistemas basados en el conocimiento. La LD proporciona un marco matemático que permite modelar la incertidumbre de los procesos cognitivos humanos de forma que pueda ser entendible por una computadora.

La LD es considerada un método de razonamiento aproximado no probabilista, que puede definirse como una extensión de la lógica

multivaluada que facilita el modelado de información cualitativa de forma aproximada. [4]

Algunas de las aplicaciones de la LD se encuentran en la automatización de tareas, por ejemplo, en:

- Electrodomésticos
- Sensores para aparatos electrónicos en la industria
- Cámaras de video y fotográficas
- Motores de vehículos
- Sistemas de frenado
- Control de tráfico

3. Trabajos relacionados

Como parte de los trabajos relevantes en el estudio de la deserción escolar empleando RB y/o LD, se pueden mencionar los siguientes:

I. Nodos: Plataforma para la predicción de deserción escolar utilizando técnicas de inteligencia artificial

Es un proyecto publicado en el año 2019, que analiza el problema de deserción escolar de nivel media superior de la zona centro del estado de Veracruz, México, donde se empleó un algoritmo de árbol de decisiones de dos clases (Si o No), considerando 7 atributos o características. El modelo entrenado alcanzó una exactitud de apenas el 58% por lo que se constituye como un proyecto meramente exploratorio en cuanto a la implementación de algoritmos y modelos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático. [5]

II. Modelos gráficos probabilísticos aplicados a la predicción del rendimiento en la educación

Es un proyecto publicado en el año 2016, que describe la construcción de un modelo predictivo a partir del análisis del desempeño escolar de estudiantes y su permanencia en la escuela. Este modelo fue aplicado en un par de escuelas de nivel secundaria en dos provincias de Portugal y en un grupo de alumnos en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en la provincia de Quevedo, Ecuador. Considerando 18 variables, con 6 tipos de clasificadores bayesianos, alcanzando un porcentaje de 32% en el peor de los casos y de 98% en el mejor de los casos. [6]

III. Diseño de una metodología estructurada para crear un modelo de predicción de deserción estudiantil en la universidad de los andes

Proyecto desarrollado en el año 2015, sobre la construcción de diferentes modelos para la predicción de la deserción estudiantil en Colombia y particularmente en la Universidad de los Andes, a través del estudio de 9 factores o variables. Para el desarrollo de tal proyecto se empleó la metodología denominada análisis de decisiones basado en RB, produciendo dos modelos finales uno para los propósitos institucionales y uno de aplicación nacional, los cuales alcanzaron una precisión de 52% a 56% respectivamente. [7]

IV. Modelo Difuso del Rendimiento Académico Bi-explicado

El proyecto describe una propuesta de modelo llamado MOMDOBRA para construir un modelo difuso optimizado bi-explicado del rendimiento académico de estudiantes universitarios de reciente ingreso. El modelo analiza un conjunto de datos difusos optimizados a través de algoritmos genéticos, tomando como referencia la población de la Universidad de Guadalajara. [8]

V. Un modelo difuso para el diagnóstico de alumnos universitarios con bajo rendimiento

Proyecto desarrollado en el año 2011, a partir del uso de un modelo difuso para el análisis de conjuntos de datos, tomando en consideración 3 variables en particular: nota de examen parcial, nota de práctica individual o grupal y promedio. El modelo fue aplicado únicamente en un reducido grupo de 232 alumnos alcanzando una precisión de 77%. [9]

Tabla 1. Trabajos relacionados

Nombre	Modelos empleados	Precisión	País	Año
Nodes: Plataforma para la predicción de deserción escolar utilizando técnicas de inteligencia artificial	Árbol de decisiones	58%	México	2019
Modelos gráficos probabilísticos aplicados a la predicción del rendimiento en la educación	Redes bayesianas	32%	España	2016
Diseño de una metodología estructurada para crear un modelo de predicción de deserción estudiantil en la universidad de los	Redes bayesianas	52%-56%	Colombia	2015

andes				
Modelo Difuso del Rendimiento Académico Bi-explicado	Lógica difusa		Bolivia	2011
Un modelo difuso para el diagnóstico de alumnos universitarios con bajo rendimiento	Lógica difusa	77%	Perú	2011

Algunos aspectos relevantes a mencionar con respecto a los trabajos relacionados es que, no existen muchas referencias de trabajos relacionados a nivel nacional. Gran parte de los trabajos tienen un alcance local o institucional y realizan el análisis de un número reducido de variables de van de 3 a 18 máximo.

Finalmente, la mayoría de los proyectos revisados hacen uso de software prefabricado para el análisis de los datos, tales como Weka, SPSS y Excel, y ninguna implementa soluciones a la medida, desarrolladas mediante lenguajes de programación de alto nivel.

4. Propuesta de solución

Se propone realizar un modelo de predicción para identificar estudiantes de nuevo ingreso en estudios universitarios en riesgo de deserción temprana. Para ello se emplearán dos tipos de modelos: redes bayesianas(RB), a partir de la que se llevará a cabo el análisis de bases de datos generadas a partir del proceso de pre-registro, que incluye un estudio socioeconómico y el estudio MECASUT aplicado en el Subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (SSUTyP), construyendo un almacén de datos listo para su procesamiento a través un lenguaje de programación de alto nivel; lógica difusa, que permitirá realizar la clasificación de los perfiles de los estudiantes, aprovechando la Lógica Difusa (LD), en los casos de datos vacíos o borrosos.

La organización del trabajo se llevará a cabo en 4 años: en el primer año, se llevará a cabo la revisión del estado del arte y los trabajos relacionados al estudio de la deserción escolar mediante RB y LD; durante el segundo año, se llevará a cabo el diseño del modelo y la construcción de datos como objeto de análisis; durante el tercer año, se realizará el desarrollo del modelo empleando el software seleccionado y entrenamiento del mismo; finalmente durante el cuarto año, se llevarán a cabo las pruebas de funcionamiento del modelo y la medición de los resultados. Una vez generado el modelo predictivo, se generará una aplicación web de reportes globales para

mostrar proyecciones a nivel institucional, regional o nacional para el SSUTyP, además de servicios web de tipo REST (*Representational State Transfer* por sus siglas en inglés: Tránsito de Estados Representacionales) para su consumo externo por parte de las Instituciones interesadas

5. Conclusiones

Los algoritmos de aprendizaje automático, de inteligencia artificial, así como los modelos de lógica difusa son empleados ampliamente dentro de las organizaciones con diferentes propósitos, ya sea como soporte para la toma estratégica de decisiones, para el estudio de fenómenos sociales, económicos, financieros, entre otros. En el caso del modelo propuesto, se busca establecer una herramienta efectiva para la reducción del índice de deserción escolar en Universidades Públicas en México, dotando de información oportuna para la gestión de apoyos al alumnado, ya sean económicos, psicopedagógicos, tutorías y asesorías académicas. Se pretende que el proyecto doctoral se realice en 4 años distribuidos en tareas, además de poder ser consumido por las instituciones interesadas en esta herramienta.

Referencias

1. Heredia, V. (4 de Mayo de 2020). *Deserción escolar en México: Un reto a vencer*. Obtenido de Universidad América Latina: <https://www.ual.edu.mx/blog/desercion-escolar-en-mexico-un-reto-a-vencer>
2. Norving, P., & Russell, S. (2009). *Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno*. Prentice Hall.
3. Sucar, L. E. (2015). *Probabilistic Graphical Models: Principles and Applications*. Puebla, México: Springer.
4. González Morcillo, C. (2011). *Lógica Difusa, una introducción práctica. Técnicas de softcomputing*.
5. González Díaz, D., & Hernández Jacome, C. H. (2019). Nodos: Plataforma para la predicción de deserción escolar utilizando técnicas de inteligencia artificial. *Journal CIM Vol. 7, Núm. 1*.
6. Oviedo Bayas, B. W. (2016). *Modelos gráficos probabilísticos aplicados a la predicción del rendimiento en la educación*. Granada, España: Universidad de Granada.
7. Poveda Caputo, A. (2015). *Diseño de una metodología estructurada para crear un modelo de predicción de deserción estudiantil en la Universidad de los Andes*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
8. González Castolo, J. C., Ramos Cabral, S., & Hernández Gallardo, S. C. (2017). Modelo Difuso del Rendimiento Académico Bi-explicado. *ECORFAN*, 4-13.
9. De la Cruz Lazaro, R., Espinoza Limaylla, M., Mizuno Inafuko, R., Sotelo Bedón, M., & Vidaurre Gastelú, M. (2011). *Un modelo difuso para el diagnóstico de alumnos universitarios con bajo rendimiento*. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/view/6326/5543>



Modelo bifásico de traslado de información con búfer intermedio de capacidad ilimitada

F.J. Albores-Velasco, L. Flores-Pulido, L. Mendez Del Pilar, A.A. Padilla-Pérez, C.A. Meza-Alvarado*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{franciscojavier.albores.v, leticia.flores.p}@uatx.mx
{lmendezdelpilar, aalbertopp, carlosalbertoma22}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

Recibido 14 de noviembre de 2021, Aceptado 22 de noviembre de 2021, Versión final 24 de noviembre de 2021

Resumen Se considera un sistema bifásico exponencial de colas que modela un proceso en el que la información, proveniente de un número finito de fuentes, se almacena previamente en un búfer de capacidad ilimitada para, después, ser transmitida por un único canal a un búfer externo. La suposición de que el búfer intermedio tenga capacidad ilimitada conduce a que el sistema de ecuaciones de equilibrio sea de dimensión infinita. Su solución se construye usando el método de las funciones generatrices, encontrando previamente la condición necesaria y suficiente para su ergodicidad.

Abstract An exponential biphasic queuing system is considered that models a process in which the information, coming from a finite number of sources, is previously stored in a buffer of unlimited capacity and then transmitted by a single channel to an external buffer. The assumption that the intermediate buffer is of unlimited capacity leads to the system of equilibrium equations being of infinite dimension. Its solution is built using the method of generating functions, previously finding the necessary and sufficient condition for its ergodicity.

* Los autores desean agradecer a la FCBIyT de la UATx su apoyo para la realización en línea de esta investigación

Palabras Clave: Sistemas de colas, Ergodicidad, Funciones Generatrices, Raíces de polinomios, Analiticidad

Keywords: Queueing systems, Ergodicity, Generating functions, Polynomial roots, Analyticity.

1. Introducción

La Teoría de Colas resuelve problemas que surgen al estudiar modelos de funcionamiento de computadoras y, en primer lugar, problemas relacionados con el control de los procesos de cómputo [1].

En el presente artículo se considera un modelo de intercambio de información en un sistema de cómputo en el que la información, que entra por varios canales de comunicación, antes de escribirse en una unidad de entrada y salida externa se acumula en un búfer, dividido en zonas.

A cada mensaje entrante se le asigna en el búfer una zona de longitud fija de entre las zonas que se encuentren libres. Adicionalmente se establece que la información puede copiarse a la unidad externa solo cuando se llena la zona o cuando termina el mensaje. En consecuencia, la parte activa del búfer consiste de zonas en proceso de llenado de información y de zonas ya llenas, en espera de que su información sea transmitida a la unidad de salida, como se muestra en la Figura 1.

El modelo matemático de este sistema ya fue considerado por los primeros autores en [3] pero considerando que el búfer intermedio era de capacidad finita y había pérdidas internas. Para ese caso, se construyó un algoritmo matricial eficiente que permite calcular las principales características de funcionamiento del sistema: la probabilidad de pérdida de información, al emitirse una información cuando el búfer intermedio está saturado, la longitud promedio de la cola en la segunda fase, el tiempo promedio de espera para que un mensaje se almacene en el búfer externo.

