

Diseño de un Recurso Anatómico Interactivo para Fortalecer el Aprendizaje del Nervio Facial

Design of an Interactive Anatomical Resource to Enhance Learning of the Facial Nerve

Luis Felipe Muñoz-Zuñiga¹; Sonia Osorio-Toro² & Janneth Zúñiga-Prado³

MUÑOZ-ZUÑIGA, L. F.; OSORIO-TORO, S. & ZÚÑIGA-PRADO, J. Diseño de un recurso anatómico interactivo para fortalecer el aprendizaje del nervio facial. *Int. J. Morphol.*, 43(3):775-781, 2025.

RESUMEN: Un gran número de estudiantes de las áreas de la salud enfrentan el desafío de aprender anatomía, una disciplina esencial para comprender la estructura y función del cuerpo humano. Sin embargo, la enseñanza de esta materia se ve obstaculizada por las limitaciones de los recursos educativos tradicionales, como textos y modelos anatómicos, que a menudo carecen del nivel de detalle necesario. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han emergido como herramientas prometedoras para transformar el aprendizaje mediante métodos más interactivos y atractivos. Uno de los temas más complejos en la enseñanza anatómica es el nervio facial (VII par craneal), cuya representación en los materiales tradicionales es insuficiente, particularmente en lo referente a sus ramos colaterales intraóseos. Esta deficiencia genera confusión en la comprensión de su trayecto y función, dificultando el aprendizaje. Ante este desafío, este estudio tuvo como objetivo diseñar una aplicación interactiva que facilite la enseñanza de la anatomía del nervio facial, destacando su recorrido anatómico y su papel en la expresión facial. Este proyecto se llevó a cabo siguiendo las cinco fases de la metodología Design Thinking: investigación, definición, ideación, prototipado y evaluación. En la fase de investigación, se revisaron bibliografías especializadas y aplicaciones educativas existentes para identificar la necesidad de una herramienta específica. Durante la definición e ideación, se desarrollaron bocetos y se evaluaron diversas plataformas de diseño y programación. El prototipado incluyó la creación de modelos tridimensionales del cráneo y el nervio, animaciones dinámicas y su integración en un entorno interactivo. Finalmente, la fase de evaluación permitió validar el funcionamiento seguro y efectivo de la aplicación. La aplicación desarrollada cuenta con tres interfaces principales: una que permite explorar el recorrido tridimensional del nervio facial, otra que simula diversas expresiones faciales y una tercera que ilustra los efectos clínicos de la parálisis facial mediante descripciones detalladas. Esta herramienta complementa los métodos tradicionales de enseñanza anatómica al proporcionar una experiencia de aprendizaje inmersiva, precisa y práctica, mejorando significativamente la comprensión de estructuras anatómicas complejas.

PALABRAS CLAVE: Anatomía; Neuroanatomía; Nervio facial; Aplicación interactiva; Tecnologías educativas.

INTRODUCCIÓN

Cada año, las facultades de ciencias de la salud reciben a miles de estudiantes. En Colombia, por ejemplo, solo en 2016 se admitieron 12,478 estudiantes en programas de medicina (Asociación Colombiana de Facultades de Medicina, 2017). Durante los primeros semestres, estos alumnos enfrentan materias extensas y desafiantes como la anatomía, esencial para comprender la estructura y función del cuerpo humano (Rodríguez-Herrera *et al.*, 2019). Sin embargo, enseñar esta disciplina supone un reto considerable para los docentes debido a la complejidad de los contenidos y la limitada precisión de las herramientas educativas

tradicionales. Esta situación ha impulsado la búsqueda constante de nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje. Actualmente, las estrategias disponibles incluyen libros de texto, atlas, modelos anatómicos, imágenes diagnósticas, disecciones, plataformas digitales y mesas de disección virtual. Aunque valiosas, muchas de estas herramientas presentan limitaciones: suelen ser generales, carecen del nivel de detalle necesario y, en ocasiones, ofrecen descripciones ambiguas. Estas deficiencias subrayan la necesidad de desarrollar soluciones específicas desde las aulas para optimizar el aprendizaje anatómico.

