







# Una historia en el plexo braquial

## A Story on the Brachial Plexus

Luis Miguel Vergara<sup>1</sup> ; Ángela Perlaza<sup>2</sup> ; Stephany Espinal Parra<sup>2</sup> ; Yeimy Natalia Buitrón Chávez<sup>2</sup>   
Sonia Osorio Toro<sup>2</sup> ; Janneth Rocío Zúñiga Prado<sup>2</sup> 

**Forma de citar:** Vergara LM, Perlaza A, Espinal-Parra S, Buitrón-Chávez YN, Osorio-Toro S, Zúñiga-Prado JR. Una historia en el plexo braquial. Salud UIS. 2022; 54: e22063. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22063> 

\*sonia.osorio@correounivalle.edu.co

### Resumen

**Introducción:** tradicionalmente, la enseñanza del plexo braquial y nervios del miembro superior ha ocurrido de forma magistral, acompañada de una práctica de reconocimiento en el anfiteatro. **Objetivo:** proponer una estrategia pedagógica para la enseñanza y aprendizaje de este tema, que permita comprender la relación entre las raíces nerviosas, la formación de los troncos, fascículos y nervios terminales. **Materiales y métodos:** para la comprensión de la anatomía del plexo braquial se prosiguió de la siguiente manera: inicialmente, se realizó una lectura a profundidad de los libros de texto clásicos de anatomía humana, se revisaron aplicaciones con imágenes en 3D para facilitar la ubicación espacial, se realizaron dibujos del plexo, y a partir de reuniones virtuales, se decidió crear un cuento con inicio, desarrollo y conclusión que permitiera hacer una analogía entre la vida cotidiana y el plexo braquial, titulado “Una historia en el plexo braquial”. Después, se utilizó el programa Procreate de Apple para ilustrar los personajes de acuerdo con las descripciones creadas. Finalmente, se realizó la animación utilizando el programa Adobe Premiere. **Resultados:** se diseñó y animó un cuento sobre el plexo braquial, con 15 ilustraciones originales que personifican cada una de las divisiones ventrales de las raíces nerviosas de C5 a T1. La ubicación espacial se representa a través de los estratos socioeconómicos, y las relaciones entre los nervios a partir de las relaciones familiares. **Conclusión:** la participación activa de los estudiantes en el diseño de estrategias pedagógicas permite la comprensión de la anatomía humana, lo cual facilita la construcción de conocimiento en el área. Por tanto, esta actividad se convirtió en una excelente estrategia de enseñanza, aprendizaje y evaluación, que involucró en este caso la creatividad, la escritura, el trabajo en equipo y la comprensión a profundidad del tema para poder hacer la analogía.

**Palabras clave:** Anatomía; Educación; Aprendizaje; Enseñanza; Escritura; Animación.

### Abstract

**Introduction:** Traditionally, the teaching of the brachial plexus and nerves of the upper limb starts from theory, followed by a recognition practice in the amphitheater. **Objective:** To propose a pedagogical strategy for the teaching and learning of this topic that allows the understanding of the relationship between nerve roots, the formation of trunks, fascicles and terminal nerves. **Materials and method:** To understand the anatomy of the brachial plexus, an in-depth reading of the classic human anatomy textbooks was initially performed; applications with 3D images were

<sup>1</sup> Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad del Valle. Cali, Colombia.

reviewed to facilitate spatial location; drawings of the brachial plexus were made and, through virtual meetings, it was decided to create a structured story with introduction, climax and conclusion, which would allow an analogy between everyday life and the brachial plexus, entitled “A story in the brachial plexus”. Afterwards, the Procreate program from Apple was used to illustrate the characters according to the descriptions created. Finally, the animation was made using the Adobe Premiere program. **Results:** A story about the brachial plexus was designed and animated with 15 original illustrations that personify each of the ventral divisions of the nerve roots from C5 to T1. The spatial location is represented by the socioeconomic strata and the relationships between the nerves by family relationships. **Conclusion:** The active participation of students in the design of pedagogical strategies allows the understanding of human anatomy, facilitating the construction of knowledge in the area. This makes this activity an excellent teaching, learning and evaluation strategy that involved creativity, writing, teamwork and in-depth understanding of the topic in order to make the analogy.

