

INTERACCIÓN HUMANO COMPUTADOR Y WEBXR COMO ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

HUMAN COMPUTER INTERACTION AND WEBXR AS INNOVATIVE ALTERNATIVES TO IMPROVE THE TEACHING-LEARNING PROCESS

Juan Pablo Luna Felipez, Ph.D.
jplunaf@gmail.com
Ingeniería Informática
Universidad Nacional “Siglo XX”
Llallagua - Bolivia

Resumen- *Mejorar las interfaces de interacción entre el humano y la computadora es una actividad que se busca desarrollar de forma constante, buscando la mejor interfaz en la que el usuario pueda interactuar con la computadora en la misma forma en la que se comunica con el mundo, es decir utilizando gestos.*

Por otro lado, en el proceso educativo siempre se busca nuevas formas de transmitir el conocimiento, nuevas herramientas para enriquecer, innovar, motivar y predisponer para un aprendizaje significativo.

El presente trabajo de investigación se emplea la interacción humano computador y la tecnología WebXR como tecnologías innovadoras que permita desarrollar aplicaciones que contribuyan al proceso de enseñanza aprendizaje o

Esta investigación pone de manifiesto la importancia de la interacción entre humanos y computadoras para crear experiencias educativas inmersivas y efectivas.

El estudio destaca la utilización de la tecnología WebXR, que permite la creación de experiencias de realidad extendida (XR) directamente en un navegador web. A través de A-Frame, una biblioteca de desarrollo de código abierto basada en HTML y JS. Los elementos visuales y de interacción son potenciados por las tecnologías HTML y CSS, mientras que la interactividad se logra gracias al uso de JavaScript, también se empleó la biblioteca Media pipe para el reconocimiento, seguimiento y análisis de gestos, la aplicación resultante motiva y predispone al aprendizaje.

Palabras Clave - A-Frame, Enseñanza Aprendizaje, Interacción Humano-Computador, Media Pipe , Realidad Extendida , WebXR.

Abstract– *Enhancing human-computer interaction interfaces is an ongoing endeavor, with the aim of creating the most user-friendly interface, allowing users to interact with computers in the same way they communicate with the world, using gestures.*

On the other hand, in the field of education, there is a constant search for new ways to convey knowledge, using tools to enrich, innovate, motivate, and prepare for meaningful learning.

This research work employs human-computer interaction and WebXR technology as innovative tools that have enabled the development of an application to enhance the teaching and learning process, particularly focused on the human body's anatomy.

This study underscores the significance of human-computer interaction in creating immersive and effective educational experiences. It highlights the utilization of WebXR technology, which enables the creation of extended reality (XR) experiences directly within a web browser. Using A-Frame, an open-source development library based on HTML and JS, a three-dimensional environment depicting the human body in great detail was designed. Visual and interactive elements are empowered by HTML and CSS technologies, while interactivity is achieved through JavaScript. Additionally, the MediaPipe library was employed for gesture recognition, tracking, and analysis. The resulting application motivates and predisposes learners.

This approach offers students an immersive learning experience, allowing them to virtually explore the 3D human body. Users can navigate through the musculoskeletal system, circulatory system, nervous system, and more, all in an intuitive and participatory manner.

Keywords- A-Frame, Extended Reality, Human-Computer Interaction, MediaPipe, Teaching learning, WebXR

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la tecnología y la educación, la Interacción Humano-Computador (IHC) desempeña un papel innovador en la mejora de las experiencias de aprendizaje.

El presente artículo se adentra en el ámbito de la utilización de tecnologías innovadoras, específicamente, la tecnología WebXR, la biblioteca de desarrollo A-Frame, y las tecnologías web estándar como HTML, CSS y JavaScript

Este enfoque tiene como objetivo innovar la forma en que los estudiantes asimilan el aprendizaje mediante la interacción humana computadora y la WEBXR

El avance de la tecnología, junto con la proliferación de dispositivos y conectividad a Internet, ha brindado oportunidades sin precedentes para desarrollar soluciones de enseñanza más accesibles, interactivas y envolventes. La tecnología WebXR, en particular, permite a los usuarios acceder a experiencias de realidad extendida (XR) directamente desde sus navegadores web, eliminando la necesidad de hardware y software especializados.

También la incorporación de MediaPipe para el reconocimiento y seguimiento de gestos agrega un nivel adicional de interacción, permitiendo a los usuarios interactuar con el entorno virtual de manera innovadora. Este enfoque promete revolucionar la educación, ya que supera las limitaciones de los métodos tradicionales al proporcionar una experiencia de aprendizaje más interactiva, inmersiva y efectiva.