¹ Estudiante de Medicina y Cirugía, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. luis.munoz.zuniga@correounivalle.edu.co

² Doctora en Educación, Profesora asociada del Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. sonia.osorio@correounivalle.edu.co

³ Magíster en Ciencias Biomédicas, Profesora titular del Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia. janneth.zuniga@correounivalle.edu.co

En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se posicionan como una alternativa innovadora. Definidas como el conjunto de recursos y herramientas que facilitan el procesamiento, almacenamiento y transmisión de información en múltiples formatos (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2020), las TIC han transformado la educación al ofrecer accesibilidad, interactividad y personalización del aprendizaje (Coll *et al.*, 2007). Según Castillo-Montes & Ramírez-Santana (2020), estas tecnologías son especialmente útiles en la enseñanza de la anatomía, pues se alinean con la familiaridad que los estudiantes tienen con los entornos digitales desde temprana edad. Asimismo, Blanco Echeverría (2014), destacan que los estudiantes inmersos en las TIC responden mejor a recursos atractivos y dinámicos, lo que potencialmente mejora su comprensión y retención de conocimientos.

Uno de los mayores desafíos en la enseñanza de la anatomía es comprender los pares craneales y su relación con la base del cráneo. Particularmente, el nervio facial (VII par craneal) representa una dificultad debido a su complejidad anatómica y funcional. Este nervio mixto, con cuatro componentes principales (sensibilidad especial, sensibilidad general, motor voluntario y motor involuntario) (Escobar *et al.*, 2016), presenta un trayecto intraóseo altamente intrincado en la porción petrosa del hueso temporal, lo cual dificulta su estudio.

Las herramientas pedagógicas actuales no permiten una visualización completa de su recorrido: los textos ofrecen descripciones confusas y variables; los laboratorios carecen de piezas específicas que ilustren estos detalles, y los modelos anatómicos —físicos o virtuales— suelen limitarse al ingreso y la emergencia del nervio, omitiendo sus ramos intraóseos. Por ello, este trabajo tiene como objetivo desarrollar una aplicación interactiva que facilite la enseñanza de la anatomía del nervio facial, mostrando su recorrido detallado y destacando su función en la expresión facial.

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo hace parte del proyecto titulado “Modelos 3D para la enseñanza aprendizaje de la anatomía macroscópica humana” que cuenta con aval del comité de ética humana, acta de aprobación (016 - 023) de la Universidad del Valle. Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología DESIGN THINKING, la cual es adaptada a partir de la identificación de una necesidad en ciencias básicas (anatomía) y abordada mediante las TIC, con el objetivo de encontrar soluciones efectivas. La ruta metodológica empleada se basa en 5 fases (investigación,

definición, ideación, prototipado y evaluación).

Fase 1 investigación: se realizó una consulta bibliográfica en diferentes herramientas de búsqueda (PubMed, Index/Scielo, BVSALUD, Google Scholar) utilizando palabras clave como "anatomy", "mobile learning", "sistema nervioso", "nervios craneales", "nervio facial". Con la finalidad de encontrar información sobre el desarrollo de aplicaciones interactivas virtuales para el aprendizaje de la anatomía. Se encontraron aplicaciones tipo atlas 2d y 3d, libros virtuales, cuestionarios, flashcards, videos, diccionarios y juegos; en su mayoría abordaban anatomía general y poco específica de un sistema u órgano (Sanchis *et al.*, 2022).

También se revisó la literatura de la anatomía del nervio facial. Los principales referentes teóricos fueron: Sistema Nervioso. Neuroanatomía Funcional y Clínica de Pimienta (Blanco Echeverría, 2014), Anatomía Humana de (Latarjet & Ruiz Liard, 2019), Anatomía Humana Funcional y Clínica de Delgado (Delgado García, 2017), Anatomía Clínica de Pró (Pró, 2014), Anatomía con Orientación Clínica de Moore (Moore, 2017), Neuroanatomía Clínica de Snell (Snell, 2003) y el Atlas de Anatomía Humana de Netter (Netter, 2023).

Además, se indagó sobre la fisiopatología de la parálisis facial, enfocándose en dos tipos relevantes: la parálisis central o supranuclear, que se presenta por una lesión en el puente o la corteza cerebral, en donde, a la valoración semiológica, es característica la conservación de la función de la musculatura frontal y de los músculos de la órbita (se logra levantar las cejas y cerrar los ojos), a diferencia de la parálisis periférica o intranuclear, donde hay imposibilidad para el movimiento de los músculos frontales y orbiculares, dada la lesión luego de que el nervio emerge de su origen aparente.