En este trabajo, se modifica el modelo considerando que el búfer de la segunda fase es de capacidad infinita esto es, un sistema con espera sin pérdidas internas.

Así, el modelo se puede representar como un sistema bifásico de colas. La primera fase consiste de n aparatos de servicio trabajando paralelamente y numerados del 1 al n . Una tarea que entra a la primera fase ocupa el aparato libre con menor número. Una tarea servida en la primera fase entra a la segunda fase, que consiste de un solo aparato con una cantidad ilimitada de lugares de espera. Las demandas en la segunda se atienden en el orden de su llegada.

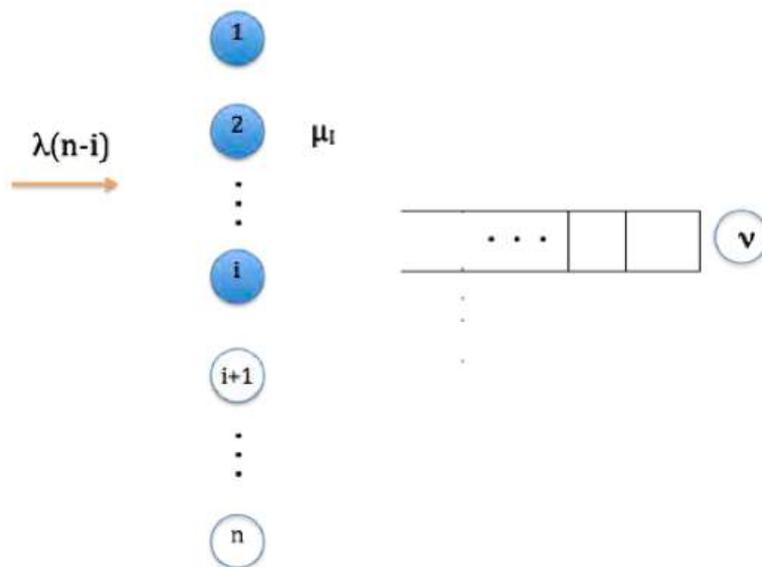


Figura 1. Sistema de traslado de información.

El tiempo de generación de las tareas de cada fuente es aleatorio, distribuido exponencialmente con parámetro λ . Esto significa que el flujo total de las demandas que entran al sistema es un flujo de Poisson de segundo orden [2]. El tiempo que se requiere para almacenar una tarea en el búfer intermedio y el tiempo requerido para almacenar cada tarea en el almacenamiento externo también son aleatorios y exponenciales con parámetros μ y ν respectivamente.

En este artículo se propondrá un algoritmo para el cálculo de la distribución estacionaria de este sistema para una n arbitraria y se determinará una condición necesaria y suficiente para su existencia.

2. Construcción del modelo

El funcionamiento del sistema dado se puede describir por un proceso homogéneo de Markov $X(t)$, $t \geq 0$, sobre el espacio de estados

$$\mathcal{X} = \{(i, j) \mid i = \overline{0, n}, j = 0, 1, 2, \dots\}.$$

Aquí, (i, j) corresponde a un estado del sistema en el que en la primera fase están ocupados i aparatos y, en la segunda fase, se encuentran j tareas.

Hagamos

$$p_{ij} = \lim_{t \rightarrow \infty} P\{X(t) = (i, j)\}$$

Vamos a suponer que las probabilidades estacionarias p_{ij} existen. Entonces estas probabilidades satisfacen el siguiente sistema de ecuaciones de equilibrio:

$$[\lambda_i + \mu_i + u(j)\nu]p_{ij} = u(i)\lambda_{i-1}p_{i-1,j} + \nu p_{i,j+1} + u(j)u(n-i)\mu_{i+1}p_{i+1,j-1}, \quad (1)$$

para $i = \overline{0, n}$, $j \geq 0$, y la condición de normalización

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{\infty} p_{ij} = 1 \quad (2)$$

donde

$$\lambda_i = (n - i)\lambda, \quad \mu_i = i\mu, \quad u(x) = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases}$$

La solución del sistema (1), (2) se puede obtener usando el método de las funciones generatrices (FG) definidas como

$$P_i(z) = \sum_{j=0}^{\infty} p_{ij}z^j, \quad |z| \leq 1, \quad i = \overline{0, n}.$$

En términos de estas FG, el sistema (1), (2) se representa en la forma

$$[(\lambda_i + \mu_i)z + \nu(z - 1)]P_i(z) - u(i)\lambda_{i-1}zP_{i-1}(z) - u(n - i)\mu_{i+1}z^2P_{i+1}(z) = \nu(z - 1)p_{i0}, \quad i = \overline{0, n}; \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^n P_i(1) = 1. \quad (4)$$

La solución del sistema (3), (4) en la región $|z| \leq 1$, con la excepción de los puntos donde el determinante del sistema es igual a cero, se puede obtener por la regla de Kramer y tiene la forma

$$P_i(z) = \frac{S_i(z)}{D_n(z)}, \quad i = \overline{0, n} \quad (5)$$

donde

$$S_i(z) = \nu(z - 1)[U_{n-i-1}(z) \sum_{k=0}^i \lambda^{i-k}(n - k)_{i-k} z^{i-k} D_{k-1}(z)p_{k,0} + D_{i-1}(z) \sum_{k=i+1}^n (\mu z^2)^{k-i} (k)_{k-i} U_{n-k-1}(z)p_{k,0}], \quad i = \overline{0, n}, \quad (6)$$

Aquí, $U_k(z)$ y $D_k(z)$ son polinomios definidos por las siguientes relaciones de recurrencia:

$$\begin{cases} U_{-1}(z) = 1, \\ U_k(z) = a_{n-k}(z)U_{k-1}(z) - k(n - k + 1)\lambda\mu z^3 U_{k-2}(z), k = \overline{0, n}. \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} D_{-1}(z) = 1, \\ D_k(z) = a_k(z)D_{k-1}(z) - k(n - k + 1)\lambda\mu z^3 D_{k-2}(z), k = \overline{0, n}. \end{cases} \quad (8)$$

donde $a_k(z) = (\lambda_k + \mu_k)z + \nu(z - 1)$.

Es fácil notar que el grado del polinomio $D_{2k}(z)$ es igual a $3k + 1$, $2k \leq n$ y que el grado de $D_{2k+1}(z)$ es igual a $3(k + 1)$, $2k + 1 \leq n$.

Estudiando el comportamiento de los polinomios D_k se puede demostrar que la condición

$$\frac{\lambda\mu n}{\nu(\lambda + \mu)} < 1, \quad (9)$$

es la condición necesaria y suficiente de ergodicidad esto es, para la existencia del régimen estacionario del sistema y que, si se cumple la condición (9), el polinomio $D_n(z)$, que es el determinante del sistema para las FG, tiene $n + 1$ raíces simples en el segmento $[0, 1]$.

Por su definición, las FG $P_i(z)$ son analíticas, infinitamente diferenciables, en la región $|z| < 1$. Por lo tanto, las raíces $z_j, z_j, 1, j = \overline{1, n}$ del polinomio $D_n(z)$ deben ser también raíces de los numeradores $S_i(z)$. Por lo tanto, usando $P_n(z)$, esas raíces y la condición de normalización, se obtienen las siguientes ecuaciones para la determinación de las probabilidades $p_{k,0}, k = \overline{0, n}$, primer paso en la determinación de la distribución estacionaria:

$$\sum_{k=0}^n (\lambda z_j)^{n-k} (n - k)! D_{k-1}(z_j) p_{k,0} = 0, \quad j = \overline{1, n} \quad (10)$$

$$\nu(\lambda + \mu) \sum_{k=0}^n p_{k,0} / [\nu(\lambda + \mu) - n\lambda\mu] = 1. \quad (11)$$

Una vez determinadas las probabilidades iniciales $p_{k,0}, k = \overline{0, n}$ a partir del sistema (11), las demás probabilidades $p_{i,j}$ se pueden obtener de la expresión(5) la que, después de realizar la división, se lleva a la forma

$$P_i(z) = Q_i(z) + \frac{N_i(z)}{D_n(z)}$$

donde el grado de $N_i(z)$ es menor que el grado de $D_n(z)$ y el grado de $Q_i(z)$ es $l - m$ si $i = 2m$ y es $l - m - 1$, si $i = 2m + 1$, donde l es tal

que $n = 2l$ o $n = 2l + 1$. Cabe destacar que el factor $\prod_{z_j \leq 1} (z_j - z)$, al dividir, se cancela del numerador y del denominador por lo que la parte racional se puede desarrollar en fracciones parciales

$$\frac{N_i(z)}{D_n(z)} = \sum_{z_k > 1} \frac{R_{i,k}}{z_k - z} \tag{12}$$

donde

$$R_{i,k} = -\frac{N_i(z_k)}{D'_n(z_k)}$$

Nótese que la suma se realiza por toda las k tales que las raíces z_k del polinomio $D_n(z)$, que son todas reales, positivas y simples, satisfacen la condición $z_k > 1$. El desarrollo en serie de potencias de los sumandos conduce finalmente a que la distribución estacionaria del sistema sea:

$$\begin{aligned} p_{2m,j} &= \sum_{z_k > 1} R_{2m,k} z_k^{-(j+1)} + u(l - m + 1 - j) Q_{2m,j}, \quad m \geq 1, j \geq 0 \\ p_{2m+1,j} &= \sum_{z_k > 1} R_{2m+1,k} z_k^{-(j+1)} + u(l - m - j) Q_{2m+1,j}, \quad m \geq 0, j \geq 0 \end{aligned} \tag{13}$$

De este modo, queda resuelto el problema de la determinación de la distribución estacionaria del sistema.

3. Resultados y Pruebas

De acuerdo con lo expuesto en la sección previa, dados los parámetros del sistema λ, μ, ν, n , el cálculo de la distribución estacionaria $p_{i,j}$ puede realizarse siguiendo el siguiente esquema:

1. Calcular los coeficientes de los polinomios $U_k(z)$ y $D_k(z)$, $k = \overline{0, n}$ por las fórmulas (7) y (8).
2. Se calculan las raíces de $D_n(z)$.
3. Se construye el sistema de ecuaciones (9), (10) y se determinan

$$p_{k,0}, \quad k = \overline{0, n}.$$

4. Se calculan los coeficientes de $S_k(z)$, $k = \overline{0, n}$ por la fórmula (6).
5. Se calculan los coeficientes de los polinomios $N_i(z)$ y $Q_i(z)$, $i = \overline{0, n}$ por las fórmulas (5) y (11)
6. Se calculan las magnitudes $R_{i,k}$, $i = \overline{0, n}$, para las k tales que $z_k > 1$ por la fórmula (12).
7. Se calculan las probabilidades $p_{1,j}$, $i = \overline{0, n}$, $j \geq 1$ por la fórmula (13).

