

# REALIDAD VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE DE LA ANATOMÍA HUMANA

Enrique Aguilar Martínez<sup>a</sup>, Trigo Montserrat Alarcón Ruíz<sup>a</sup>, Rafael Eduardo López Barrón<sup>a</sup>, Jesús Eduardo González Gómez<sup>a</sup>, Antonio Sánchez Uresti<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Ingeniería Biomédica, Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L, [ibhu@uanl.mx](mailto:ibhu@uanl.mx)

## RESUMEN

El método tradicional de enseñanza de la Anatomía Humana establece la necesidad de la práctica con material humano<sup>1</sup>. Las clases prácticas en la sala de disección, con el cadáver, no son solo una práctica, sino que implican una serie de experiencias que a menudo son incómodas y no placenteras para el alumno<sup>2</sup>.

El objetivo principal de este proyecto fue aplicar las tecnologías actuales de Realidad Virtual en la metodología convencional de enseñanza en Anatomía Humana. Obtuvimos una aplicación VR de fácil acceso con potencial para ser utilizada como herramienta didáctica y diagnóstica que facilita la comprensión de imágenes bidimensionales convertidas en volúmenes tridimensionales manteniendo sus relaciones y dimensiones anatómicas.

**Palabras Clave: Realidad Virtual, Anatomía, Educación**

## ABSTRACT

The traditional method of teaching human anatomy establishes the need for practice with human material. (Guiraldes, Oddó, Mena, Velasco and Paulos, 2001). The practical classes in the dissection room, with the corpse, are not only for a practice, but they involve a series of experiences that are often uncomfortable and not pleasant for the student. (Pérez, Riba, Ortiz Sagristá, Martínez and Götzens García, 2007).

The main objective this project was to apply the current technologies of Virtual Reality in the Conventional Evaluation in Human Anatomy. We obtained an easily accessible VR application with potential to be used as a didactic and diagnostic tool that facilitates the understanding of two-dimensional images converted into three-dimensional volumes while maintaining their anatomical relationships and dimensions.

**Keywords: Virtual Reality, Anatomy, Education**

## ANTECEDENTES

El método tradicional de enseñanza de la Anatomía Humana establece la necesidad de la práctica con material humano<sup>1</sup>. Las clases prácticas en la sala de disección, con el cadáver,

no son solo una práctica, sino que implican una serie de experiencias que a menudo son incómodas y no placenteras para el alumno<sup>2</sup>.

El modelo de enseñanza tradicional de transmisión-recepción ha sido cuestionado al confrontar que aunque las exposiciones sean claras y frecuentes sobre contenidos importantes, persisten errores y suelen lograrse sólo aprendizajes superficiales<sup>3,4</sup>.

Hasta hace muy poco, consideramos la Realidad Virtual (el uso de métodos computacionales para presentar a los usuarios un entorno multimedia que simula la realidad) como algo que estaba muy cerca, pero todavía era ciencia ficción, hoy la Realidad Virtual se está integrando en muchas áreas diferentes de nuestras vidas, desde videojuegos hasta diferentes casos de uso industrial y, por supuesto, está comenzando a usarse en medicina<sup>5</sup>.

El objetivo principal en el desarrollo de este proyecto fue aplicar las tecnologías actuales de Realidad Virtual en la metodología convencional de enseñanza en Anatomía Humana.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó exclusivamente software de código abierto gratuito. Se inició obteniendo la reconstrucción tridimensional utilizando el software *3DSlicer v4.8*<sup>6</sup> de las estructuras óseas del pie a partir de una Tomografía Axial Computarizada (TAC) de Alta Resolución con cortes de 1.1 mm, generando volúmenes tridimensionales. Para el diseño del entorno tridimensional se utilizó el Motor de Videojuegos *Godot v3.0.2*.