Fase 2 Definición: a partir de la identificación de una falencia, específicamente la falta de un recurso interactivo multimedia preciso para la enseñanza del nervio facial, se propuso crear una herramienta multimedia interactiva que favorezca la enseñanza de la anatomía del nervio facial y su relación clínica enfocada en las parálisis faciales.

Fase 3 Ideación: se elaboró un borrador del diseño y se realizó un análisis de los posibles softwares (ZBrush, Maya, MataHuman, Unity). Se eligieron dichos softwares por su accesibilidad a la mayoría de las funciones y su lenguaje simple de programación. También se realizaron diferentes bocetos en papel de la base del cráneo, especialmente del hueso temporal, del recorrido nervioso y de los músculos de la expresión facial (Fig. 1).

Fase 4 prototipado: se llevó a cabo el proceso de diseño, el cual se subdivide en 5 sub-fases:

- 4.1 Modelado: se realizó el esculpido digital de la base de cráneo y del nervio, por medio de 2 softwares. Primero, se emplea el software ZBrush para crear la estructura orgánica de la base de cráneo y nervio facial. Luego se empleó el software Maya, para realizar una retopología, disminuyendo la cantidad de polígonos y así mejorando las texturas (Fig. 2).
- 4.2 Animaciones: mediante el software Meta Human, se realizó el rigging del esqueleto, definiendo los ejes de la cabeza y puntos guías fijos; de modo tal, que se logró deformar algunos puntos y generar movimiento que simula la acción de los músculos de la expresión facial (Fig. 3).
- 4.3 Motor de videojuego: se completa el modelado de las estructuras (esculpido), y coloración de la piel (organicidad) y se establecieron comandos que responden a tareas específicas (Fig. 3).
- 4.4 Programación: se implementaron algoritmos en Unity para la programación de la aplicación (Fig. 4).
- 4.5 Registro: se registró la aplicación en el sistema operativo Windows.

Fase 5 Evaluación: en esta fase se verificó el funcionamiento óptimo de la aplicación, se aseguró que se respondiera a los comandos solicitados. Se evaluó



Fig. 1. Diseño de cráneo y hueso temporal (elaboración propia).



Fig. 2. Modelado de cráneo y nervio facial.

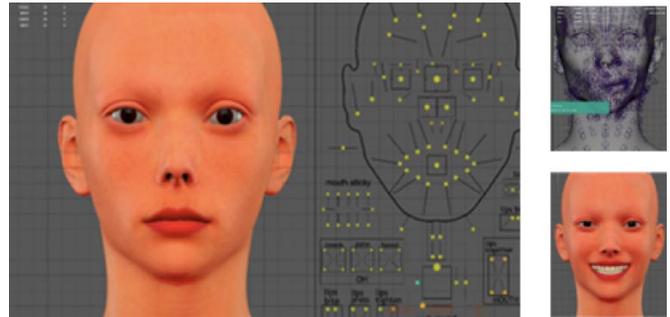


Fig. 3. Animación de expresiones faciales y creación de motor de video juego.



Fig. 4. Programación.

su confiabilidad y seguridad, revisando que las temáticas correspondan a contenido académico sobre el nervio facial. También se comprobó que la ejecución en el servidor fuese eficiente, con instrucciones puntuales y que el rendimiento del sistema permitiera la operación eficiente de los comandos. Finalmente, se instauraron mecanismos de mantenimiento para corregir errores de forma simple y rápida, a pesar de usar lenguaje de programación.

RESULTADOS

Se desarrolló una Aplicación interactiva para la enseñanza anatómica del nervio facial. Tras la instalación en un PC, la aplicación permite visualizar en la pantalla completa una de tres interfaces posibles. En cada interfaz, se interactúa con diferentes botones que facilitan la navegación por el contenido. Cada interfaz presenta:

1. Anatomía del nervio facial: el modelo simula la emergencia del nervio desde su origen aparente en el surco bulbopontino del tronco encefálico, su ingreso al meato acústico interno, el recorrido intraóseo en la porción petrosa del hueso temporal, cada uno de los ramos nerviosos en su trayecto hasta su emergencia del cráneo por el foramen estilomastoideo y finalmente sus ramos terminales. En la parte derecha de la pantalla, se muestra una representación gráfica que ilustra el trayecto del nervio facial. Cada componente nervioso tiene asignado un color

para facilitar el reconocimiento. Además, cada segmento puede aislarse para observar el recorrido de cada fibra nerviosa (Figs. 5 a 10):

- Color gris: nervio cuerda del tímpano, que transmite la sensibilidad especial (información gustativa) de los dos tercios anteriores de la lengua.
- Color amarillo: ramo sensitivo del nervio facial, que transmite la sensibilidad general (dolor temperatura, tacto) de partes del meato acústico externo, el integumento del proceso mastoideo y regiones cercanas al escalpo.
- Color rojo: inervación motora voluntaria o somática, que incluye los ramos nerviosos para los músculos estapedio, estilohioideo, digástrico (vientre posterior) y los cinco ramos terminales del nervio facial (ramo temporal, cigomático, bucal, marginal de la mandíbula y cervical) que inervación a los músculos de la expresión facial.
- Color azul: nervio cuerda del tímpano, conduce la información motora involuntaria, encargada de la inervación parasimpática de la mucosa de la cavidad oral, y glándulas sublinguales y submandibulares.
- Color naranja: nervio petroso mayor, conduce información motora involuntaria, encargada de la inervación parasimpática para la glándula lacrimal y parte de la mucosa nasal.

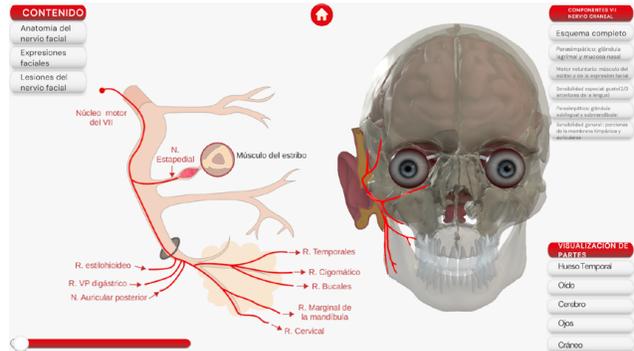


Fig. 7. Anatomía del nervio facial (Componente Motor voluntario).

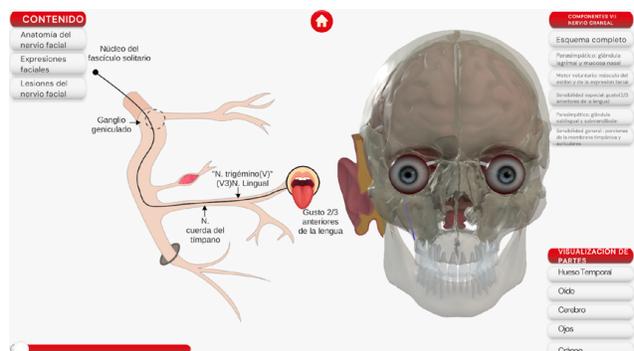


Fig. 8. Anatomía del nervio facial (Componente Sensitivo especial).

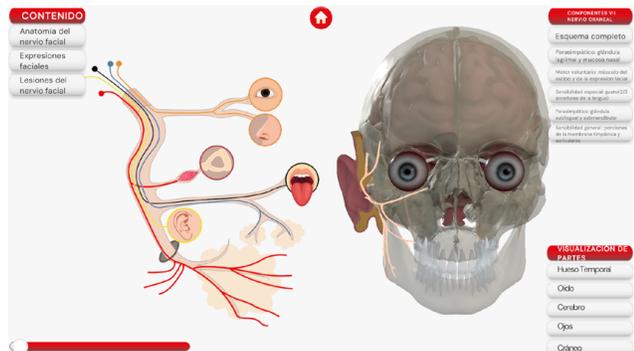


Fig. 5. Anatomía del nervio facial (Esquema completo).