**Keywords:** Anatomy; Education; Learning; Teaching; Writing; Animation.

### Introducción

En los currículos de los programas académicos para la formación de profesionales de la salud, una de sus asignaturas clave o “medular”, por decir de algún modo, es la anatomía humana. Esta ciencia estudia las formas y las estructuras del cuerpo humano, y ha establecido un lenguaje propio con el objetivo de facilitar la comunicación y la comprensión entre profesionales del área de la salud alrededor del mundo<sup>1</sup>. Para estas profesiones, el cuerpo humano es el centro de investigación y de intervención diaria.

Así mismo, la asignatura de anatomía humana ha sido considerada por diferentes autores como la base de todas las profesiones en salud humana, ya que en campos como la fisiología, la patología, la histología y la terapéutica, entre otros, se requiere de este conocimiento y del correcto uso de su lenguaje particular. Comprender la tridimensionalidad del cuerpo humano, la relación de las estructuras y la función general de los órganos y sistemas corporales es imprescindible para cursar áreas relacionadas con la práctica clínica, en las que se estudia la estructura microscópica de los tejidos, así como la función macroscópica integrada<sup>2</sup>.

Entre los sistemas estudiados en la anatomía humana se encuentra el sistema nervioso periférico. En la mayoría de los textos este se presenta por regiones anatómicas; particularmente, el plexo braquial se incluye en la región anatómica de miembro superior al finalizar la revisión de las estructuras óseas, articulares y musculares. El plexo braquial asegura la inervación sensitiva, motora y propioceptiva del miembro superior y la región escapulodeltoidea, está conformado por los ramos anteriores de los cuatro últimos nervios cervicales (C5,

C6, C7, C8) y el primer nervio torácico (T1). A través de sus ramos colaterales y terminales, su constitución anatómica está organizada por troncos conformados por el ramo anterior de C5, después de recibir un ramo comunicante de C4, se une al ramo anterior de C6 para formar el tronco superior, el ramo anterior de C7 constituye por sí solo el tronco medio y el ramo anterior de C8 se une con el de T1 para formar el tronco inferior. Cada tronco se divide en dos ramos, uno anterior y otro posterior; estas divisiones de los troncos se unen para formar tres fascículos: posterior, lateral y medial.

El fascículo posterior da origen al nervio radial y axilar, del fascículo lateral surgen el nervio musculocutáneo y la raíz lateral del nervio mediano, y del fascículo medial nace la raíz medial del nervio mediano, el nervio ulnar y el nervio cutáneo antebraquial medial. El plexo provee además diez ramos colaterales: anteriores (nervio subclavio, pectoral lateral, pectoral medial), posteriores (nervio supraescapular, dorsal de la escapula, subescapular superior, subescapular inferior y toracodorsal) e inferiores (nervio torácico largo, cutáneo braquial medial) **Figura 1<sup>1</sup>**.

La enseñanza y aprendizaje de este tema tradicionalmente se realiza de forma magistral, seguida por una práctica de reconocimiento en el cadáver o en modelos anatómicos. Sin embargo, la ubicación espacial, la terminología y la relación de los componentes de este plexo nervioso es compleja, por lo que se realizó una propuesta de enseñanza y aprendizaje de este tema a través del diseño de una estrategia pedagógica que permita comprender la relación entre las raíces nerviosas, la formación de los troncos, fascículos, nervios terminales y su correlación clínica a partir de la creación de un cuento en el que se plantean analogías con la vida diaria.

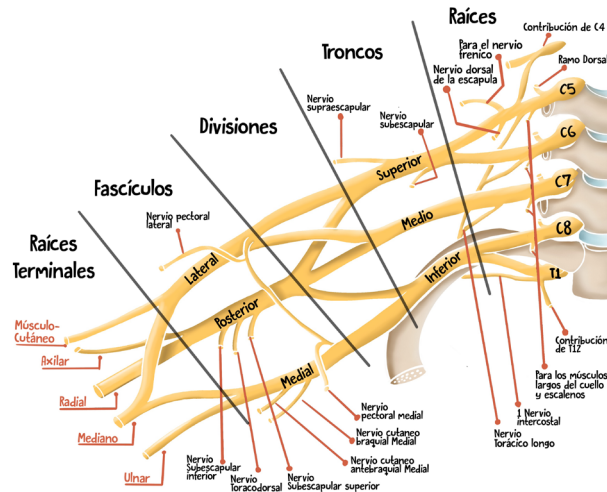


Figura 1. Ilustración del plexo braquial. Elaboración propia.