Obtuvimos una aplicación VR de fácil acceso con potencial para ser utilizada como herramienta didáctica y diagnóstica que facilita la comprensión de imágenes bidimensionales convertidas en volúmenes tridimensionales manteniendo sus relaciones y dimensiones anatómicas. La representación tridimensional de la anatomía humana a partir del uso de la simulación de Realidad Virtual en la enseñanza a los Estudiantes de Medicina resulta en una poderosa herramienta para la adquisición de conocimientos en búsqueda de una mejor comprensión de la materia, fungiendo como apoyo a métodos convencionales de enseñanza y facilitando el alcance a la práctica de la anatomía.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las metas de un curso de Anatomía en Medicina giran alrededor de la preparación del médico para la aplicación de los contenidos aprendidos en su desempeño laboral, sea este en docencia, investigación o asistencia. El método tradicional de enseñanza de la Anatomía Humana establece la necesidad de la práctica con material humano<sup>1</sup>. Sin lugar a dudas, la anatomía es una de las asignaturas que más cautiva al estudiante de reciente ingreso en la Facultad de Medicina, pero a la vez, es el inicio de su relación de largos encuentros con la muerte. Las clases prácticas en la sala de disección, con el cadáver, no son solo una práctica, sino que implican una serie de experiencias que a menudo son incómodas y no placenteras para el alumno<sup>2</sup>.

El modelo de enseñanza tradicional de transmisión-recepción ha sido cuestionado al confrontar que, aunque las exposiciones sean claras y frecuentes sobre contenidos

importantes, persisten errores y suelen lograrse sólo aprendizajes superficiales. Las clases presenciales magistrales, seminarios y otras actividades requieren de un gran esfuerzo en preparación, lo cual implica tiempo y dedicación del docente y de los estudiantes, no lográndose siempre los resultados esperados<sup>3,4</sup>.

En la actualidad han surgido herramientas que facilitan al estudiante y al profesional de la medicina, el acceso a la información y capacitación mediante libros de texto, imágenes y replicas sintéticas del cuerpo humano<sup>7</sup>.

Hasta hace muy poco, consideramos la Realidad Virtual (el uso de métodos computacionales para presentar a los usuarios un entorno multimedia que simula la realidad) como algo que estaba muy cerca, pero todavía era ciencia ficción. Sin embargo, hoy la Realidad Virtual se está integrando en muchas áreas diferentes de nuestras vidas, desde videojuegos hasta diferentes casos de uso industrial y, por supuesto, está comenzando a usarse en medicina<sup>5</sup> gracias a que se convierte día con día en una tecnología cada vez más accesible<sup>8</sup>. La tecnología VR les permite a los usuarios sumergirse artificialmente e interactuar con un mundo simulado por computadora. En nuestro bolsillo cargamos dispositivos con los componentes necesarios para proyectar (con ayuda de visores de Realidad Virtual) imágenes que sobrepasan los límites de la realidad.

## 2. OBJETIVOS

Aplicar las tecnologías actuales de Realidad Virtual en la metodología convencional de enseñanza en Anatomía Humana.

- Diseñar una aplicación para dispositivos móviles (smartphones) de enseñanza interactiva e inmersiva.
- Utilizar herramientas Open-Source para facilitar la distribución libre de nuestra aplicación.

## 3. METODOS

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó exclusivamente software de código abierto gratuito multiplataforma. Se utilizó como hardware para desarrollo: Macbook Air 13” 2017 macOS 10.13.4, Macbook Pro 13” 2010 macOS 10.13.4, Motorola Moto G4 Plus (XT1641) y lentes de RealidadVirtual Vorago VR-100 (Fig. 1).



Fig. 1: Lentes de Realidad Virtual Vorago VR-100

Elegimos la anatomía ósea del pie basado en la complejidad para su estudio escuchando las inquietudes de alumnos del primer año de medicina y la recomendación de miembros más avanzados de la comunidad estudiantil, la facilidad de preparación de la pieza en software debido a las densidades propias de los tejidos óseos, y los estudios de imagen con los que contábamos.

Elegimos la anatomía ósea del pie basado en la complejidad para su estudio escuchando las inquietudes de alumnos del primer año de medicina y la recomendación de miembros más avanzados de la comunidad estudiantil, la facilidad de preparación de la pieza en software debido a las densidades propias de los tejidos óseos, y los estudios de imagen con los que contábamos.

Se inició obteniendo la reconstrucción tridimensional utilizando el software *3DSlicer v4.8* (Fig. 2)<sup>6</sup> de las estructuras óseas del pie a partir de una Tomografía Axial Computarizada (TAC) de Alta Resolución con cortes de 1.1 mm, generando volúmenes tridimensionales en formato “.obj” de las estructuras óseas, las cuales representan fielmente la anatomía debido a la fuente de origen. Se realizaron ajustes menores a las piezas en el software *Blender v2.79b* relacionados a la posición cartesiana del objeto.