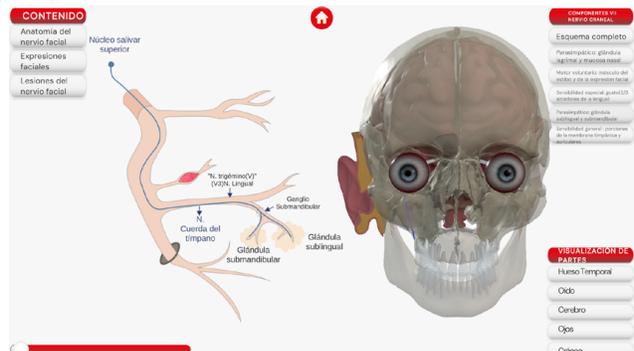


Fig. 9. Anatomía del nervio facial (Componente parasimpático).

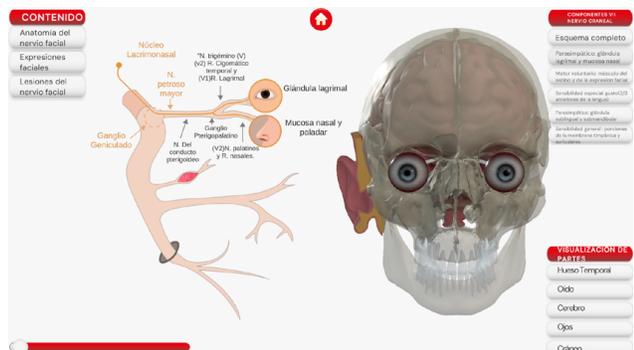


Fig. 6. Anatomía del nervio facial (Componente parasimpático).

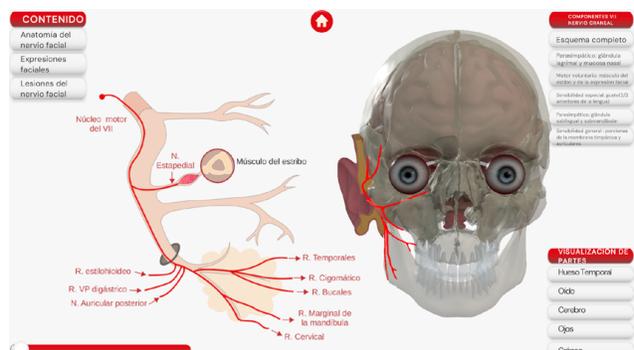


Fig. 10. Anatomía del nervio facial (Sensibilidad general).

2. Expresiones faciales: presenta un modelo de cabeza y cuello humano con los diferentes músculos, integumento y rasgos faciales. En la derecha de la pantalla está organizado en una columna el nombre de los músculos de la expresión facial, agrupados por regiones. Al hacer clic en el nombre del músculo se despliega, en la parte inferior izquierda de la pantalla, un cuadro de texto con la principal función muscular, mientras se representa en el modelo la acción del músculo seleccionado (Fig. 11).



Fig. 11. Expresiones faciales.

3. Correlación clínica: se puede observar un modelo de una cabeza y cuello humano con los diferentes rasgos faciales, que simulan el estado normal de una persona. Se presenta diferentes interacciones que simula la lesión periférica o central del nervio facial. En el lado derecho de la pantalla, hay dos botones con cada uno con una lesión del nervio facial, la parálisis central y periférica. Al hacer clic sobre alguno de ellos se despliega, en la parte inferior izquierda de la pantalla, un cuadro de texto con cada uno de los signos clínicos característicos de la patología, mientras se representan en el modelo tanto los signos clínicos como el posible nivel de la lesión (Fig. 12). Se adjunta enlace para ver la aplicación (Fig. 13).

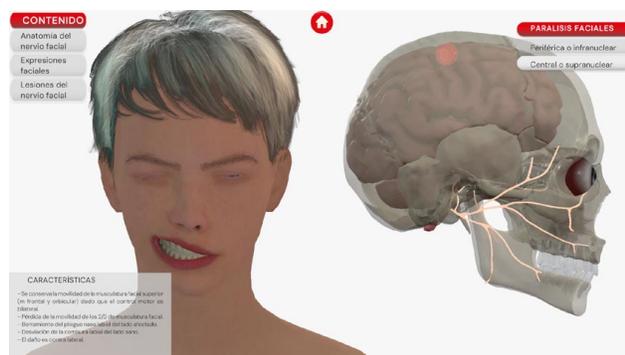


Fig. 12. Lesiones del nervio facial (parálisis).