En este artículo, se explorarán en detalle los componentes clave de esta metodología, se presentarán ejemplos de su aplicación y se analizarán los resultados obtenidos, se discutirán las implicaciones pedagógicas y el potencial impacto en la enseñanza y el aprendizaje.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de este estudio se basa en el desarrollo de una aplicación de aprendizaje utilizando tecnologías como WebXR, A-Frame, HTML, CSS, y JavaScript. La aplicación se diseñó para ofrecer una experiencia de aprendizaje interactiva y envolvente.

Se utilizó la tecnología WebXR para crear una experiencia de realidad extendida (XR) directamente en un navegador web. A través de A-Frame, se construyó un entorno tridimensional. La interacción del usuario con estos elementos se implementó mediante tecnologías web estándar, como HTML y CSS, y se mejoró con JavaScript para lograr una experiencia interactiva.

Para mejorar la interacción y la inmersión del usuario, se integró la biblioteca MediaPipe para el reconocimiento, seguimiento y análisis de gestos. Esta funcionalidad permite a los usuarios interactuar de manera natural y realista con la aplicación, mejorando la

motivación y predisposición al aprendizaje.

3. RESULTADOS

Ha continuación se presentan los resultados de la implementación del sistema

Para el desarrollo del sistema se empleó un sistema PaaS en la nube, por sus características, bondades y funcionalidades se empleó la plataforma Glitch, como se puede apreciar en la imagen:

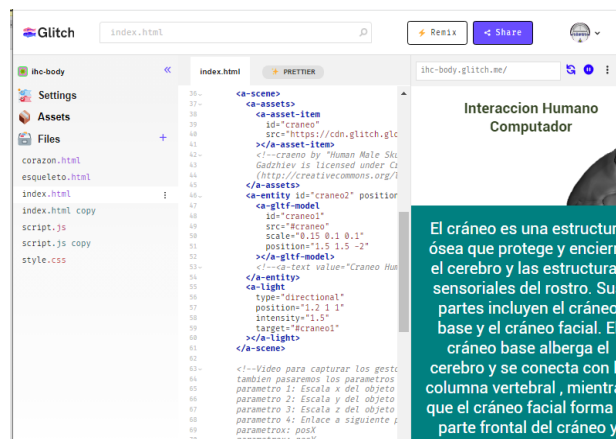


Fig. 1: Implementación en el PaaS Glitch

Fuente: Elaboración Propia

La implementación de la tecnología WebXR se implementó con los lenguajes HTML+CSS+JS y la biblioteca AFrame como se puede apreciar en la imagen:

```
<a-scene>
  <a-assets>
    <a-asset-item
      id="craneo"
      src="https://cdn.glitch.global/75a87845-2ca1-4ebb-a6e7-157e9256b269/"
    ></a-asset-item>
    <!--craneo by "Human Male Skull" (https://skfb.ly/ZX97) by Ruslan
    Gadzhiev is licensed under Creative Commons Attribution
    (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).-->
  </a-assets>
  <a-entity id="craneo2" position="0 0.2 0" rotation="0 0 0">
    <a-gltf-model
      id="craneo1"
      src="#craneo"
      scale="0.15 0.1 0.1"
      position="1.5 1.5 -2"
    ></a-gltf-model>
```

Fig. 2: Implementación de WebXR

Fuente: Elaboración Propia

La implementación de la tecnología IHC se implementó principalmente con la biblioteca media pipe y el lenguaje javascript como se puede apreciar en la imagen:

```

if (results.gestures.length > 0)
{
  gestureOutput.style.display = "block";
  gestureOutput.style.width = videoWidth;
  const categoryName = results.gestures[0][0].categoryName;
  const categoryScore = parseFloat(
    results.gestures[0][0].score * 100
  ).toFixed(2);
  gestureOutput.innerHTML =
    "Gesto: " +
    `${categoryName}\\n Coincidencia: ${categoryScore} %`;
  /*Preguntamos que gesto es*/

  switch(categoryName)
  {
    case "Closed_Fist": {tipo_accion=5;};break;
    case "Open_Palm": {tipo_accion=4;};break;
    case "Thumb_Up": {tipo_accion=2;};break;
    case "Thumb_Down": {tipo_accion=1;};break;
    case "Pointing_Up": {tipo_accion=6;};break;
    case "Victory": {tipo_accion=3;};break;
    default:{tipo_accion=0;};break;
  }
}

```

Fig. 3: Implementación de IHC
Fuente: Elaboración Propia

En la Interacción Humano Computador se trabajó para controlar modelos tridimensionales mediante gestos de la mano que permitieron resultados satisfactorios, como se puede apreciar en las siguientes imágenes:



Fig. 4: IHC con gestos de la mano1
Fuente: Elaboración Propia

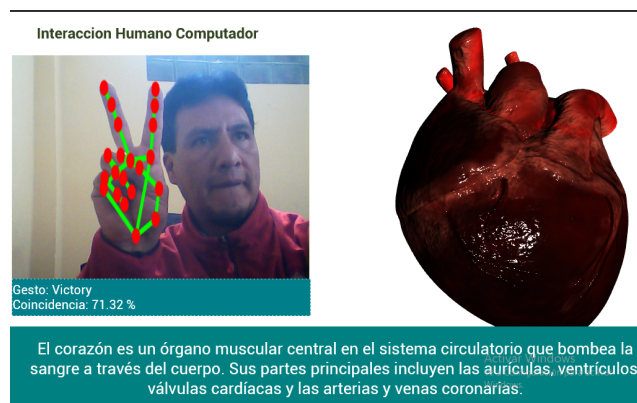


Fig. 5: IHC con gestos de la mano2
Fuente: Elaboración Propia

La implementación de la aplicación de aprendizaje de anatomía basada en WebXR y la Interacción Humano computador, ha arrojado resultados significativos en términos de mejora en la retención de conocimientos y la

comprensión de las partes del cuerpo humano. A continuación, se resumen los hallazgos clave derivados de la evaluación de la aplicación:

a) Aumento en la Retención de Conocimientos: Tras utilizar la aplicación durante el proceso de aprendizaje, los estudiantes mostraron una retención de conocimientos notablemente mejorada en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. Esta mejora se evidenció en las pruebas de conocimiento posteriores.

b) Comprensión Más Profunda de la Anatomía Humana: La aplicación permite a los estudiantes explorar virtualmente el cuerpo humano en 3D, lo que les brindó una comprensión más profunda de la anatomía. Pudieron interactuar intuitivamente con sistemas musculoesqueléticos, circulatorios y nerviosos, lo que les permitió visualizar y comprender la relación entre las diferentes partes del cuerpo.

c) Mayor Motivación para el Aprendizaje: La integración de MediaPipe para el reconocimiento de gestos resultó en una mayor motivación por parte de los estudiantes. La posibilidad de interactuar con la aplicación de una manera natural y realista fomentó un mayor compromiso y entusiasmo por aprender sobre la anatomía humana.

Accesibilidad y Facilidad de Uso:

El enfoque basado en tecnologías web permitió un acceso fácil y rápido a la aplicación sin la necesidad de software o hardware costoso. Esto hizo que la aplicación fuera más accesible para un amplio público, incluyendo estudiantes de diferentes edades y niveles de educación.

Potencial para la Educación en Línea:

Los resultados sugieren que esta metodología tiene un gran potencial en el ámbito de la educación en línea. La aplicación basada en la web facilita la enseñanza a distancia y el aprendizaje autodirigido, lo que podría ser especialmente relevante en contextos educativos cambiantes.

En resumen, los resultados de este estudio indican que la combinación de WebXR, A-Frame y tecnologías web estándar, junto con la interacción humano-computadora y el seguimiento de gestos mediante MediaPipe, ha mejorado significativamente la experiencia de aprendizaje de las partes del cuerpo humano. Estos hallazgos respaldan la importancia de explorar enfoques tecnológicos innovadores en la educación y sugieren un camino prometedor para futuras investigaciones en el campo de la enseñanza de la anatomía.

Discusión

La implementación exitosa de una aplicación de aprendizaje de anatomía basada en tecnologías innovadoras, incluyendo WebXR, A-Frame, HTML, CSS, JS y MediaPipe, ha generado resultados significativos y plantea una serie de consideraciones clave:

La interacción humano-computadora empleando la tecnología de reconocimiento y seguimiento de gestos como MediaPipe, tiene el potencial de transformar la educación. Los estudiantes experimentan un nivel de participación y compromiso que a menudo es difícil de lograr con enfoques tradicionales.

La aplicación fomenta el aprendizaje activo, ya que permite a los estudiantes explorar y experimentar virtualmente la anatomía humana. Esto les permite construir una comprensión más profunda y duradera al interactuar directamente con los sistemas del cuerpo.

La accesibilidad es un factor fundamental en la educación, y la aplicación basada en la web ofrece una ventaja significativa en este sentido. Al eliminar la necesidad de hardware y software costosos, se democratiza el acceso al conocimiento anatómico, lo que es especialmente relevante en entornos educativos con recursos limitados.

La aplicación se alinea de manera efectiva con la educación en línea y el aprendizaje personalizado. Los estudiantes pueden utilizar la aplicación según su propio ritmo y nivel de comprensión. Esto abre oportunidades para la educación a distancia y el autoaprendizaje.