### Materiales y métodos

Este trabajo se enmarca en el proyecto titulado “Recurso educativo abierto para el aprendizaje de la anatomía humana”, que cuenta con el aval del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle, con código interno 121-018 del 2018. El ejercicio pedagógico se llevó a cabo con tres estudiantes de segundo semestre del programa académico de Medicina y Cirugía de la Universidad del Valle, que se encontraban matriculadas en el curso de Preanatomía.

La propuesta se basó en la creación de una herramienta pedagógica que facilitara el aprendizaje del plexo braquial para los estudiantes de diferentes programas académicos de la Facultad de Salud, tales como Fisioterapia, Odontología, Medicina, Bacteriología, Fonoaudiología, Terapia Ocupacional, entre otros. Para ello, se siguió el proceso de construcción de modelos propuesto por Justi<sup>3</sup>.

Como objetivo, se estableció diseñar una herramienta pedagógica que permitiera comprender la ubicación del plexo braquial, la terminología, sus relaciones anatómicas y la correlación clínica.

### Lectura de la teoría

Se realizó una lectura a profundidad de las generalidades de la anatomía humana, especialmente, la posición anatómica, la planimetría, los términos de ubicación y referencia y la anatomía del plexo braquial. Los textos utilizados fueron *Anatomía humana*, de Latarjet y Liard<sup>1</sup>,

y *Anatomía con orientación clínica*, de Moore<sup>4</sup>. Además, se hicieron búsquedas en bases de datos sobre modelos de representación de la anatomía del plexo braquial.

### Forma de representación

Se tomó la decisión sobre la forma de representación para el aprendizaje de la anatomía del plexo braquial. Para comprender el tema, inicialmente, se revisó la aplicación de Visible Body (suscripción a través de la Universidad del Valle), que contiene modelos 3D interactivos del cuerpo humano, con el objetivo de facilitar la ubicación espacial. En esta aplicación, el plexo braquial es representado en color amarillo y es posible mover las piezas en todos los planos anatómicos y disecar virtualmente las estructuras óseas, musculares y vasculonerviosas.

Posteriormente, se realizaron dibujos a mano del plexo braquial, y a partir de reuniones virtuales se acordó crear un cuento con inicio, desarrollo y conclusión, que permitiera hacer una analogía entre la vida cotidiana y las estructuras nerviosas del plexo braquial, teniendo en cuenta la correlación clínica. El título escogido fue “Una historia en el plexo braquial”. Los ramos ventrales de las raíces nerviosas fueron representados por personajes llamados C5, C6, C7, C8 y T1, quienes formaron relaciones familiares que representan las divisiones y los nervios terminales; estos pertenecen a diferentes estratos socioeconómicos para facilitar la ubicación anatómica. Cada personaje fue ilustrado con características que se relacionan con su correlación clínica.

### Comprobación del modelo propuesto

El cuento fue presentado a los compañeros de aula y las docentes encargadas de coordinar el curso de Preanatomía, para recibir sugerencias en cuanto al uso de la terminología anatómica y la pertinencia de las analogías planteadas.

### Ilustración digital

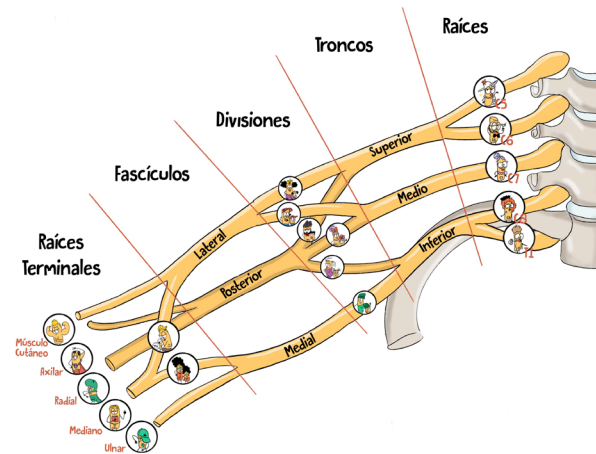
Para ilustrar la historia, se trabajó con un estudiante del programa académico de Medicina de la Universidad Santiago de Cali con conocimientos en diseño gráfico, quién a partir de las descripciones de los personajes en el cuento y sus conocimientos anatómicos propuso ilustrar los personajes con características que permitieran representar las relaciones familiares de la historia con la descripción anatómica y la correlación clínica.