Fig. 13. Video explicativo de la aplicación:

<https://youtu.be/PtGjsJrWI6g>

DISCUSIÓN

Históricamente, en las facultades de salud, la enseñanza de la anatomía humana se centra en un docente que imparte contenido teórico en un auditorio; esta información posteriormente se acompaña de una práctica guiada con piezas anatómicas humanas o modelos tridimensionales. Sin embargo, la comprensión del contenido puede ser limitada, dado que el estudiante debe de tomar, la mayoría de las veces, una posición muy receptiva frente al gran volumen de información (Moro *et al.*, 2017).

En ese sentido, se requiere una transformación metodológica que le permita al estudiante una posición más protagónica en su proceso formativo. Esto implicaría modificar aspectos pedagógicos del pensum, objetivos, logros de aprendizaje y forma de evaluación; que por el número de estudiantes y las condiciones sociales, económicas y locativas de las universidades representa un desafío considerable (Johnson *et al.*, 2012). No obstante, existen soluciones viables que pueden mejorar el proceso constante de enseñanza, como el desarrollo de herramientas digitales que permiten abordar la anatomía de una manera diferente, impactando positivamente la experiencia del estudiante (Delgado Saeteros *et al.*, 2022).

Especialmente para comprender el nervio facial, es necesario detallar la anatomía del hueso temporal, pues dentro de este se encuentra una impresión ósea conocida como el canal del nervio facial, por donde transcurren las fibras nerviosas intracraneales. Sin embargo, observar el canal del nervio facial requiere una osteotomía del hueso temporal, lo cual es complejo debido a la fragilidad de la pieza ósea, las técnicas de conservación y su relación con el oído medio. Esto puede limitar la capacidad del estudiante para observar anatómicamente el recorrido nervioso intracraneal, lo que puede traducirse en frustración y confusión (Da Silva *et al.*, 2013).

Como señaló Osorio-Toro (2023), es necesario proponer en las aulas de clase recursos educativos que se ajusten a los diferentes requerimientos de los estudiantes y a los temas que demandan mayor detalle y precisión, como los nervios craneales. Estos recursos deben estar en concordancia con los avances actuales de la ciencia, particularmente en las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que complementarán los recursos educativos existentes para el estudio de la anatomía (Johnson *et al.*, 2012).

El desarrollo de aplicaciones interactivas digitales se convierte en una forma de emplear las TIC para favorecer la enseñanza de la anatomía, puesto que el contenido desarrollado es atractivo debido a la forma como se presenta la información. Además, promueve la autonomía en el estudiante, quien puede interactuar con la interfaz el número de veces, en el lugar y hora deseado. Esto también se constituye en una herramienta para que el profesor pueda manejar un mejor ritmo del curso.

En este contexto, Fleagle *et al.* (2018), realizaron un estudio experimental comparando el rendimiento de estudiantes de Medicina. Un grupo fue orientado por el método tradicional de clase magistral y práctica en laboratorio, mientras el segundo grupo utilizó la modalidad de aula invertida, con recursos virtuales de anatomía, clases pregrabadas, imágenes de disecciones y vídeos explicativos con imágenes 3D. Los investigadores encontraron que el rendimiento académico de los estudiantes del segundo grupo fue superior al del primero, puesto que los recursos virtuales permiten que el estudiante aprenda a su propio ritmo e identifique sus falencias, y pueda revisar el contenido ilimitadamente (Nahuelcura & Matamala, 2023).

Actualmente, existen experiencias exitosas en universidades que emplean las TIC para la enseñanza de la anatomía, donde diferentes softwares 3D, mesas de disección virtual y actividades interactivas han enriquecido la experiencia del estudiante (Losco *et al.*, 2017). Por ejemplo, la Universidad de Costa Rica cuenta con una plataforma virtual basada en tecnologías transmisivas e interactivas (Díaz & Escalante, 2014), la cuál es ejemplo de integración del conocimiento teórico y práctico para ofrecer una herramienta que favorece la adquisición de habilidades a través de la interacción constante con recursos didácticos, promoviendo una enseñanza centrada en el estudiante, guiada por el profesor (Ruiz-Mora *et al.*, 2023).