En calidad de ejemplo de cálculo consideremos

$$\lambda = 1, \mu = 2, \nu = 3, n = 2.$$

De acuerdo con el esquema propuesto se obtiene:

1.

$$\begin{aligned} U_{-1}(z) &= 1, & U_0(z) &= 7z - 3 \\ U_1(z) &= -4z^3 + 42z^2 - 39z + 9 \\ U_2(z) &= -48z^4 + 234z^3 - 321z^2 + 162z - 27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{-1}(z) &= 1, & D_0(z) &= 5z - 3 \\ D_1(z) &= -4z^3 + 30z^2 - 33z + 9 \\ D_2(z) &= -48z^4 + 234z^3 - 321z^2 + 162z - 27 \end{aligned}$$

2. Las raíces de $D_2(z)$ son $z_1 = 0.375$, $z_2 = 0.5$, $z_3 = 1$, $z_4 = 3$.

3. $S_2(z) = 2z^2p_{00} + z(5z - 3)p_{10} + (-4z^3 + 42z^2 - 39z + 9)p_{20} = 0.0$

El sistema de ecuaciones (9) tiene la forma

$$\begin{aligned} 0.5p_{00} - 0.25p_{10} - 0.5p_{20} &= 0 \\ 4p_{00} - 6p_{10} - 9p_{20} &= 0 \\ p_{00} + p_{10} + p_{20} &= 5/9 \end{aligned}$$

y su solución es

$$p_{00} = 0.2121, \quad p_{10} = 0.2626, \quad p_{20} = 0.0808$$

4. Las funciones generatrices, dividiendo previamente el numerador y el denominador entre $(1 - z)(0.5 - z)(0.375 - z)$, son

$$P_0(z) = \frac{1.9393z^2 + 10.1818z + 30.5454}{48(3 - z)},$$

$$P_1(z) = \frac{4.8484z + 37.8181}{48(3 - z)}, \quad P_2(z) = \frac{-0.9696z + 11.6363}{48(3 - z)}$$

5.

$$\begin{aligned} P_0(z) &= \frac{1.6363}{3 - z} - 0.0404z - 0.3333 \\ P_1(z) &= \frac{1.0909}{3 - z} - 0.10101, & P_2(z) &= \frac{0.1818}{3 - z} + 0.020202 \end{aligned}$$

6.

$$P_0(z) = 0.212121 + 0.141414z + 0.545454 \sum_{j=2}^{\infty} \left(\frac{z}{3}\right)^j$$

$$P_1(z) = 0.262626 + 0.363636 \sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{z}{3}\right)^j$$

$$P_2(z) = 0.080808 + 0.060606 \sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{z}{3}\right)^j$$

7. Algunas probabilidades estacionarias son:

i \ j	0	1	2	3	4	...
0	0.2121	0.1414	0.0606	0.0202	0.0067	...
1	0.2626	0.1212	0.0404	0.01348	0.0045	...
2	0.0808	0.0202	0.0067	0.0022	0.0007	...

Tabla 1. Distribución estacionaria (fragmento)

4. Conclusiones

El modelado presentado se basa en la heurística general del método de las FG y en el uso de su analiticidad. El obtener una representación de las FG como funciones racionales llevó a un estudio detallado de la ubicación de las raíces del polinomio determinante del sistema para las FG, encontrándose que la existencia del régimen estacionario del sistema es equivalente a que en el segmento $[0, 1]$ haya exactamente $n + 1$ raíces simples.

La analiticidad de las FG en el círculo unitario, en conjunto con la condición de normalización, permitió formar un sistema de ecuaciones algebraicas lineales cuya solución son las probabilidades iniciales $p_{k,0}$, $k = \overline{0, n}$.

El cálculo numérico final de la distribución estacionaria requirió de los métodos algebraicos usuales.

Referencias

1. Neuts Marcel F., *Matrix-geometric solutions in stochastic models: an algorithmic approach*, Dover Publications, New York, 1994.
2. Bocharov P.P., Peclinkin A.V., Albores F.J., *Teoría de Colas*, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas 395 pág, México 1997.
3. Albores-Velasco F.J., Flores-Pulido L., *La distribución estacionaria en un modelo estocástico de intercambio de información*, Iztatl Computación, No 14, diciembre 2018.



Atención de la motricidad gruesa mediante técnicas de ejecución del piano, utilizando un entorno de realidad aumentada

Salvador Becerra García¹

Marisol Hernández Hernández²

¹Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca y

²Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Carretera a Coatepec, San Juan 7, C.P 56580, Ixtapaluca, Estado, México y Av.
Hermenegildo Galeana 3, María Isabel, 56615 Valle de Chalco Solidaridad, Méx.

Salvador8_5@hotmail.com y mhernandezh@uaemex.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 22 de octubre de 2021, Aceptado 30 de octubre de 2021,
Versión final 08 de noviembre 2021*

Resumen La motricidad gruesa es un aspecto del individuo que es desarrollada a temprana edad. Y debe ser atendida mediante ejercicios básicos de motricidad, como son la coordinación de miembros, movimientos alternados, respuesta de movimiento a un estímulo, reconocimiento de arriba y abajo, y la percepción de espacio-dimensión. Esto propicia un desarrollo tanto a nivel físico como cognitivo y son las piezas principales para que posteriormente pueda realizar actividades más complejas y asimilar conocimientos.

Hoy en día hay varias propuestas que dan respuesta a la necesidad de atender la motricidad gruesa, las tecnologías no son la excepción, la realidad aumentada es aplicada en diversas temáticas, y que al ser aplicada en este tema favorece a una generación que cada día conviven más con las tecnologías y es por ello que se sienten mayor atracción al utilizar este método para realizar actividades u obtener conocimientos.

El sistema de piano en realidad aumentada favorece los ejercicios de motricidad gruesa, y que, al utilizar la música como recurso, involucra a un mayor número de personas al generar interés, ya que al aprender la ejecución de un instrumento con una melodía de forma intrínseca mejoran su motricidad gruesa.

Abstract Gross Motor skills are aspects of the individual that develop at an early age, which should be addressed through basic motor exercises, such as limb coordination, alternating movements, movement response to a stimulus, recognition from above and below, and perception of the spatial dimension. Favors development both physically and cognitively, and they are the main pieces so that you can later carry out more complex activities and assimilate knowledge.

Today several proposals respond to the need to attend to gross motor skills; technologies are not the exception, augmented reality is applied in various topics. When applied to this topic, it favors a generation that lives more and more with technologies. So they feel more attracted when using this method to perform activities or gain knowledge; method to perform actions or gain understanding.

The augmented reality piano system favors gross motor exercises. Using music as a resource involves a more significant number of people by generating interest than by learning to play an instrument with a melody in an intrinsic way; they improve his gross motor skills.

Palabras Clave: motricidad gruesa; música; Realidad aumentada; piano

Keywords: gross Motricity; music; Augmented reality; piano

1. Introducción

La motricidad gruesa es la capacidad que tiene el humano para ejecutar movimientos primordiales, en los cuales implica la locomoción y la coordinación del cuerpo[1], ésta puede verse afectada por diferentes causas como lo son; los trastornos y enfermedades psicomotrices o cognitivas, mismas que de no ser atendidas tendrán riesgo de alterar el desarrollo del individuo y a su vez, un mal desempeño en la motricidad fina y sus afecciones serán directamente observables en el incorrecto funcionamiento de capacidades físicas y mentales.

Las tareas sencillas como la capacidad de mover objetos o trasladarse de un punto a otro, pueden ser afectadas si la persona no tiene una correcta motricidad gruesa; es por ello que se han buscado opciones que puedan atender a las personas con este tipo de problemáticas, mediante diferentes métodos. La propuesta de soluciones a través de la ejecución de un instrumento o el uso de

tecnologías computacionales pueden generar reacciones favorables.

La música es importante para el desarrollo de las personas, debido a que está presente desde el momento en el que el humano se encuentra en forma de feto dentro del vientre de la madre, los primeros sonidos que escucha son los latidos de su corazón y el de su madre, posteriormente el humano va reconociendo algunos otros, que le pueden dar tranquilidad y generar emociones.

Estos sonidos que lo acompañarán a lo largo de su vida, se complementarán con otros, que después conocerá como “música”, ésta es compuesta por armonía, melodía y rítmica; algunas personas no sólo se conformarán con escucharla, pues están destinadas a crearla[1], se dice que, al tocar un instrumento, todas las partes del cerebro, en especial el córtex visual, auditivo y motor, implica el aumento del volumen y la actividad del cuerpo caloso, que facilitan la resolución de problemas, rápida y creativamente y esto favorece el desarrollo del cerebro, así como la asimilación del conocimiento.

En el ámbito médico, la música se ha aplicado para rehabilitar a un paciente y proveerle de un estado de tranquilidad dependiendo de su padecimiento. Muchos investigadores y científicos han puesto interés en los efectos musicales en las personas y han hecho la implementación de diferentes métodos donde se usa tecnología unificada con música, esto con la finalidad de mejorar el bienestar y salud del paciente.

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que ha ido en crecimiento y se ha implementado para la adquisición de conocimientos, siendo una herramienta, innovadora y motivadora, ya que esta tecnología logra la integración de un mundo virtual a nuestra realidad en un solo lugar [2].

Con el uso de cámaras y pantallas, hoy en día el desarrollo de un mundo virtual apasiona por igual a niños, jóvenes y adultos, así como personas con conocimientos expertos y a público en general, porque es un espacio en el cual se propone una realidad alterna, donde se puede crear cualquier historia y ser alcanzada a través de múltiples dispositivos que cuenten con ciertos requerimientos básicos para poder ejecutarla.

Con la RA se pueden recrear objetos, personas, animales, plantas, lugares o personajes ficticios en plataformas; pero en el ámbito laboral, médico y educativo, éstas tecnologías han jugado un

papel muy importante y cada vez mas relevante, al ser explorado como un medio por el cual se pueden rehabilitar personas con diferentes padecimientos.

La investigación que se presenta, propone el uso de la RA como método para utilizar la música y los instrumentos musicales virtualmente y así proporcionar a las personas cuya motricidad gruesa se haya visto disminuida, una especie de terapia que los ayude a rehabilitar o por lo menos superar un poco los efectos que les haya provocado esa deficiencia motriz.

2. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología **Rational Unified Process (RUP)**, esta metodología asigna tareas para el proceso de desarrollo de software y su meta es asegurar su producción con alta calidad y que cumpla con los requerimientos del cliente [3], se propone principalmente esta metodología ya que se apoya de diagramas para la explicación del funcionamiento, para entender de mejor forma la lógica funcional.

Dimensiones de la RUP

La RUP cuenta con dos dimensiones:

- El eje horizontal, que representa los tiempos, y se demuestran los aspectos de ciclo de vida de los procesos.
- El eje vertical, representa las disciplinas, que agrupan actividades definidas lógicamente por la naturaleza y entorno del desarrollo.

En la primera dimensión se considera el aspecto dinámico del proceso y se representa en términos de fases, de iteraciones, y la finalización de las fases. La segunda representa el aspecto estático del proceso: componentes del proceso, las disciplinas, las actividades, los flujos de trabajo, artefactos y roles [4].

Fases de la RUP

El ciclo de vida del software de RUP se descompone en cuatro fases secuenciales, en cada extremo de la fase se realiza una

evaluación para determinar si los objetivos de la fase se han cumplido. De tener resultados favorables, ésta permite avanzar a la siguiente fase.

Fases

- Alcance del proyecto
- Definición, análisis y diseños
- Implementación

3. Sistema de piano como instrumento musical de apoyo para la motricidad

Versión de prueba. El sistema está compuesto por un piano virtual, tomando en cuenta la octava central u octava 5, en ella se consideran la sección tanto de teclas negras como blancas, se basó en la composición de un piano o teclado real, Va de la tecla de Do central a Fa sexta. Con la intención de abarcar un número significativo de teclas para la ejecución mas amplia de melodías, se tuvo apoyo de músicos expertos en piano para considerar la sección de implementar de un piano.

4. Desarrollo de recursos para la RA

El sistema se generó en la plataforma de Scratch, en la cual se visualiza la forma del teclado, similar a como lo encontraría una persona frente a un piano, respetando el mismo formato y orden de las teclas, donde 7 notas son las principales representadas con teclas blancas y 5 teclas negras que son; los accidentes o alteraciones (bemoles o sostenidos). Se utilizó un diseño en dos dimensiones con la intención de que sea lo más intuitiva posible.