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio, se ha explorado la aplicación de tecnologías innovadoras, como WebXR, A-Frame y herramientas estándar web, en la mejora del aprendizaje de las partes del cuerpo humano a través de la interacción humano-computadora. A raíz de esta investigación, se han identificado varias conclusiones significativas:

La interacción entre humanos y computadoras se ha demostrado como una herramienta transformadora en la educación, permitiendo la creación de experiencias educativas más envolventes y efectivas. La integración de gestos y el uso de tecnologías de seguimiento, como MediaPipe, ha añadido una capa de motivación e innovación para los estudiantes.

La utilización de WebXR y A-Frame ha demostrado ser altamente efectiva en la creación de un entorno de aprendizaje 3D detallado y accesible en el navegador web. Esta combinación de tecnologías ha permitido a los estudiantes explorar virtualmente la anatomía humana de manera intuitiva y participativa.

La interactividad proporcionada por la aplicación estimula la motivación de los estudiantes, lo que a su vez propicia y predispone a un aprendizaje más significativo. La posibilidad de explorar la anatomía en 3D fomenta una comprensión más profunda y duradera.

La aplicación, al estar basada en tecnologías web destaca por su accesibilidad y facilidad de uso. Esto tiene un fuerte potencial para la educación en línea, facilitando el acceso a contenidos de aprendizaje de alta calidad desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Recomendaciones

Basándonos en los hallazgos y las discusiones de esta investigación, se derivan las siguientes recomendaciones:

La investigación y el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje basadas en tecnología deben ser un campo en constante evolución. Se recomienda seguir investigando y mejorando estas aplicaciones para generar nuevos métodos y formas de aprendizaje más significativos con el uso de la tecnología.

Las aplicaciones inmersivas ofrecen la posibilidad de personalizar la experiencia de aprendizaje. Se alienta a los educadores a explorar cómo adaptar estas herramientas para satisfacer las necesidades y estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes.

El desarrollo exitoso de aplicaciones de aprendizaje inmersivas requiere la colaboración de expertos en tecnología, educación y la materia de estudio en cuestión. Fomentar la colaboración interdisciplinaria en la creación de estas herramientas puede mejorar su efectividad.

Se recomienda a educadores e investigadores llevar a cabo evaluaciones continuas de las aplicaciones de aprendizaje inmersivas para medir su impacto en el aprendizaje. Además, documentar las mejores prácticas y experiencias exitosas es esencial para compartir conocimientos y guiar futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- Andrade, F. (2016). *Un enfoque inteligente para el reconocimiento de gestos manuales*. Universidad Nacional del Centro.
- Arranz, F., Liu, Q., & López, J. (2012). *Interacción persona-computador basada en el reconocimiento visual de manos*. Universidad Complutense de Madrid.
- Berru, B. (2019). *Reconocimiento de gestos estáticos del abecedario de la lengua de señas peruana utilizando cámaras de baja resolución* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://conadisperu.gob.pe/observatorio/wp-content/uploads/2021/08/Reconocimiento-de-gestos-estaticos-del-lenguaje-de-senas.pdf>
- García Cortés, D. (2014). *Reconocimiento de gestos de manos como mecanismo de interacción humano-computador* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia].
- Manimala, S., & Kumar, C. (2014). Anticipating hand and facial features of human body using golden ratio. *International Journal of Graphics & Image Processing (IJGIP)*, 4, 15.
- Motoche, C. (2018). *Reconocimiento de gestos de la mano en tiempo real usando señales electromiográficas y redes neuronales artificiales* [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19598/1/C-D-8996.pdf>

Odio, A. (2015). *LaGer: Lenguaje para descripción de gestos bidimensionales y tridimensionales*. Tecnológico de Costa Rica.

Pinto, R., Borges, C., Almeida, A., & Iális, P. (2019). Reconocimiento estático de gestos manuales basado en redes neuronales convolucionales. *Revista de Ingeniería Eléctrica e Informática*, 2019, Article ID 4167890. <https://doi.org/10.1155/2019/4167890>

Ronchetti, F. (2016). *Reconocimiento de gestos dinámicos y su aplicación al lenguaje de señas* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59330>

Shuai, Y. (2016). *Robust human-computer interaction using dynamic hand gesture recognition* [Tesis doctoral, University of Wollongong]. <https://core.ac.uk/download/pdf/81226984.pdf>

Steve, M. (2001). *Intelligent image processing*. IEEE John Wiley and Sons.

Torres, M. (2010). *Reconocimiento gestual mediante técnicas avanzadas de visión por computador*. Soportes Audiovisuales e Informáticos.

Villa, B., Valencia, V., & Berrio, J. (2018). Diseño de un sistema de reconocimiento de gestos no móviles mediante el procesamiento digital de imágenes. *Prospectiva*, 16(2), 41–48. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i2.1488>

Wigdor, D., & Dennis, W. (2011). *Brave NUI world: Designing natural user interfaces for touch and gesture*. Morgan Kaufmann Publishers.