CONCLUSIÓN

La comprensión profunda de las bases anatómicas es un componente esencial en la formación de los estudiantes de los programas de salud, particularmente en medicina. La

apropiación de conceptos fundamentales como las posiciones anatómicas, la planimetría y los términos de referencia y comparación constituye un pilar indispensable para la asimilación de conocimientos avanzados, tales como la anatomía de los nervios craneales. Este dominio conceptual no solo contribuye al rendimiento académico, sino que también resulta determinante para el ejercicio clínico y quirúrgico competente.

En este sentido, es imperativo promover entornos de aprendizaje que incentiven el pensamiento crítico, la innovación y la integración de saberes, mediante la incorporación de metodologías pedagógicas que articulen los enfoques tradicionales con las potencialidades de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Esta convergencia metodológica es clave para responder a las exigencias de la educación superior contemporánea, donde los entornos virtuales representan oportunidades significativas para la construcción de conocimiento, la interacción académica y la colaboración interdisciplinaria.

El diseño y la utilización de una aplicación multimedia interactiva centrada en el estudio del nervio facial constituye un avance relevante en la enseñanza de la anatomía. Esta herramienta didáctica facilita la integración de contenidos teóricos y prácticos, permitiendo al estudiante desarrollar representaciones mentales precisas de estructuras anatómicas de difícil acceso. Lejos de reemplazar las metodologías tradicionales, esta aplicación se presenta como un recurso complementario que potencia el aprendizaje autónomo y significativo. Su incorporación al proceso formativo favorece el desarrollo de competencias analíticas y críticas, esenciales para el desempeño profesional en el campo de la salud.

AGRADECIMIENTOS. Convocatoria interna 11325, Vicerrectoría de investigaciones, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

MUÑOZ-ZUÑIGA, L. F.; OSORIO-TORO, S. & ZÚÑIGA PRADO, J. Design of an interactive anatomical resource to enhance learning of the facial nerve. *Int. J. Morphol.*, 43(3):775-781, 2025.

SUMMARY: A large number of students in health fields face the challenge of learning anatomy, an essential discipline for understanding the structure and function of the human body. However, teaching this subject is hampered by the limitations of traditional educational resources, such as texts and anatomical models, which often lack the necessary level of detail. Information and Communication Technologies (ICT) have emerged as promising tools to transform learning through more interactive and engaging methods. One of the most complex topics in anatomy teaching is the facial nerve (cranial nerve VII), which is

insufficiently represented in traditional materials, particularly with regard to its intraosseous collateral branches. This deficiency creates confusion in understanding its path and function, making learning difficult. Faced with this challenge, this study aimed to design an interactive application that facilitates the teaching of the anatomy of the facial nerve, highlighting its anatomical path and its role in facial expression. This project was carried out following the five phases of the Design Thinking methodology: research, definition, ideation, prototyping and evaluation. In the research phase, specialized bibliographies and existing educational applications were reviewed to identify the need for a specific tool. During the definition and ideation, sketches were developed and various design and programming platforms were evaluated. Prototyping included the creation of three-dimensional models of the skull and nerve, dynamic animations and their integration into an interactive environment. Finally, the evaluation phase allowed validating the safe and effective operation of the application. The developed application has three main interfaces: one that allows exploring the three-dimensional path of the facial nerve, another that simulates various facial expressions and a third that illustrates the clinical effects of facial paralysis through detailed descriptions. This tool complements traditional anatomical teaching methods by providing an immersive, accurate and practical learning experience, significantly improving the understanding of complex anatomical structures.