Se hicieron una serie de capas, a las cuales se les llama disfraces, éstas cambiaran el diseño principal con modificaciones propias, para que sean mostradas cuando se ejecuta el programa, respetando las condiciones de lógica en la programación, ver Figura 1.

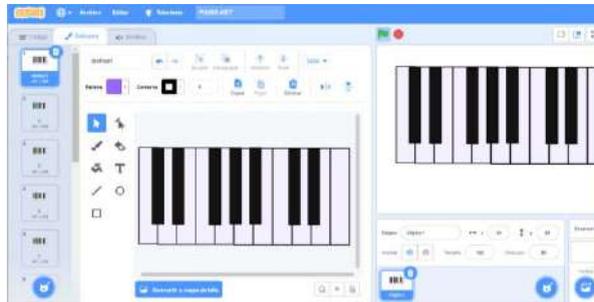


Figura 1. Diseño y desarrollo del sistema. Fuente propia.

El desarrollo del algoritmo se implementó con condiciones por bloques, las condiciones a implementarse son para la lógica y ejecución del programa, con la intención de que puedan escucharse sonidos cuando el dedo está cerca del objeto, ver Figura 2.

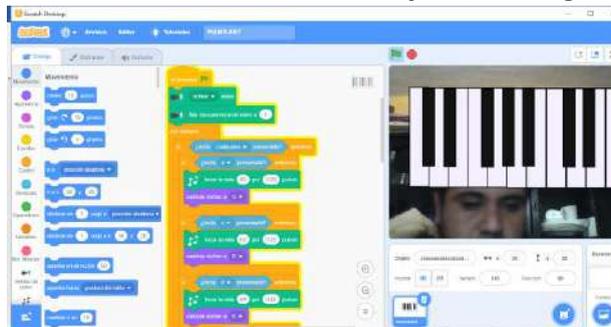


Figura 2. Condiciones y mascarar para la ejecución.

Scratch es un ambiente intuitivo y con un conjunto de herramientas muy completas para el desarrollo de aplicaciones RA; esta plataforma no solo permite el desarrollo de animaciones y la aplicación de código por bloques, sino que también la implementación de bancos de sonidos, sensores, movimientos a imágenes y peticiones con realidad aumentada.

Al ejecutarse el sistema, se abrirá una pantalla y vinculará la obturación de la cámara del dispositivo superponiéndose el diseño del piano virtual como imagen que es capturada por la cámara, una vez que se reconocen ambas imágenes, el usuario puede interactuar haciendo uso de sus dedos y manos para tocar las teclas, éstas al ser seleccionadas, emitirán el sonido correspondiente, que a su vez, cambiará de color para que el usuario sepa que está digitando, colocando la nota musical en la parte superior del teclado, ver figura 3. El sistema cuenta con dos modalidades, el primero automatizado y

precargado mientras que el segundo es el entorno del usuario.

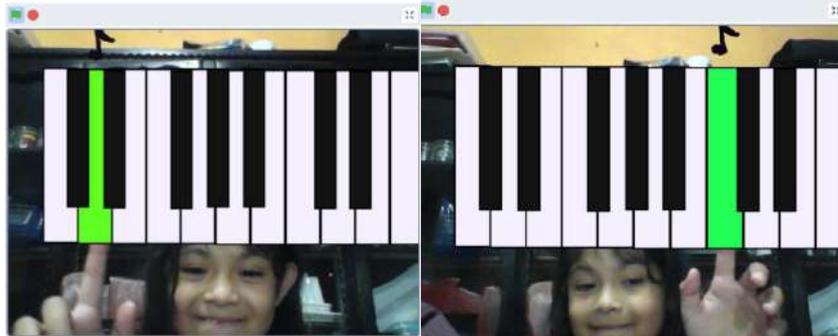


Figura 3. Uso del sistema del piano para motricidad gruesa

5. Resultados

El sistema de piano para la atención de motricidad gruesa permite al usuario interactuar con un piano en RA, diseñado de tal forma que sea intuitivo y de fácil acceso, reforzando las actividades normales que son propuestas en el preescolar, como son: las de coordinación y movimiento de un lado a otro; el piano está constituido por un total de una octava y media, 11 teclas en color blanco y 7 en color negro. Cada una sonará cuando el usuario realice un acercamiento con el dedo y éste reaccionará a su presencia, dándole una respuesta en sonido que será percibida por el usuario y que dará a entender que esta haciendo un movimiento correcto. El piano esta acompañado con tres canciones que busca tener movimientos básicos en el ejecutor y que propician un resultado favorable en la movilidad.

Se realizaron pruebas con una menor de 8 años de edad, brindando información importante para la evaluación del sistema, misma que expresó el impacto que tuvo en ella al manejar el sistema y refirió sentirse contenta, sorprendida e interesada, debido a que hacía uso de sus dedos y manos en forma divertida, para crear música, si bien es necesario escuchar en un primer momento la canción muestra y ver los movimientos, ésta permite que el usuario toque de acuerdo al método que decida, y conforme lo domine ir incrementando su habilidad para el manejo de las octavas. Se solicitó al tutor de la menor, la autorización para su aparición en la foto que ejemplifica el modelo.

6. Conclusiones

El sistema del piano en RA, logra favorecer el desarrollo de la motricidad gruesa, que propicia una ambiente sano en su integridad física y mental, generando personas que relacionen un aprendizaje

de la ejecución de un instrumento musical y que a su vez mejoren su motricidad la cual está directamente relacionada con los procesos cognitivos.

Se propone un ambiente amigable y agradable, donde la interfaz de RA maximiza el interés del usuario para efectuar los ejercicios, atendiendo varios aspectos del individuo como son: el manejo de tecnologías, la relación con las artes, el desarrollo motriz, el aprendizaje a través de las Tecnologías de la información y comunicación, las actividades didácticas que permiten aprendizaje lúdico y la motivación a través de melodías y juegos.

Esta plataforma está dirigida a infantes en el proceso de desarrollo de motricidad gruesa, sin embargo, es posible ser implementada con personas que cuentan con otras características y esta abierta para ser explorada en diversos ambientes y condiciones, que cuenten con similitudes del fenómeno de estudio.

Referencias

1. Flores M. D. y Gutiérrez R. W.(2017), Diseño de un sistema interactivo dirigido a la rehabilitación de la motricidad gruesa en niños y jóvenes con necesidades especiales, *Universidad de San Buenaventura de Cali, Colombia*.
2. Navarro F. y Martínez A. (2018), *Realidad virtual y realidad aumentada, editorial RA-MA*.
3. Chacón, R. J.(2006).Aplicación de la metodología RUP para el desarrollo rápido de aplicaciones basado en el estándar J2EE, *Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala*.
4. Kruchten P. (2004), *The Rational Unified Process an Introduction, Third edition, Addison Wesley, United States of America*,



Recurso educativo basado en realidad aumentada para aprender el proceso de eyección láctea de un bovino

Marisol Hernández Hernández¹

Salvador Becerra García²

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

²Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca

Av. Hermenegildo Galeana 3, María Isabel, 56615 Valle de Chalco Solidaridad, Méx. y
Calle, No, C.P 9000, Ixtapaluca, Estado, México

mhernandezh@uaemex.mx, salvador8_5@hotmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 22 de octubre de 2021, Aceptado 30 de octubre de 2021,
Versión final 08 de noviembre de 2021*

Resumen Las situaciones actuales en donde la educación a distancia es y será básica, se requieren de recursos educativos que ayuden en el aprendizaje teórico y práctico de algunas disciplinas. La medicina veterinaria se encuentra dentro de las que necesitan una variedad de animales para que puedan observar, fundamentar y desarrollar competencias prácticas, que les permitan a los alumnos conocer, prevenir y tratar a las enfermedades que de ellos se conozcan.

La realidad aumentada es un recurso tecnológico que favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje; por esto se propone un sistema cuyo contenido se basa en la enseñanza de producción de leche de una vaca y la morfología de los elementos que intervienen en ese proceso, implementados en un estudio de caso, en donde se pusieron contextos de aprendizaje al alcance de los alumnos, tanto en términos monetarios y de adquisición.

Abstract The current situations where distance education is

essential to require educational resources that help in the theoretical and practical learning of some disciplines. Veterinary medicine is among those that need a variety of animals to observe, base, and develop practical skills that allow students to know, prevent and treat diseases that are known to them.

Augmented reality is a technological resource that favors the teaching-learning process; For this reason, a system is proposed whose content is based on the teaching of milk production from a cow and the morphology of the elements that intervene in this process, implemented in a case study, where learning contexts were made available to the students, both in monetary and acquisition terms.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Aprendizaje, Medicina Veterinaria, recursos educativos, eyección láctea.

Keywords: Augmented reality, Learning, Veterinary Medicine, Educational resources.

1. Introducción

En los programas educativos existen unidades de aprendizaje teóricas y asignaturas prácticas que necesitan elementos vivos, tal es el caso de la medicina veterinaria que requiere de animales para poder comprender mejor los conceptos o procedimientos que necesita todo profesional en la medicina veterinaria.

Existen elementos que sirven de ayuda en la obtención de los aprendizajes de esta disciplina, construidos con diversos materiales que dan una apariencia similar de animales vivos, pero con materiales costosos, a los cuales, las instituciones educativas no siempre tienen acceso; en caso de que la escuela sí cuente con ellos, se requiere de una sesión de clase, para que los alumnos aprendan, lo cual restringe a las prácticas de los alumnos.

La Realidad Aumentada “RA” es una técnica que ha funcionado en muchos ámbitos de la vida diaria, pues ofrece múltiples escenarios competentes que se pueden adaptar en diversos campos del conocimiento. Existen aplicaciones que se dirigen al mercado de masas para la publicidad, el entretenimiento y la educación [1], pero aún no ha habido grandes aplicaciones para la medicina veterinaria.

La medicina veterinaria ha sido poco explorada en este contexto y su aprendizaje requiere de medios óptimos que permitan a los alumnos “aprender haciendo”, para adquirir las competencias académicas necesarias, suficientes y actuales para su adecuado

desarrollo profesional como futuros profesionales.

La RA es una tecnología a través de la cual la visualización del entorno real se ve aumentada por elementos u objetos generados por un ordenador [2]. Bajo este enfoque, se propone un sistema cuyo objetivo es, poner al alcance de los estudiantes una aplicación fácil de adquirir en cuanto a costo y medio de adquisición. El sistema propuesto puede ejecutarse desde la computadora o con un dispositivo móvil, elementos que en la mayoría de las veces, están al alcance de los alumnos.

Este recurso se implementó en un estudio de caso a nivel de estudios profesionales, cuyo objetivo fue entrenar los conocimientos de la medicina veterinaria en el tema de la eyección láctea de la vaca y para lo cual, los alumnos usaron un sistema basado en RA. Los conocimientos tomados en cuenta fueron: sistema de eyección láctea y su morfología. Ese recurso educativo permite la interacción con el estudiante, a través de la cual se identifican determinadas partes corporales del rumiante y, en consecuencia, facilita su aprendizaje por medio del funcionamiento interactivo del sistema.

2. Trabajos Relacionados

Existen antecedentes de la ayuda de la RA a la educación, como lo muestra el Sistema Tutorial Inteligente (STI) que se creó para ayudar con la capacitación hacia las tareas de ensamblaje manual de motherboards [3].

Otro ejemplo es el que muestra estructuras moleculares tridimensionales, para que los alumnos aprendan química [4] y también, los interactivos de un hiperboloide que se usa para enchufes de aviones reales, modelo interactivo de un cicloide y pista de mármol de tres carriles, todos basados en RA [5].