Inicialmente se seleccionó un estilo pictórico siguiendo referentes anatómicos convencionales, por ejemplo, las estructuras nerviosas en los libros de texto y atlas se presentan con color amarillo, por tanto, los personajes que representan las estructuras nerviosas se establecieron de este color y con morfología alargada, la cual simula a los nervios. Los diseños fueron sencillos y esquemáticos con elementos que permitieran reconocer cada personaje y relacionarlo con la morfología del plexo braquial (como se observa en la **Figura 2**). Posteriormente, se realizaron bocetos en papel para cada uno de los personajes, para luego variar el estilo de los ojos, la proporción de las partes del cuerpo, la ropa y accesorios utilizados; con estos elementos se creó un *moodboard* para tener una idea previa de la ilustración. Para la prueba de color se creó una guía de los personajes sobre fondo blanco, con todos sus elementos característicos.

Una vez establecidos los elementos visuales, se creó un *storyboard* (**Figura 3**) en el que se eligieron las partes más importantes y representativas para el cuento, siguiendo la introducción, el nudo y el desenlace de la historia: primero, presentación de la situación y la introducción de los personajes principales; segundo, los conflictos entre estos; y por último, la resolución. Se diseñó también una portada en la que aparecen los personajes principales.

Tras su aprobación, se ilustró digitalmente el cuento utilizando el programa Procreate de Apple; se trabajó en páginas dobles en las que el texto solo ocupó el 30 % del espacio y el resto fue para la ilustración. En el boceto

se realizaron los cambios sugeridos. Se seleccionó la tipografía y los colores para ambientar las situaciones representadas, y se agregaron colores, sombras y texturas que ayudaran a equilibrar la composición, para complementar la historia escrita a través de la imagen que, finalmente, sería incorporada al texto.



**Figura 2.** Personajes diseñados para representar cada una de las estructuras nerviosas. Elaboración propia.



**Figura 3.** *Storyboard* o guión gráfico para el cuento animado.

## Animación

En esta etapa se contó con la participación de un ingeniero multimedia que realizó una animación digital en 2D con la técnica de *cut out*, con huesos y controladores. Se realizaron los fotogramas correspondientes a los movimientos de los personajes. Inicialmente, las ilustraciones de los personajes fueron digitalizadas con la herramienta Toon Boom Harmony, luego se procedió a animar cada escena individualmente y se pasó al *software* After Effects para empatar la composición general, agregar efectos y tiempos. Una vez se agregaron los textos y se renderizó la composición, se usó el programa Adobe Premiere para ensamblar las escenas, agregar sonidos, hacer cortes y renderizar el producto final.

La música utilizada en la animación se adquirió con licencia Creative Commons en la plataforma Free Music Archive (FMA); se realizó una búsqueda en los bancos de géneros orquestales e incidental, y la canción utilizada fue “Rainbow” de Yakov Golman.

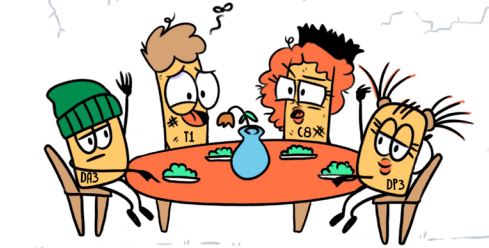
## Resultados

La experiencia pedagógica permitió el diseño de un cuento sobre el plexo braquial que contiene quince ilustraciones originales. En estas, se personifican cada una de las divisiones ventrales de las raíces nerviosas de C5 a T1. Como elemento analógico para facilitar la comprensión de la ubicación espacial se asignó a cada personaje un nivel de estrato socioeconómico, en cuanto a las relaciones entre los nervios, se estableció una comparación con los vínculos familiares.