KEY WORDS: Anatomy; Neuroanatomy; Facial nerve; Interactive application; Educational technologies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Colombiana de Facultades de Medicina (ASCOFAME). *Estadísticas Básicas de la Educación Médica en Colombia 2016*. Bogotá D.C., Asociación Colombiana de Facultades de Medicina, 2017. Disponible en: https://ascofame.org.co/boletines/Boletin_07/Estad%C3%ADsticasFacultades2016.pdf
- Blanco Echeverría, A. El uso y el conocimiento de los contenidos de educación física en Internet del alumnado de segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. Estudio de caso. *Enseñ. Teach. Rev. Interuniv. Didact.*, 31(2):69-92, 2014.
- Castillo-Montes, M. & Ramírez-Santana, M. Experiencia de enseñanza usando metodologías activas, y tecnologías de información y comunicación en estudiantes de medicina del ciclo clínico. *Form. Univ.*, 13(3):65-76, 2020.
- Coll, C.; Goñi, J. O. & Majós, T. M. Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *An. Psicol.*, 38(3):377-400, 2007.
- Da Silva, K. D. C.; Santana, O. A.; de Moraes, S. R. A.; Da Silva, C. K.; Santana, A., & De Moraes, A. S. R. Quality and language of learning objects used in the teaching of human anatomy. *Int. J. Morphol.*, 31(2):455-60, 2013.
- Delgado García, A. *Anatomía Humana Funcional y Clínica*. 2ª ed. Cali, Programa Editorial Universidad del Valle, 2017.
- Delgado Saeteros, E. Z.; de la Llana Pérez, E. & Cruzata, W. J. Aproximación teórica al M-learning y su aplicación en el proceso enseñanza – aprendizaje en instituciones educativas. *Rev. Investig. Form. Desarro.*, 10(1):70-6, 2022.
- Díaz, V. L. & Escalante, E. M. Aplicación de la tecnología de la información y comunicación en la enseñanza de anatomía para estudiantes de enfermería. *Enferm. Actual Costa Rica*, (26), 2014. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/enfermeria/article/view/13696>
- Escobar, M. I. & Pimienta, H. I. *Sistema Nervioso, Neuroanatomía Funcional y Clínica*. 2ª ed. Cali, Programa Editorial Universidad del Valle, 2016.
- Fleagle, T. R.; Borcharding, N. C.; Harris, J. & Hoffmann, D. S. Application of flipped classroom pedagogy to the human gross anatomy laboratory: Student preferences and learning outcomes. *Anat. Sci. Educ.*, 11(4):385-96, 2018.
- Johnson, E. O.; Charchanti, A. V. & Troupis, T. G. Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anat. Sci. Educ.*, 5(6):354-66, 2012.
- Latarjet, M. & Ruiz Liard, A. *Anatomía Humana*. 5ª ed. Barcelona, Médica Panamericana, 2019.
- Losco, C. D.; Grant, W. D.; Armson, A.; Meyer, A. J. & Walker, B. F. Effective methods of teaching and learning in anatomy as a basic science: A BEME systematic review: BEME guide no. 44. *Med. Teach.*, 39(3):234-43, 2017.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)*. Website. Colombia Gov.co. Bogotá, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2020. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Glosario/T/5755:Tecnologias-de-la-Informacion-y-las-Comunicaciones-TIC>
- Moore, K. L. *Anatomía Humana con Orientación Clínica*. 8ª ed. Barcelona, Médica Panamericana, 2017.
- Moro, C.; S'tromberga, Z.; Raikos, A. & Stirling, A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat. Sci. Educ.*, 10(6):549-59, 2017.
- Nahuelcura, M. N. & Matamala, V. F. An update on the teaching of human anatomy: Comparative analysis of the flipped classroom and the traditional model. *Int. J. Morphol.*, 41(4):1387-93, 2023.
- Netter, F. H. *Atlas de Anatomía Humana*. 8ª ed. Barcelona, Elsevier, 2023.
- Osorio-Toro, S. *Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación de la Anatomía Macroscópica Humana*. Estudio de Caso. Tesis de Doctorado. Cali, Universidad del Valle, 2023.
- Pró, E. A. *Anatomía Clínica*. 2ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2014.
- Rodríguez-Herrera, R.; Losardo, R. J. & Binvinat, O. Human anatomy an essential discipline for patient safety. *Int. J. Morphol.*, 37(1):241-50, 2019.
- Ruiz-Mora, F. E.; Barrionuevo-Terán, E. Y.; Villacres-Pérez, M. D. & Estrella-Semblantes, M. J. El docente como mediador y diseñador de experiencias de aprendizaje. *Digit. Publ.*, 8(6):37-47, 2023.
- Sanchis, A. M.; Puchol, V. G.; Ferrer, F. V. & Cerveró, G. E. Mobile learning en la anatomía humana: estudio del mercado de aplicaciones. *Educ. Med.*, 23(2):100726, 2022.
- Snell, R. *Neuroanatomía Clínica*. 5ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2003.

Autora de correspondencia:

Sonia Osorio

Departamento de Morfología

Facultad de Salud

Universidad del Valle

Cali

COLOMBIA

E-mail: sonia.osorio@correounivalle.edu.co