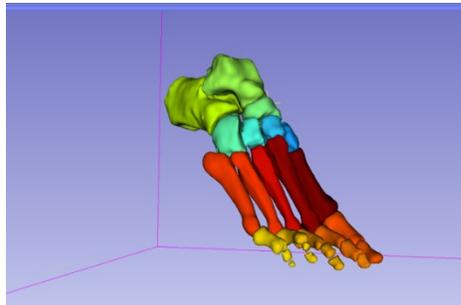


Fig. 2: Reconstrucción Tridimensional de las estructuras óseas del Pie en *3DSlicer v4.8*

Para el diseño del entorno tridimensional se utilizó el Motor de Videojuegos *Godot v3.0.2* para programar un entorno que hospedara las piezas para su proyección en un visor de VR para móviles (Vorago VR-100) que utilice los componentes incluidos en cualquier Smartphone (giroscopio y acelerómetro) (Fig. 3).

Las pruebas se realizaron por dos métodos: Simuladas, dentro del entorno de pruebas de Godot v3.0.2 (Fig. 4), después, se exportó el proyecto en formato “.apk” para probarlo en un dispositivo Android (Moto G4 Plus, Android 7.1.2 32-bit).



Fig. 3: Entorno Tridimensional diseñado en *Godot v3.0.2*

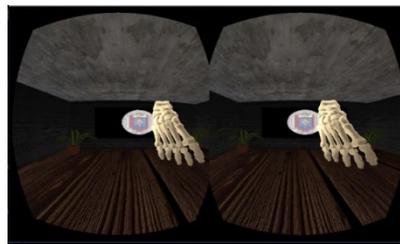


Fig. 4: Prueba Simulada en vista estereoscópica en *Godot v3.0.2*

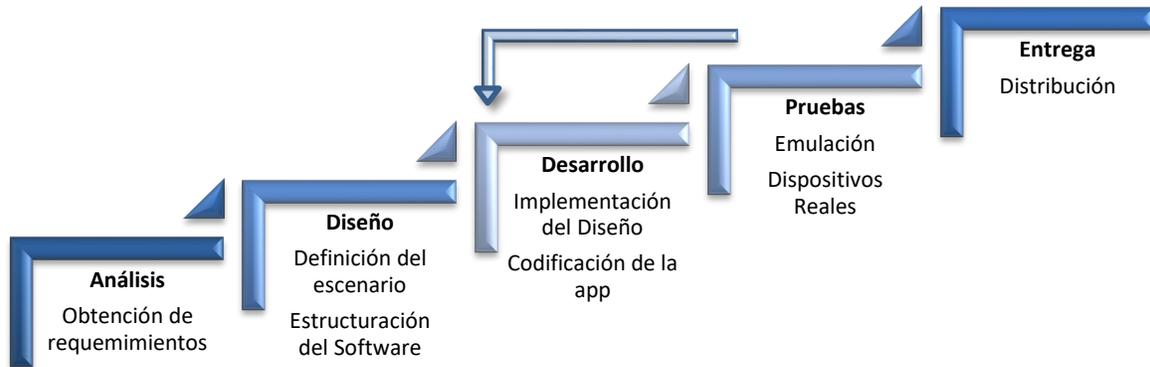


Fig. 5: Metodología de desarrollo

#### 4. RESULTADOS

Obtuvimos una aplicación VR de fácil acceso con potencial para ser utilizada como herramienta didáctica y diagnóstica que facilita la comprensión de imágenes bidimensionales convertidas en volúmenes tridimensionales manteniendo sus relaciones y dimensiones anatómicas.

La herramienta es capaz de mostrar perspectivas distintas a las que un modelo cadavérico nos permite debido a la simulación de vuelo que se genera en el entorno y al aumento del tamaño en las estructuras pequeñas, permitiéndonos el estudio el modelo desde ángulos y acercamientos complejos.