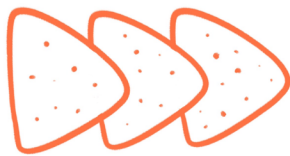
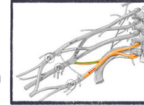
Cada personaje fue caracterizado teniendo en cuenta las correlaciones clínicas de cada uno de los nervios, como la mano de predicador (lesión del nervio mediano), la mano caída (lesión del nervio radial) o la mano en garra (lesión del nervio ulnar) (**Figura 4**). La animación del cuento se encuentra disponible en la plataforma de YouTube (<https://youtu.be/vocq0MQa8ZY>).



La señorita C7 no encontró a su pareja ideal sin embargo, como ella se encontraba en el estrato medio, decidió adoptar a dos hermosos hijos.



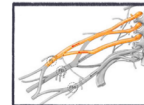
Por otro lado, la señorita C8 y el señor T1 decidieron formalizar su relación y como fruto de esta unión dieron vida a dos hermosos hijos. A pesar de sus bajos ingresos económicos, ya que pertenecían al estrato inferior, nunca les faltó un plato de comida.



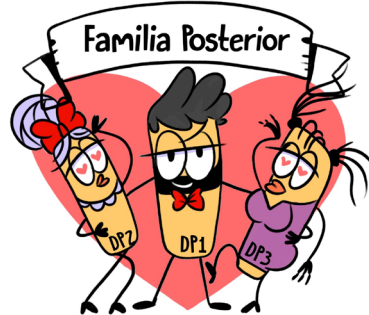
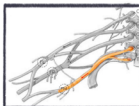
### 3 Doritos después

Con el paso de los años los frutos de cada unión fueron creciendo hasta llegar a ser mayores de edad y querer formar sus propias familias.

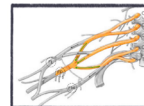
Debido a su relación tan estrecha, los hijos mayores de las familias de estratos económicos superior y medio decidieron empezar una relación, conformando así la familia lateral.



Esta nueva unión no le agradó al hijo mayor de la familia de estrato inferior así que decidió continuar su vida en solitario y en acto de rebeldía cambió su nombre a Medial.



Para sorpresa de todos, los hijos menores de cada matrimonio quisieron unirse y formar una matrimonio trial sin importar la crítica de los demás. Dicha unión conformó la familia Posterior.