3. Descripción de la Aplicación

El principal objetivo del sistema es aplicar la RA mediante un sistema gestor de conocimientos que funcione como una estrategia de aprendizaje a distancia sobre temas de medicina veterinaria. Las características del sistema hicieron que se optara por hacer una aplicación para computadoras y para dispositivos móviles.

La RA en el dispositivo móvil se activa cuando se enfoca la cámara en un marcador que puede ser proporcionado por el profesor como apoyo y para completar los apuntes del tema; en este apartado se muestra el proceso de eyección láctea por medio de un video y

una imagen 3d que muestran las partes de la vaca que intervienen en la manera en que se obtiene leche de una vaca.

El sistema web que funciona en una computadora, tiene varios apartados con RA, mostrados con videos, imágenes 3d y links; además, tiene autoevaluación. En este sistema, la RA se dispara con un marcador, dejándola ver en forma de imágenes 3d y un video. La RA, cuando muestra una imagen de una vaca que contiene los nombres de las partes que intervienen en el proceso de eyección láctea y que funcionan como enlaces hacia los conocimientos teóricos sobre la intervención de esas partes en el proceso mencionado.

4. Conceptos Básicos

La RA se muestra como: texto, sonidos, videos, gráficos, hipertexto, objetos 3d y animaciones 2d, pero los recursos más importantes por la naturaleza de la investigación son las imágenes y la interactividad de la RA, por sus beneficios en la enseñanza y porque atraen la atención de los estudiantes debido a sus mundos virtuales tridimensionales e interactivos [6].

5. Interfaz de Usuario

Algunos autores clasifican a la RA por la manera en que se pueden proyectar en dos tipos: como del tipo de proyección en pantallas de computadoras y con dispositivos móviles y una tercera con otros dispositivos como los Google Glass [7]. Con base en esta premisa se desarrolló un sistema que puede ejecutarse en computadora y en dispositivo móvil.

El sistema web, es en donde se conjuntaron elementos de RA a través de videos, imágenes 3D, conocimientos y evaluación, que sirven para el aprendizaje de la eyección láctea. Cada elemento contiene un acceso a los elementos de RA, ver figura 1.



Figura 1. Sistema Medicina Veterinaria. Fuente: Elaboración propia.

Este recurso hace que el alumno observe el modelo a profundidad, resaltando los elementos que intervienen en el proceso de eyección láctea.

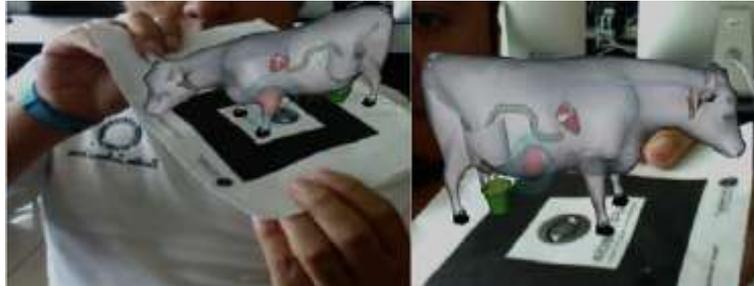


Figura 2. Modelo 3d de la vaca. Fuente: Elaboración propia.

El sistema también muestra un video con la animación del sistema de eyección láctea que se muestra en la pantalla de la computadora cuando se sitúa el marcador frente a la webcam, ver figura 3.



Figura.3 Animación del proceso fisiológico de la ordeña de una vaca.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede colocar un marcador pequeño en los apuntes (ver figura 4), para que cuando el alumno desee practicar u observar el sistema basado en RA, coloque la cámara del dispositivo sobre el marcador, para observar la RA, cuyos recursos son elementos multimedia, como son: texto, imágenes 3D, audio, video e hipervínculos.



Figura 4. RA mostrada del sistema visto desde un móvil. Fuente: Elaboración propia.

La RA ayuda a activar el pensamiento; al instante de moverse, hablar o escribir, se ponen en acción las redes neuronales del cerebro [8], por ello se agregaron links a la RA, que muestra una vaca con su morfología relacionada con el funcionamiento del sistema fisiológico de la eyección láctea, ver figura 5.



Figura 5. Elementos de la morfología láctea. Fuente: Elaboración propia.

Cada link del sistema, conlleva a una página que muestra la información referente a la manera en que interviene en el sistema de eyección láctea, 2 ejemplos de ello se muestran en la figura 6.



Figura 6. Link del Menú RA. Fuente: Elaboración propia.

La RA también se ve en forma de video. En esta simulación se percibe y se escucha la manera en que se envían sensaciones externas hacia el funcionamiento interno de la vaca, se puede observar como esos impulsos recorren el cuerpo del modelo, pasando por la médula espinal hasta llegar al hipotálamo que hace que se desprenda leche de los alveolos y que con ayuda de las venas hace que se emita solución láctea a través de las ubres, (ver figura 7). La narración del proceso se escucha como se escribe a continuación: Cuando las ubres de la vaca sienten el estímulo del tacto, ya sea de unas manos o de una máquina, se emiten señales al cerebro en forma de oxitocina, que se envían por la médula espinal y hasta llegar al hipotálamo con ayuda del cerebro, el cual manda señales, para que se expulse la leche que saldrá a través de las

ubres.



Figura 7. Animación proceso de eyección láctea.
Fuente: Elaboración propia.

El sistema contiene un apartado con preguntas sencillas que hacen que el alumno se autoevalúe, ver figura 8.



Figura 8. Evaluación del sistema de medicina veterinaria. Fuente: Elaboración propia

6. Resultados y Pruebas

El sistema se puso a prueba con alumnos de segundo semestre de la carrera de Medicina Veterinaria, en donde se analizaron los ítems: Aprendizaje significativo, Motivación y Facilidad de uso.

Después de haber encuestado a los estudiantes se obtuvieron los siguientes resultados:

En relación al aprendizaje significativo con el uso de la RA, se potenció el proceso cognoscitivo de los alumnos sobre el aprendizaje del tema en estudio, logrando que su proceso reflexivo correspondiera con lo que estudiaron, esto se pudo notar en las calificaciones que los alumnos obtuvieron en la evaluación, en donde con el uso de RA, las calificaciones fueron de 89.3% y de 35% sin la RA.

Con relación a la motivación los resultados mostraron que los alumnos observaron con gusto y diversión y, además, aprendieron; se percibieron emocionados y deseosos de manejar el sistema y se vieron atentos a la clase y con deseos de aprender, todo esto en un porcentaje del 94% con respecto a la emoción que despertó la clase sin material educativo basado en RA.

La facilidad con que manejaron el sistema fue alta, los alumnos dijeron que les pareció un sistema intuitivo, lo utilizaron con la computadora y en sus dispositivos móviles, que les dio pauta a expresar que ese conocimiento lo tenían alcanzable y en cualquier momento.

7. Conclusiones

Los tiempos de la era digital que se viven día con día, hacen que los profesionales de la educación requieran de otras maneras de enfocar el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando herramientas tecnológicas que ayuden y motiven al mismo tiempo a alumnos.

Los estudiantes necesitan de herramientas virtuales con las que puedan interactuar para que su aprendizaje sea más significativo y que den pauta a la construcción de su aprendizaje.

Las tecnologías de la información y la comunicación ayudan a los alumnos a desenvolverse mejor en sus diferentes estilos de aprendizaje, la aplicación diseñada combina los sentidos visual, auditivo y kinestésico, y la RA es una herramienta virtual fácil de manipular, motivadora y divertida y que puede convertir al proceso del aprendizaje en una tarea que los incite a seguir aprendiendo, tanto de manera presencial como en educación a distancia.

Referencias

1. Azuma, R. (2015). Location-based mixed and augmented reality storytelling. Chapter 11 in 2nd Edition of *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, Woodrow Barfield, (Editor), CRC Press, August 2015, pp. 259-276.
2. Rabbi I. & Ullah, S. (2013). A survey on augmented reality challenges and tracking. *Acta Graphica znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije*, 24(1-2), 29-46.
3. Westerfield, G., Mitrovic, A. & Billinghamurst, M. 2014. Intelligent augmented reality training for motherboard assembly. *International conference in Artificial intelligence in Education. Lecture Notes Artificial intelligence* 7926, 54.
4. Asai K. and Takase. N. (2011). Learning Molecular Structures in a Tangible Augmented Reality Environment. *Int. J. Virtual Pers. Learn. Environ.* 2, 1, 1-18. DOI=<http://dx.doi.org/10.4018/jvple.2011010101>.
5. Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Field Experiment in a Mathematics Exhibition. *Computers & Education*, 79,59-68. <https://doi.org/10.1016/>
6. García C. y Pérez F. (2010). *Aplicaciones de Realidad Aumentada como apoyo a la educación en Niños con Hiperactividad*. Colima, México, Universidad de Colima, Recuperado de <https://es.scribd.com/document/208128217/Aplicaciones-de-La-Realidad-Aumentada>
7. Camacho, M. (2013). *Investigaciones de vanguardia en la universidad de hoy*. Visión Libros Madrid, España.
8. Loos S. Y Metref K. (2007). *Jugando se aprende mucho*, Narcea, S.A, Madrid. España.



Inventos de la Revolución Industrial en Realidad Aumentada

Ricardo Rafael Ramos Ordoñez, Marva Angélica
Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, C.P 90401, Apizaco, Tlaxcala, México
{ricardoordonez595, marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de octubre de 2021, Aceptado 30 de octubre de 2021,
Versión final 08 de noviembre de 2021*

Resumen En este artículo se presenta el proyecto “Inventos de la Revolución Industrial con Realidad Aumentada (InvRev)”, desarrollado con la finalidad de difundir información de los inventos más relevantes de la Revolución Industrial, enfocado para el público en general. La aplicación está conformada por 5 de los inventos que impactaron en la Revolución Industrial: el primer teléfono, el primer automóvil, el primer aeroplano, la primera máquina de vapor y la bombilla eléctrica. InvRev utiliza Realidad Aumentada con marcadores en dispositivos móviles Android, potenciados por Vuforia y Unity.

Abstract This paper presents the project "Inventions of the Industrial Revolution with Augmented Reality (InvRev)", developed with the purpose of disseminating information on the most relevant inventions of the Industrial Revolution; project focused on the general public. The application is made with 5 important inventions on the Industrial Revolution: the first telephone, the first automobile, the first airplane, the first steam engine and the electric light bulb. InvRev uses Augmented Reality with targets on Android mobile devices, it was built with Vuforia and Unity.

Palabras Clave: Revolución Industrial, Realidad Aumentada, Modelado 3D, Aplicación Móvil.

Keywords: Industrial Revolution, Augmented Reality, 3D Modeling, Mobile Application.

1. Introducción

Este proyecto está enfocado en uno de los hechos que ha cambiado a la humanidad y cuya evolución marca nuestro presente y seguirá marcando el futuro es la Revolución Industrial. Esta revolución viene a ser un proceso de cambio constante y crecimiento continuo, donde intervinieron varios factores, los cuales fueron: las invenciones y descubrimientos teóricos, movimientos de capitales, transformaciones sociales, revolución de la agricultura y el ascenso de la demografía. Estos factores se combinan y potencian entre sí.

El propósito de este proyecto denominado Inventos de la Revolución Industrial (InvRev) es brindar información de los inventos, incorporando la Realidad Aumentada para favorecer la interacción del uso de información virtual aplicado al mundo físico, permitiendo una interacción innovadora con el usuario a diferencia de los métodos tradicionales como son el video o imágenes.

2. Trabajos Relacionados

A continuación, se muestra una breve descripción de los proyectos más importantes relacionados a este proyecto, los cuales corresponden a aplicaciones móviles que hacen uso de Realidad Aumentada.