La aplicación de esta nueva herramienta de aprendizaje en nuestro medio representa una ayuda accesible debido a su bajo costo de implementación, y adaptable al curso gracias a la capacidad editable del software, permitiéndonos ampliar nuestro catálogo de estructuras anatómicas a futuro.

A diferencia de los métodos de estudio actuales, la portabilidad de nuestro equipo es mayor a la que representa el estudio cadavérico, además, la disección cadavérica implica un costo. Sin contar el mantenimiento del laboratorio de disección, un cadáver completo cuesta alrededor de 1200 € (aprox. \$28,196 pesos MXN). El desarrollo de nuestra aplicación, sin costos de mantenimiento, no supera los \$350 pesos MXN. (Facultad de Medicina, UMH, 2012).

Realizamos una encuesta a alumnos de la Facultad de Medicina de la UANL que habían concluido la materia de Anatomía Macroscópica y obtuvimos comentarios favorables acerca de la aplicación y su uso en el método de enseñanza actual. La opinión general concuerda en la necesidad de incorporar las nuevas tecnologías a la enseñanza de la anatomía, consideran la experiencia lo suficientemente inmersiva y lamentan que esta herramienta no existiera cuando cursaron la materia.

## 5. CONCLUSIONES

La aplicación de las tecnologías utilizadas permitirá a los estudiantes de medicina ampliar sus conocimientos y habilidades prácticas, generar formas de innovación en docencia y elevar la calidad del método de aprendizaje actual.

En comparativa con los métodos de enseñanza actuales, la Realidad Virtual aplicada a la medicina presenta ventajas inasequibles para lo convencional. Este artículo presenta una herramienta adicional en la enseñanza del médico.

La representación tridimensional de la anatomía humana a partir del uso de la simulación de Realidad Virtual en la enseñanza a los Estudiantes de Medicina resulta en una poderosa herramienta para la adquisición de conocimientos en búsqueda de una mejor comprensión de la materia, fungiendo como apoyo a métodos convencionales de enseñanza y facilitando el alcance a la práctica de la anatomía.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Guiraldes, H., Oddó, H., Mena, B., Velasco, N. and Paulos, J., “ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA HUMANA: EXPERIENCIAS Y DESAFÍOS EN UNA ESCUELA DE MEDICINA,” *Rev. Chil. anatomía* 19(2), 205–212 (2001).
- [2] Pérez, M. M., Riba, N. P., Ortiz Sagristà, J. C., Martínez, A. and Götzens García, V., “Human Anatomy: reactions of first year medical students to the dissection room,” *Educ. Médica* 10(2), 105–113 (2007).
- [3] Beas, J., Santa Cruz, J., Thomsen, P. and Utreras, S., “Enseñar a pensar para aprender mejor,” *Santiago Ediciones Pontif. Univ. Católica Chile* (2001).
- [4] Ausubel, N. and Novak, D., “Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo,” México Ed. Trillas, 186–191 (1983).
- [5] Izard, S. G., Juanes, J. A., Peñalvo, F. J. G., Ma, J., Estella, G., José, M., Ledesma, S. and Ruisoto, P., “Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine,” 1–5 (2018).
- [6] Fedorov, A., Beichel, R., Kalphaty-Cramer, J., Finet, J., Fillion-Robbin, J.-C., Pujol, S., Bauer, C., Jennings, D., Fennessy, F., Sonka, M., Buatti, J., Aylward, S., Miller, J. V., Pieper, S. and Kikinis, R., “3D slicers as an image computing platform for thw quantitative imaging network,” *Magn. Reson. Imaging* 30(9), 1323–1341 (2012).
- [7] Villalobos, F. E., Torres, J. L., Matsunobu, R. T. and Ciudad De México, H. X., “Educación médica con modelos anatómicos en cadáver. Revisión bibliográfica,” *Rev Mex Ortop Traum* 15(6), 312–315 (2001).
- [8] Zahiri, M., Booton, R., Nelson, C. A., Oleynikov, D. and Siu, K.-C., “Virtual Reality Training System for Anytime/Anywhere Acquisition of Surgical Skills: A Pilot Study,” *Mil. Med.* 183486(3) (2018).

- [9] Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández., “Acuerdo de aprobación del Procedimiento de gestión de la sala de disección de la Universidad Miguel Hernández.” Elche, España. (2012).