# Una historia en el plexo braquial

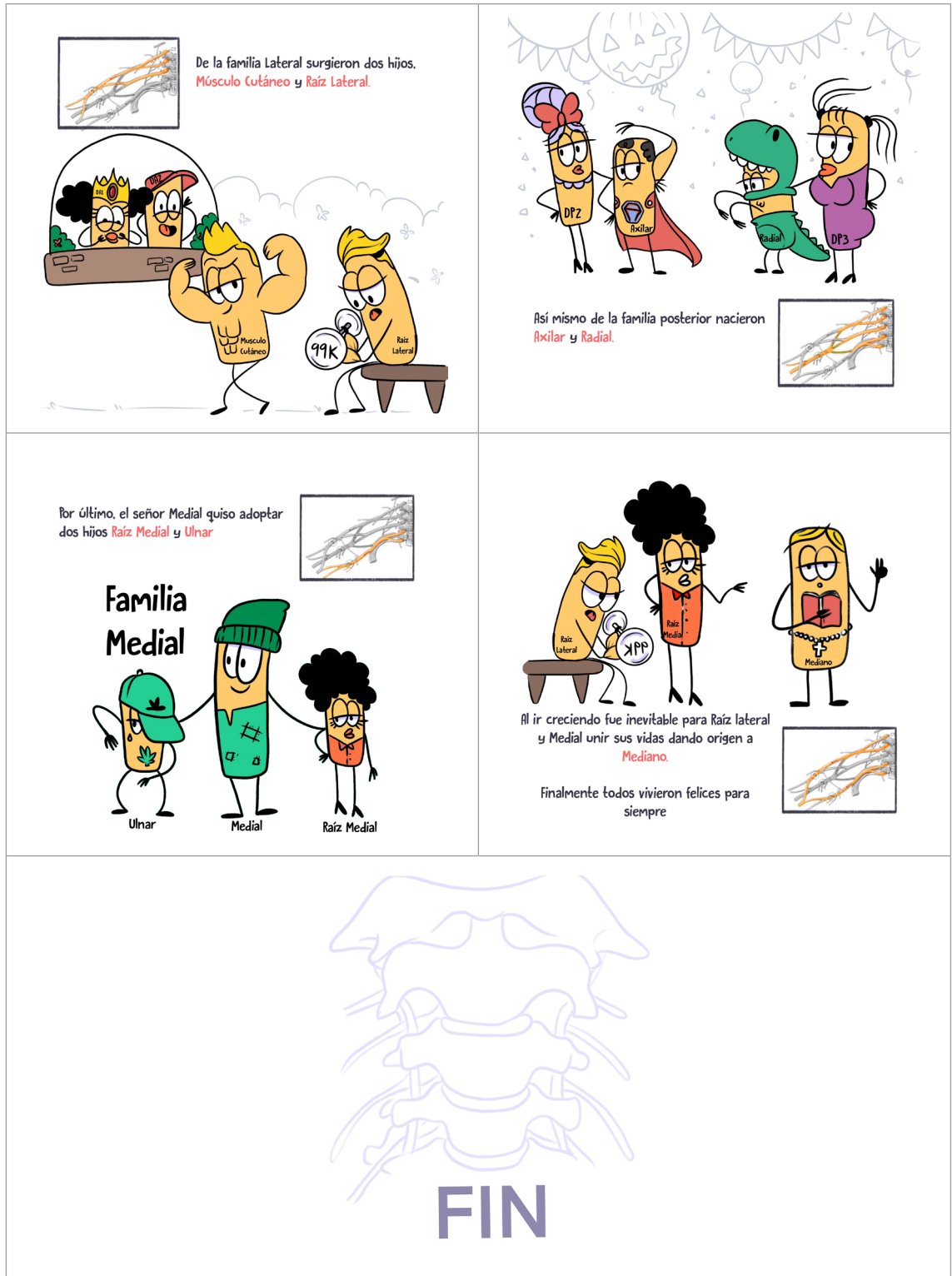


Figura 4. Ilustración del cuento “Una historia en el plexo braquial”.

## Discusión

Diversos estudios han buscado responder a la pregunta de cuál es el mejor método para enseñar y aprender anatomía humana<sup>5,6,7</sup>. Los resultados son controversiales; mientras algunos investigadores encuentran mejor rendimiento académico en el método tradicional, entendido como clase magistral y práctica en el anfiteatro, comparado con métodos constructivistas donde los estudiantes trabajan con guías de estudio en grupos pequeños<sup>8</sup>, otros encuentran mejores resultados académicos y mayor satisfacción de los estudiantes cuando utilizan métodos alternativos como el aprendizaje en equipos<sup>9</sup> y la enseñanza asistida por computador<sup>10</sup>.

En este caso, la participación activa de los estudiantes en la creación y animación del cuento permitió entender la ubicación anatómica del plexo braquial, facilitó el uso de la terminología anatómica y la comprensión de la relación entre las estructuras nerviosas para formar los troncos, fascículos y nervios terminales. Las analogías utilizadas son fáciles de recordar y relacionar, puesto que pertenecen a situaciones familiares cotidianas, los dibujos fueron diseñados de tal manera que representan las estructuras nerviosas y, al mismo tiempo, la historia.

La narración de un cuento capta la atención del lector debido a su estructura, enlaza directamente con los sentimientos del oyente, crea una alta motivación y media en la comprensión de los conceptos. “Érase una vez” es una frase prototípica para abrir un relato que consigue atraer la atención del receptor, independientemente de la edad, por lo que la utilización del cuento como herramienta didáctica de aprendizaje es un acierto, además, los estudiantes demuestran interés y es posible explicar conceptos concretos<sup>11</sup>.

La creación, ilustración y animación del cuento para el aprendizaje del plexo braquial como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana permitió a los estudiantes construir, de una forma creativa y original, sus propias ideas a partir de la comprensión de un tema en particular, en este caso, el plexo braquial. Además, el proceso de creación del cuento permitió detectar limitaciones que tienen los estudiantes y mejorar aspectos cognitivos en la formación de los conceptos<sup>12</sup>. Involucrar a los estudiantes en la construcción de herramientas pedagógicas permite que estas sean usadas posteriormente para la enseñanza de diferentes temas a otros estudiantes.