- **RA-UAtx** Es una aplicación desarrollada por alumnos de la licenciatura de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, en donde su finalidad es presentar las diferentes carreras de la Universidad Autónoma de Tlaxcala por medio de la Realidad Aumentada, permitiéndoles visualizar información sobre perfil de ingreso y egreso, mallas

curriculares, edificios representativos de las Facultades etc., siendo esta información útil para los aspirantes que buscan ingresar a la Universidad Autónoma de Tlaxcala[1]

- **ANIMEXT: Animales en peligro de extinción en México** Este proyecto tiene como finalidad presentar información relevante de especies endémicas en México en peligro de extinción. El proyecto se encuentra conformado por una aplicación móvil con Realidad Aumentada, creada para dispositivos móviles y 15 targets impresos. A través de un target se puede mostrar el modelo 3D del animal, así como consultar la información pertinente del animal seleccionado y escuchar el sonido característico de la especie [2].
- **Zona Arqueológica de Tecoaque con Realidad Aumentada** El proyecto cuenta con una aplicación móvil para Android que dispone de información, audios y fotografías de los sitios relevantes de la zona y modelo 3D sobre algunos de los templos y plataformas ceremoniales de Tecoaque. Este proyecto está enfocado en la Zona Arqueológica Tecoaque localizada en Calpulalpan, en el estado de Tlaxcala [3].

3. Descripción de la Aplicación

“Inventos de la Revolución Industrial con Realidad Aumentada”, es una aplicación para dispositivos móviles en donde se brinda Información relevante de los inventos de la revolución industrial con uso de Realidad Aumentada.

La aplicación móvil de Realidad Aumentada usa marcadores impresos y tendrá las siguientes opciones:

- Realidad Aumentada
- Información
- Galería
- Ayuda

4. Realidad Aumentada y Revolución Industrial

Realidad Aumentada: El término realidad aumentada aparece

en torno al año 1990, acuñado por el investigador Thomas Caudell y David Mizel, dos ingenieros de la compañía Boeing, quienes diseñan y crean un prototipo consistente en unas gafas transparentes que combinaban la detección de elementos del mundo real y el posicionamiento de la cabeza. La realidad aumentada enriquece la realidad con elementos virtuales e información, mostrándola simultáneamente a través de las gafas o dispositivos empleados [4], [5].

Revolución Industrial: Durante este periodo se dio la mayor serie de eventos tecnológicos y sociales en la historia de la humanidad desde el Neolítico, que vio la transición de economías rurales basadas principalmente en la agricultura y el comercio a economías urbanas, industrializadas y mecanizadas [6].

5. Inventos de la Revolución Industrial con Realidad Aumentada (InvRev)

En la Figura 1 se muestra el diagrama general de Inventos de la Revolución Industrial, en el cual se observan 5 inventos los cuales son locomotora, teléfono, automóvil, aeroplano y bombilla de luz que se contemplaron para el desarrollo de la aplicación.

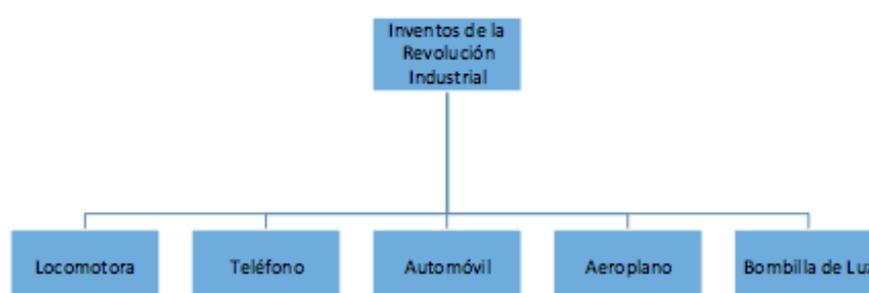


Figura 1 Diagrama General de Inventos de La Revolución Industrial.

En la Figura 2 se muestra el menú de la Aplicación que cuenta con cinco opciones: comenzar con el uso de la cámara para la opción de Realidad Aumentada, visualizar información, galería fotográfica y un botón de ayuda.



Figura 2. Vista del menú principal

5.1 Primera Locomotora de vapor

La primera locomotora a vapor fue construida por Richard Trevithick, la locomotora es monocilíndrica y montada con volantes, y la fuerza se transmite a las ruedas a través de engranajes [7]. En la Figura 3A se muestra la primera locomotora de vapor modelada en 3D con Blender, en la Figura 3B se muestra la misma locomotora pero desde Realidad Aumentada a través de una Tablet Samsung Galaxy Tab S7.

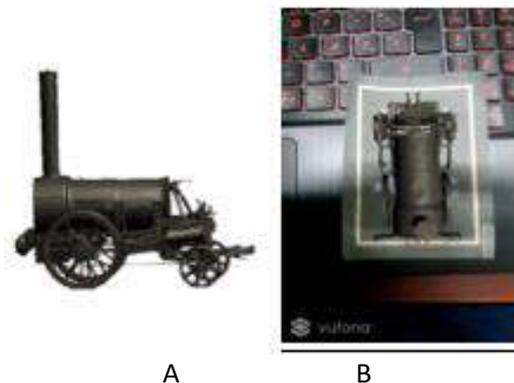


Figura 3. A) Primera Locomotora de Vapor modelado en 3D, B) Primera Locomotora de Vapor en Realidad Aumentada.

5.2 Primer Teléfono

El 10 de marzo de 1876, Bell logró que su teléfono se utilizara, se utilizó un emisor de líquido que parece un diseño de

Gray [8]. En la Figura 4A se muestra el primer teléfono modelado en 3D, en la Figura 4B se muestra el teléfono visto con Realidad Aumentada usando un marcador y visto a través de una Tablet Samsung Galaxy Tab S7.



A

B

Figura 4. Primer teléfono en modelo 3D, B) Primer teléfono desde Realidad Aumentada.

5.3 Primer automóvil

La invención del automóvil se ha atribuido a Karl Benz (1844-1929). Sin embargo, requirió la contribución de los primeros inventos de Nikolaus August y el francés Alphonse Beau de Rochas [9]. En la Figura 5A se muestra el primer automóvil modelado en 3D, en la Figura 5B se muestra el automóvil visto con Realidad Aumentada con una vista desde arriba.



A

B

Figura 5. Primer automóvil en modelo 3D, B) Primer automóvil desde Realidad Aumentada.

5.4 Primer aeroplano

Los hermanos Wight de Estados Unidos inventaron el

primer avión. En la Figura 6A se muestra el primer aeroplano modelado en 3D, en la Figura 6B se muestra el aeroplano visto con Realidad Aumentada usando un marcador y una Tablet Samsung Galaxy Tab S7.

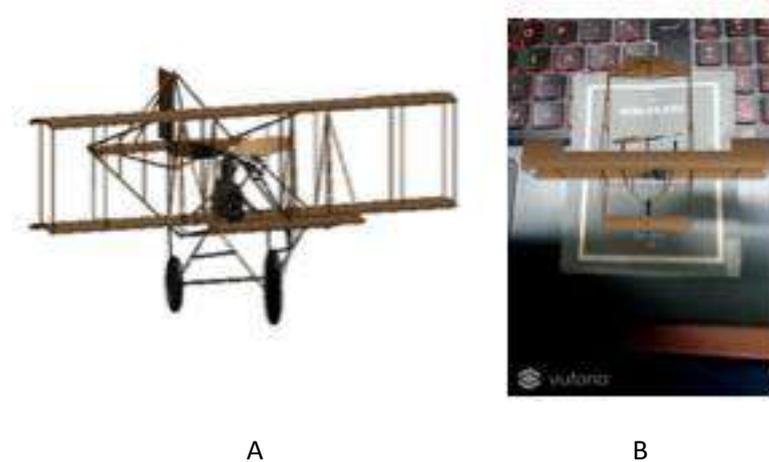


Figura 6. Primer aeroplano en modelo 3D, B) Primer aeroplano desde Realidad Aumentada.

5.5 Bombilla de Luz

El 21 de octubre de 1879 Thomas Alva Edison presentó por primera vez una lámpara con una bombilla que estuvo encendida durante 48 horas [10]. En la Figura 7A se muestra la bombilla de luz modelada en 3D, en la Figura 5B se muestra la bombilla de luz vista con Realidad Aumentada.



Figura 8. Primera bombilla en modelo 3D, B) Primera bombilla desde Realidad Aumentada.

6. Resultados y Pruebas

La aplicación se instaló y ejecuto en dispositivos móviles

Android. Se realizaron revisiones de los diferentes Modelos 3D, se revisó que no tuvieran errores, en cuanto a su posición y visualización. De igual manera se realizaron pruebas a todas las funcionalidades de la aplicación.

7. Conclusiones

Se obtuvo una experiencia muy grata y enriquecedora con respecto a Realidad Aumentada usando Unity y Blender, que fueron muy importantes para la realización de este proyecto. Un ingeniero tiene la oportunidad de expandirse a muchos campos diferentes, no solo a la programación, porque en este proyecto se realizó una investigación sobre el período de la revolución industrial que marcó un período muy relevante para la actualidad. Finalmente, el desarrollo de este proyecto deja la grata experiencia de poder desarrollar el proyecto Inventos de la Revolución Industrial que aportó investigación y experiencia, lo que ayuda a fortalecer el conocimiento en el desarrollo de aplicaciones móviles.

Referencias

1. Flores Garcia, F. L., & Lara Mateos, M. (15 al 17 de Mayo de 2019). RA-UATx aplicación de Realidad Aumentada para proporcionar información para los aspirantes de los programas educativos de la UATx. *Investigación en la Educación Superior Morelia:2019*.
2. Martínez Vázquez, J. D. (15 al 17 de Mayo de 2019). Animales en Peligro de Extinción en México (ANIMEXT). *Investigación en la Educación Superior: Morelia 2019*.
3. Flores Tamayo, E. R., & Ramírez Martínez, G. (Enero-Junio de 2019). Zona Arqueológica de Tecoaque con Realidad Aumentada. *IZTATL COMPUTACIÓN*, 15.
4. Bejerano, P. G. (29 de Septiembre de 2014). *El origen de la realidad aumentada*. Recuperado el 25 de Junio de 2019, de Blogthinkbig.com.
5. Navarro, F., Martínez, A., & Martínez, J. (2018). *Realidad Virtual y Realidad Aumentada Desarrollo de Aplicaciones*. Madrid: RA-MA Editorial.
6. San Juan, C. (1993). *La revolución Industrial*. Madrid-España: Akal, S.A.
7. *Trevithick Richard (1883). Scientific American, 5917-5917. Obtenido de https://eimem.uniovi.es/facultad/ilustres/-/asset_publisher/9RUx/content/richard_trevithick?redirect=%2Ffacultad%2FIlustres*
8. Gavalda, J. (03 de Marzo de 2020). *Historia National Geographic*. Recuperado el 05 de Marzo de 2021, de [historia.nationalgeographic.com.es: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alexander-graham-bell-y-polemica-telefono_15118](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alexander-graham-bell-y-polemica-telefono_15118)
9. Lima, D. (29 de 01 de 2020). El automovil cumple 134 años. Obtenido de Parabrisas: <https://parabrisas.perfil.com/noticias/hombres-de-auto/el-automovil-cumple-134-anos-carl-benz-lanzamiento-presentacion-patentamiento-historia-enero-1886-historia-29-de-enero-primer-mercedes.phtml>
10. Crespo, E. (23 de Abril de 2018). *Historia*. Recuperado el 05 de Marzo de 2021, de [¿Quién Invento la Bombilla?: https://canalhistoria.es/blog/quien-invento-la-bombilla/](https://canalhistoria.es/blog/quien-invento-la-bombilla/)



Desarrollo de un Recorrido Virtual Basado en los Avances Tecnológicos de James Watt

Jair Mendez López, Jose Omar Mendez Garcia, Marva Angélica Mora
Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito s/n, Apizaco, Tlaxcala, México
{joseomar441, jairml12, marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 06 de septiembre de 2021, Aceptado 30 de septiembre de 2021,
Versión final 10 de octubre de 2021*

Resumen Con el avance tecnológico en la actualidad, la vida diaria ha tenido un cambio radical y una mejora a través del uso constante de las Tecnologías de la información. En el presente trabajo de investigación se presenta un recorrido virtual en 3D desde una perspectiva de primera persona basado en los aportes científicos y tecnológicos de James Watt. El proyecto se titula "History Trip: James Watt", este proyecto busca contribuir a la educación como un medio didáctico, haciendo que el aprender sobre James Watt sea más atractivo para las nuevas generaciones, las cuales tienden a consumir medios digitales como galerías digitales, AR o VR por medio de computadoras o dispositivos móviles.