En los últimos años, en diferentes áreas del conocimiento, se encuentra que los avances tecnológicos relacionados con redes, herramientas y dispositivos para la gestión de la información han permitido que los docentes consideren y exploren los posibles usos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje<sup>13</sup>. Diversas aplicaciones y recursos permiten visualizar las estructuras anatómicas de forma tridimensional, por lo que es posible diseccionar virtualmente sin temor a dañar las piezas; también se pueden utilizar diferentes programas para crear propuestas que involucren activamente a los estudiantes en la construcción del conocimiento<sup>14</sup>.

Para ilustrar la historia, uno de los estudiantes aprovechó sus habilidades básicas en diseño gráfico y la comprensión de la terminología anatómica, para crear personajes que representan las estructuras nerviosas del plexo braquial. El uso de términos coloquiales permite que el estudiante asocie algunas estructuras conocidas con la terminología científica; esto favorece la adquisición del nuevo lenguaje<sup>15</sup>, pues se comprenden las expresiones utilizadas. El ilustrador participó como un segundo narrador de la historia, complementando el texto y enriqueciéndolo a través de la imagen.

En la literatura se encuentra variedad de propuestas de enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana que buscan facilitar la comprensión de los temas que presentan mayor dificultad, especialmente las regiones con estructuras pequeñas, difíciles de visualizar y que no se pueden modelar en imágenes bidimensionales. Una opción es el uso de recursos virtuales para facilitar la enseñanza; ejemplo de esto es la elaboración de videos educativos a partir de imágenes de tomografía axial computarizada (TAC) pertenecientes a pacientes sanos, que permitan construir estructuras tridimensionales en un *software*, para visualizar las estructuras diminutas y complejas de las diferentes regiones corporales<sup>16</sup>.

Otros proyectos utilizan impresiones 3D de diferentes regiones anatómicas, diferenciando cada una de sus partes por medio de colores, lo que facilita la identificación y el entendimiento de la relación entre las estructuras que las conforman<sup>17</sup>. También, se encuentran propuestas de enseñanza que utilizan la elaboración de maquetas para lograr la alfabetización visual y la ubicación espacial, lo cual se evalúa por medio de la elaboración de dibujos de cortes transversales de regiones corporales; estos cortes son los de mayor dificultad de comprensión<sup>18</sup>.



Por su parte, la Universidad de California facilita el aprendizaje por medio del uso de metáforas, analogías y expresiones faciales, con el objetivo de ofrecer nuevas formas de pensamiento, enfocar las actividades en funciones comunes del ser humano y mejorar la comprensión de las relaciones anatómicas y fisiológicas. Los autores encuentran que este método proporciona una forma agradable de entender las interacciones entre los órganos y sistemas<sup>19</sup>.

Los libros de texto clásicos utilizan diferentes imágenes del plexo braquial, estas ilustraciones se presentan en diferentes planos anatómicos complejos para identificar y ubicar en el espacio, por lo que es necesario la utilización de una ayuda complementaria para que el lector pueda interpretar y beneficiarse de estos apoyos visuales. Es importante que los dibujos utilizados ayuden a comprender el texto, faciliten su memorización y permitan una gran variedad de funciones instructivas, mientras aportan información extralingüística<sup>20</sup>.

Algunas investigaciones realizadas con estudiantes del programa de Medicina y Cirugía indican que el método de aprendizaje utilizado, así como el tiempo y tipo de enseñanza, influye en el resultado de la evaluación. Las recomendaciones para diseñar propuestas de cursos incluyen que una evaluación promueva el aprendizaje relevante, resalte la importancia para la clínica e incluya diferentes metodologías que utilicen variedad de modelos para representar el contenido y la enseñanza en todo el plan de estudios<sup>21</sup>.

### Conclusión

La participación activa de los estudiantes en el diseño de estrategias pedagógicas permite la comprensión de la anatomía humana de una manera significativa. Esta propuesta propicia la construcción de conocimiento en el área y la convierte en una excelente actividad de enseñanza, aprendizaje y evaluación, que involucra en este caso la creatividad, la escritura, el trabajo en equipo y la comprensión a profundidad del tema para realizar la analogía. Igualmente, la construcción de herramientas pedagógicas permite a docentes y estudiantes ampliar el repertorio de instrumentos que pueden ser usados en otros programas académicos que abordan los mismos temas.