Abstract Technological advancement produces a radical change and improvement through the constant use of Information Technology. In this research, we show a virtual tour in 3D from a first-person perspective, the project is focused on the scientific and technological contributions of James Watt. Titled "History Trip: James Watt", this project seeks to contribute to education as a didactic medium, making learning about James Watt more attractive for new generations, which tend to consuming digital media such as digital galleries, AR or VR through computers or mobile devices.

Palabras Clave: Unity Engine, James Watt, Revolución Industrial, Blender, Shaders.

Keywords: Unity Engine, James Watt, Industrial Revolution, Blender, Shaders.

1. Introducción

En México, los medios didácticos digitales están en desarrollo. Estos abarcan desde aulas digitales interactivas, hasta módulos de AR implementados en algunos libros de textos. Uno de ellos es la historia, la cual es un banco de datos enorme, los medios didácticos referentes a historia que podemos encontrar son enciclopedias virtuales las cuales contienen información en texto plano, imágenes y algunos videos. Por lo tanto, el factor didáctico no es muy interactivo como debería ser.

2. Trabajos Relacionados

La Revolución Industrial a través de RV [1]: “La Revolución Industrial a través de la Realidad Virtual”, está enfocado al público estudiantil. Este proyecto está compuesto de inventos de la primera etapa de la Revolución Industrial llamada La Era del Hierro, así como de la segunda etapa llamada Era del acero y el petróleo.

Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante Sensor Kinect [2]: La finalidad de este proyecto es utilizar entornos virtuales en un videojuego que puede llevarnos a lograr activación física a infantes en tercera dimensión, sin la adhesión de algún dispositivo en su cuerpo, este proyecto presenta Bingo Body, un videojuego desarrollado con mundos virtuales para activación física, mediante la manipulación por el sensor “Kinect”.

Videojuego de la leyenda de Quetzalcóatl [3]: Este proyecto está enfocado en el desarrollo del videojuego “La Leyenda de Quetzalcóatl” y su aplicación en la enseñanza de la cultura, en el juego se relata todas las tareas que tuvo que cumplir Quetzalcóatl para crear al mundo y a la humanidad, así como el proceso que lo llevo a convertirse en el dios más importante y poderoso de nuestra cultura.

3. Conceptos Básicos

Recorrido virtual [4]: La visita virtual, también llamada paseo, recorrido o tour virtual, es una forma de conocer un espacio a través de la interacción con el ratón -no inmersiva- o de la Realidad Virtual -inmersiva- posibilitando así, y según su diseño, recorrer diferentes espacios o lugares de determinado entorno.

James Watt [5]: James Watt nació el 19 de enero de 1736, en Greenock, Renfrewshire, muy interesado en las máquinas de vapor, inventadas por Thomas Savery y Thomas Newcomen, determinó las propiedades del vapor, en especial la relación de su densidad con la temperatura y la presión. Fue socio de John Roebuck, que financió sus investigaciones, en 1775 comenzaron a fabricar máquinas de vapor y continuó con las investigaciones que le permitieron patentar otros importantes inventos, como el motor rotativo para impulsar varios tipos de maquinaria.

4. Descripción de la Aplicación

History Trip: James Watt, es un software didáctico sobre la primera revolución industrial y las aportaciones del ingeniero británico James Watt. Este software de primera instancia corre en la plataforma Microsoft Windows 7/8/10. x. La interfaz recibe al usuario con una melodía barroca de la época, una escena 3D de fondo que cambia de día a noche. La Figura 1 muestra el proyecto en ejecución.



Figura 1. Interfaz del software

Al ser seleccionado el botón Iniciar este llevará al usuario a la escena 3D principal donde se encuentra el recorrido, en la pantalla se pueden un texto informativo, la barra de carga, ver Figura 2.



Figura 2. Pantalla de carga del recorrido

Ya cargados los recursos, se desplegará la escena principal donde el usuario a través de una perspectiva de primera persona podrá visualizar el entorno. Con los periféricos teclado y ratón, el usuario puede moverse en este espacio virtual con las teclas WASD y el mouse como vista. La Figura 3 muestra el punto de aparición del usuario en la escena y la ventana temporal de asistencia.



Figura 3. Vista inicial cuando inicia el recorrido

Como puntos principales se encuentra el expositor, este es un edificio 3D en el cual el usuario puede acceder al interior con una perspectiva en primera persona para visualizar los aportes tecnológicos del ingeniero James Watt, ver Figura 4.



Figura 4. Vista interior del expositor

El primer invento de James Watt que podemos visualizar es la locomotora “The rocket” una de las primeras locomotoras de vapor con disposición de ruedas 0-2-2, ver Figura 5.



Figura 5. The rocket

El segundo objeto que podemos ver es la máquina de vapor, un motor de combustión externa que transforma la energía térmica de una cantidad de agua en energía mecánica, ver Figura 6.



Figura 6. Máquina de vapor

James Watt inventó una máquina para copiar documentos. Con

métodos y procesos más rudimentarios que los conocidos en su momento, logró el objetivo: fotocopiar un documento. Usó una tinta especial que pasaba del original a la copia. Era como ver la imagen en un espejo, para leer los textos había que dar la vuelta al papel y verlos a trasluz.



Figura 7. Maquina copiadora

Cada uno de estos modelos 3D en este recorrido son acompañados por tarjetas de información y un audio descriptivo le acompaña narrando el texto de dicha tarjeta. Las Figuras 10 y 11 muestran el flujo de interacción con las tarjetas de información.



Figura 8. Etiqueta de interactividad



Figura 9. tarjeta de información desplegada

Por último, en la ciudad se pueden encontrar: iglesias, casas, escuelas, áreas comunes y herrerías. Al lado de cada uno de los edificios mencionados anteriormente se cuenta con una tarjeta de información. La Figuras 10-13 muestran segmento de la ciudad en el recorrido.



Figura 10. Recorrido de NPC



Figura 11. Vista del edificio con atardecer



Figura 12. Sección del recorrido durante el amanecer



Figura 13. Luz emitida por las lámparas durante la noche

6. Resultados y Pruebas

Se hicieron 3 tipos de pruebas con respuestas positivas: 1) Las pruebas de integración tienen como objetivo verificar el correcto ensamblaje entre los distintos componentes una vez que han sido probados unitariamente. 2) Las pruebas del sistema tienen como objetivo ejercitar profundamente el sistema comprobando la integración del sistema de información globalmente, verificando el funcionamiento correcto de las interfaces entre los distintos subsistemas que lo componen y con el resto de sistemas de información con los que se comunica. 3) La fase de pruebas de usabilidad evalúa su funcionamiento con usuarios reales, para esta prueba se distribuyó el software con 13 personas las cuales, por medio de una encuesta realizada en onlineencuesta.com se revisó y evaluó la calidad y efectividad del software a través de ciertos parámetros establecidos: Presentación inicial, Orientación de tareas, Confianza y credibilidad, Contenido y escritura, obteniendo resultados positivos.

7. Conclusiones y trabajos futuros

El objetivo que aborda este proyecto es el uso de un recorrido 3D como material didáctico. Así pues, History Trip: James Watt propone un recorrido virtual en 3d que ilustra información de una forma interactiva y atractiva para las nuevas generaciones. Sin embargo, la implementación y el acceso a estos medios pueden ser comprometidos por los recursos en hardware y software de los usuarios que quieran disponer, sin embargo, con el surgimiento de hardware más económico el acceso a estos medios cambiará y sumará buenos resultados a la educación. Como trabajo a futuro se pretende brindar una experiencia en VR la cual pueda ser más inmersiva con el usuario con el hardware que este medio proporciona además de extender el catálogo de ubicaciones por medio de la adición de más personajes y sus respectivos aportes al desarrollo humano.

Referencias

1. Herrera Macías José Luis, Sánchez Jiménez Sandra Miriam y Mora Lumbreras Marva Angélica. (18/05/2018). La revolución industrial a través de la RV. Memorias del Congreso de Investigación Academia Journals Morelia2018, Volumen 10, No. 3, 16271632.
2. Garcia Hernandez Jesus, Mora Lumbreras Marva Angelica. (19/04/2016). Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante el Sensor Kinect. Revista Iztatl Computación, Vol. 9, 24 a 31.
3. Mora Lumbreras Marva Angelica, Lozada Cabrera Adrián, Meza Hernández Hotoniel, Cervantes Pérez Gregorio. (31/03/2017). Videjuego de la Leyenda de Quetzalcoatl. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Tabasco 2017, Volumen 9, No. 3, 2091, 2097
4. Berrio Fernández Saray. (2020). Recorrido Virtual (Qué es). 2020-01-23, de Espacio BIM Sitio web: <https://www.espaciobim.com/recorrido-virtual>
5. Dickinson H. W. (31/10/2010). James Watt: Craftsman and Engineer. Cambridge University: Cambridge University Press



Mundos Virtuales de los Planetas del Sistema Solar

Rosa Itzel González Sánchez, Miguel Angel Cortes Carmona,
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito s/n Apizaco Tlaxcala, México
malyfutbol12@gmail.com, angel.an.1290@gmail.com, marva.mora@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 03 de junio de 2021, Aceptado 21 de junio de 2021,
Versión final 30 de junio de 2021*

Resumen Este artículo se enfoca en presentar mundos virtuales del Sistema Solar, en el proyecto se puede ver los 8 planetas: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, se da a conocer la atmósfera de cada uno mediante un recorrido virtual que se realiza con un avatar. Además, se cuenta con un museo de las constelaciones zodiacales: Acuario, Aries, Cáncer, Capricornio, Géminis, Leo, Libra, Piscis, Sagitario, Escorpio, Tauro y Virgo.

Abstract This paper focuses on presenting virtual worlds of the Solar System, in the project you can see the 8 planets: Mercury, Venus, Earth, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune, the atmosphere of each one is shown through a virtual tour that is done with an avatar. In addition, there is a museum of the zodiacal constellations: Aquarius, Aries, Cancer, Capricorn, Gemini, Leo, Libra, Pisces, Sagittarius, Scorpio, Taurus and Virgo.

Palabras Clave: Recorrido virtual; Planetas, Ambientación Atmosférica, Sistema solar, Constelaciones.

Keywords: Virtual tour; Planets, Atmospheric environment, Solar System, Constellations.

1. Introducción

El presente proyecto se enfoca en la creación de mundos virtuales de los 8 planetas del Sistema Solar: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, tomando como puntos clave el manejo de la tecnología e información de la astronomía. En el proyecto se puede visualizar como son los ambientes atmosféricos de cada planeta, además se incluye un museo con los satélites (luna de la tierra, Phobos, Deimos, Io, Europa, Ganymede, Galisto, Dione, Enceladus, Helene, Tethys, Titan, Titania, Ariel, Oberón, Miranda, Humbiel, Triton y Proteus) y las constelaciones zodiacales (Acuario, Aries, Cáncer, Capricornio, Géminis, Leo, Libra, Piscis, Sagitario, Escorpio, Tauro, Virgo).

2. Trabajos Relacionados

Una experiencia de aula con Realidad Virtual Inmersiva en el aprendizaje de la Tierra y el Sistema Solar en 1º de ESO [1]

El aula con realidad virtual inmersiva para 1º ESO se relaciona con el aprendizaje y enseñanza de la Tierra y el Sistema Solar desde el punto de vista de la materia de Biología-geología. Se trata de una metodología activa, ya que el alumnado elige dónde situarse y en qué dirección observar un determinado evento u objeto, produciéndose, por tanto, una actividad de aprendizaje que involucra procesos cognitivos superiores descritos por Bloom.

Creación de la aplicación móvil “Ílio” para sistemas operativos Android con base en realidad virtual no inmersiva enfocada a la enseñanza del tema sistema planetario solar [2]

Otro proyecto es el desarrollo de una aplicación móvil “Ílio” para sistema operativo Android, con base en realidad virtual no inmersiva enfocada a la enseñanza del sistema planetario solar, creada con el motor de videojuegos de Unity y el software de modelado Blender,

persigue el objetivo de animar y fomentar una motivación en los niños, con el fin de que se interesen más en el aprendizaje y de hacer el aprendizaje divertido, visual e interactivo.

Planeta Digital 360 [3]

Planeta Digital es otro proyecto en 360° que nace en 2012 con el objetivo de ofrecer soluciones innovadoras para la promoción y difusión de empresas, eventos o lugares de interés. Desde entonces han realizado trabajos de Visitas Virtuales 360°, Realidad Virtual, vídeo 360° y documentales para instituciones como la Embajada de Estados Unidos, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) o la Junta de Andalucía entre otros muchos clientes que apostaron por la innovación a través de Planeta Digital 360.

3. Descripción de la Aplicación

Este proyecto presenta diferentes recorridos virtuales, el primero es el recorrido virtual del Sistema Solar, donde se pueden apreciar los planetas girando alrededor del sol, después se puede realizar el recorrido virtual de la atmósfera de cada uno de los 8 planetas del Sistema Solar y de la luna de la Tierra, finalmente, se cuenta con un museo virtual donde se puede visualizar las 12 constelaciones zodiacales.

Durante el recorrido de cada planeta se puede interactuar con diferentes ítems que describen de forma auditiva información y datos curiosos sobre el planeta en el que te encuentra, y un menú que llevara a diferentes planetas.

4. Conceptos Básicos

Realidad Virtual [4]

La realidad virtual permite adentrarse completamente en un ambiente temático generado por ordenador. Durante la experiencia, los elementos simulados se sincronizan perfectamente con los movimientos reales. El objetivo de la RV consiste en sumergir por completo a las personas en mundos virtuales que les permitan experimentarlos a través de varios sentidos: es lo que se conoce como inmersión. Básicamente se puede distinguir entre tres tipos de

realidad virtual: Sistemas de sobremesa, sistemas proyectivos y sistemas inmersivos.

Planeta [5]

Un planeta es un cuerpo celeste que gira alrededor de una estrella. Tiene una forma semejante a una esfera y no emite luz propia. Según la Unión Astronómica Internacional, para que un cuerpo celeste sea considerado como planeta debe cumplir con las siguientes características:

- Orbitar alrededor de una estrella.
- Poseer masa suficiente para que la gravedad se compense con la presión, y forme una estructura esferoide. Esta condición se llama equilibrio hidrostático.
- Haber limpiado el trayecto de su órbita, evitando que otros objetos la invadan.

Constelaciones [6]

Las constelaciones son grupos de estrellas que evocan la figura de un animal, un ser mitológico o algún objeto inanimado. El nombre constelación proviene del latín *constellatio* y significa literalmente grupo de estrellas. Las constelaciones eran de gran ayuda para la navegación y empezaron a crearse cuando los exploradores europeos llegaron al hemisferio sur.

5. Interfaz de Usuario

Al entrar a este proyecto se puede visualizar un menú donde dará diferentes opciones, las cuales son: Sistema Solar, Guía de los controles, Acerca y por último el botón de Salir. A continuación se presentan algunos de los mundos virtuales del proyecto:

El primer mundo virtual es del Sistema Solar, se presentan los planetas girando alrededor del sol, además también se puede notar que planetas cuenta con lunas. Para hacer el recorrido virtual de cualquiera de los 8 planetas el usuario tiene que acercarse al planeta deseado, ver Figura 1.

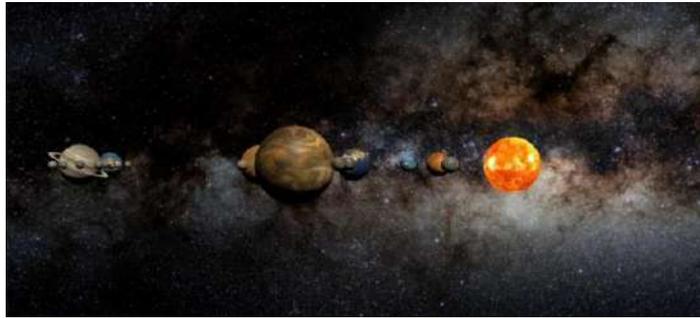


Figura 1. Universo en el que nos encontramos.

El segundo mundo virtual es el planeta Mercurio, una superficie rocosa y sin vida, además de que es el planeta más cercano al sol, el recorrido virtual de este escenario se hace con ayuda de un personaje o avatar, una vez que se halla explorado el ambiente, el usuario puede desplegar el menú para entrar a otro escenario de los 8 planetas o el museo de las constelaciones, ver Figura 2.



Figura 2. Ambiente del planeta Mercurio y menú.

El tercer mundo virtual es del planeta Venus, el cual es un planeta conformado de muchos volcanes activos y la mayoría de ellos están en erupción, en este planeta el usuario junto con su avatar puede escalar los volcanes y ver como la lava se mueve, también cuenta con audio descriptivo del lugar e ítems que se pueden encontrar adentro de los diferentes escenarios con diferentes datos curiosos del planeta en el que el usuario se encuentra, ver Figura 3.



Figura 3. Ambiente del planeta Venus y menú.

El cuarto mundo virtual es el del planeta Tierra, es un planeta terrestre rocoso, con una superficie con montañas, tiene valles, ríos, lagos y mares que lo rodean, el recorrido virtual cuenta con ítems de datos curiosos y los audios descriptivos del lugar, ver Figura 4.



Figura 4. Ambiente del planeta Tierra

La Tierra cuenta con una Luna, que es el único satélite natural de la Tierra, su superficie es oscura, cuenta con cráteres de diferentes tamaños, ver mundo virtual en la Figura 5.



Figura 5. Ambiente de la luna.

Como sexto mundo virtual podemos visualizar un lugar árido, rocoso y como igual en la mayoría de los planetas un lugar sin vida. El clima de Marte es extremo, frío y con una variabilidad de temperaturas muy grande. Además, hay tormentas de polvo a escala planetaria originadas por los fuertes vientos que lo azotan frecuentemente, al momento de hacer el recorrido también podremos visualizar ítems con más información del planeta y el menú correspondiente, ver Figura 6.



Figura 6. Ambiente del planeta Marte y menú.

Actualmente, la Unión Astronómica Internacional reconoce 88 constelaciones, pero para este proyecto solo se consideraron las 12 constelaciones zodiacales, las cuales son: Acuario, Aries, Cáncer, Capricornio, Géminis, Leo, Libra, Piscis, Sagitario, Escorpio, Tauro y Virgo, y que se presentan en un museo virtual. En el museo virtual se puede ver como están conformadas las constelaciones, al acercarse se pueden contar cuantas estrellas conforma una constelación, ver Figura 7.

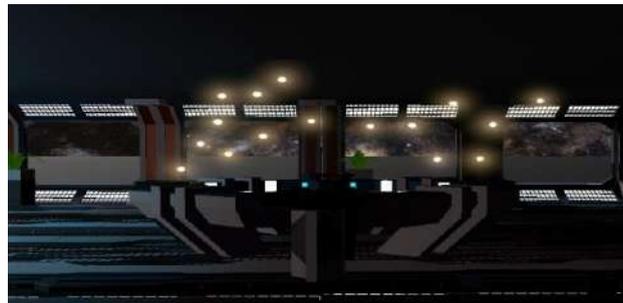


Figura 7 Constelación de Piscis.

6. Resultados y Pruebas

Los resultados de las pruebas que se le realizaron a los mundos virtuales del sistema solar con respecto de su funcionamiento fueron satisfactorios, se probaron las colisiones que nos hacen acceder a los diferentes planetas, el correcto funcionamiento de las cámaras al momento de que el usuario hace el recorrido virtual y el avatar que se debe de encontrar en la mayoría de los escenarios para que el usuario tenga mejor experiencia al momento de recorrer el lugar, dándonos así la garantía de que el proyecto no tenga ninguna disfunción al momento de ejecutarlo.

7. Conclusiones

En este trabajo se pasó por dos etapas fundamentales: La primera fue la concepción de tener unas bases para la elaboración de un texto escrito donde se obtuvieran conocimientos sobre el tema de la realidad virtual, para poder pasar a la segunda etapa que fue la realización del producto como tal. La investigación sobre el tema fue detallada, ya que no es un campo tan explorado por un estudiante de ingeniería en Computación.

La ejecución del recorrido virtual no tiene problema alguno, el producto corre bien y carga sin problema alguno. Las pruebas realizadas fueron positivas y demuestran que en general el producto no tiene problemas en su ejecución. Su usabilidad permite y cumple con el objetivo general del proyecto.

Referencias

1. Castellano, S., Carrillo, R. and Lopez, J., 2019. Una experiencia de aula con Realidad Virtual Inmersiva en el aprendizaje de la Tierra y el Sistema Solar en 1º de ESO. 1st ed. [ebook] Educación Editora, p.88. Available at: <<http://hdl.handle.net/10481/57548>> [Accessed 3 June 2021].
2. Serrano, T. and Azael, A., 2018. Creación de la Aplicación Móvil "Ílio" Para Sistemas Operativos Android con Base en Realidad Virtual No Inmersiva Enfocada a la Enseñanza del Tema Sistema Planetario Solar. 1st ed. [ebook] Universidad Autónoma del Estado de México. Available at: <<http://hdl.handle.net/20.500.11799/106029>> [Accessed 3 June 2021].
3. Equipo, C. and Fernández, R., 2021. Ramsés García Fernández - Planeta Digital 360. [online] Planeta Digital 360. Available at: <<https://www.planetadigital360.com/equipo/ramses-garcia-fernandez/>> [Accessed 3 June 2021].
4. Rodríguez Andino, M. and Barragán Sánchez, H., 2017. Entornos virtuales de aprendizaje como apoyo a la enseñanza presencial para potenciar el proceso educativo. Killkana Social, 1(2), pp.7-14.
5. Significados. 2021. Significado de Célula. [online] Available at: <<https://www.significados.com/celula/>> [Accessed 3 June 2021].
6. Planetario. 2021. Las Constelaciones | Estrellas, Nombres, Origen y Posición. [online] Available at: <<https://www.planetario.net/constelaciones/>> [Accessed 3 June 2021].



IZTATL
COMPUTACIÓN