### Referencias

1. Latarjet M, Liard A. Anatomía Humana. 5ta edición. Buenos Aires: Panamericana, 2013.
2. Smith C, Tollemache N, Covill D, Johnston, M.

Take away body parts. An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat Sci Educ*. 2018; 11(1): 44-53.

3. Justi R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Ens Ciencias*. 2006; 24(2): 173-184. doi: [10.5565/rev/ensciencias.3798](https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3798)
4. Moore K. Anatomía con orientación clínica. EE. UU.: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.
5. Singh K, Bharatha A, Sa, B, Adams OP, Azim M. Teaching anatomy using an active and engaging learning strategy. *BMC Med Educ*. 2019; 19(149): 1-8. doi: <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1590-2>
6. Fleagle TR, Borcharding NC, Harris J, Hoffman DS. Application of flipped classroom pedagogy to the human gross anatomy laboratory: Student preferences and learning outcomes. *Anat Sci Educ*. 2018; 11(4): 385-396. doi: <https://doi.org/10.1002/ase.1755>
7. Ang ET, Chan JM, Gopal V, Shia NL. Gamifying anatomy education. *Clin Anat*. 2018; 31(7): 997-1005. doi: <https://doi.org/10.1002/ca.23249>
8. Vitorino R, Fornaziero CC, Vignoto, E. Evaluation of performance and perception of learning in teaching human anatomy: traditional method vs constructivist method. *Int J Morphol*. 2020; 38(1): 74-77. doi: <http://doi.org/10.4067/S0717-95022020000100074>
9. Martínez E, Tiesca R. Modified team-based learning strategy to improve human anatomy learning: A pilot study at the Universidad del Norte in Barranquilla, Colombia. *Anat Sci Educ*. 2014; 7(5): 399-405. doi: <http://doi.org/10.1002/ase.1444>
10. Elizondo RE, Morales JA, López S, León I, Ibarra P, Calvazos F. Traditional teaching supported by computer-assisted learning for macroscopic anatomy. *Anat Rec B New Anat*. 2004; 278(1): 18-22. doi: <http://doi.org/10.1002/ar.b.20019>
11. Ricapa ED, Zavala SE. Estrategias de construcción de conceptos y osos para la creación de cuentos en estudiantes de secundaria [Tesis]. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2011. 132 p.
12. Massy N, Giles E, Dantu R, Wechalekar H, Burlakoti A. Developing and evaluating virtual anatomy resources for teaching allied health disciplines. *Res. Learn. Technol*. 2019; 27. doi:<http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v27.2125>
13. Schmid M, Brianza E, Petko D. Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Comput Human Behav*. 2021; 115: 106-586. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106586>

14. Huang H. Application of Virtual Reality Technology in Human Anatomy Teaching. *Front Med Sci Res.* 2019; 1(4): 52-56. doi: <https://doi.org/10.25236/FMSR.2019.010409>
15. Sutton C. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Ens Ciencias.* 2003; 21(1): 21-25. doi: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3939>
16. Fairén G, Farres M, Moyes M, Insa E. Virtual Reality to teach anatomy. In: Bourdin JJ, Shesh A. eds. *Education Papers. European Association for Computer Graphics.* 2017. p. 51-58. doi: <http://dx.doi.org/10.2312/eged.20171026>
17. Chen S, Pan Z, Wu Y, Gu Z, Li M, Liang Z, et al. The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2017; 7(1): 1-11. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-00647-1>
18. García Fernández B, Mateos Jiménez A. Comparación entre la realización de maquetas y la visualización para mejorar la alfabetización visual en anatomía humana en futuros docentes. *Rev Eureka Ensen Divulg Cienc.* 2018; 15(3): 3605-3617. doi: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3605](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3605)
19. Williamson J, Lee C. What's behind that smile: using analogies, facial expressions, and special senses to demonstrate the interactions between body systems in anatomy and physiology lab classes. *Am Biol Teach.* 2018; 80(9): 661-667. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2018.80.9.661>
20. Perales J, Jiménez J. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Análisis de libros de texto. Investig Didact.* 2002; 20(3): 369-386.
21. Estai M, Stuart B. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat.* 2016; 208: 151-157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>