

Prácticas

Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia

*Three-dimensional scale models of nerve plexuses for the subject
«Human Anatomy» in physical therapy university studies*

J. A. Martín Gonzalo, I. Rodríguez Andonaegui¹

Resumen

Tras constatar las dificultades para el aprendizaje de los plexos nerviosos por parte de los alumnos de la asignatura Anatomía Humana I, del Grado en Fisioterapia impartido en la Escuela de Fisioterapia de la ONCE, los autores optaron por elaborar sus propios modelos, ante la falta de disponibilidad de materiales específicos de apoyo. En este trabajo se describen las distintas fases de elaboración de las maquetas, los materiales empleados y su utilización en el aula. Se han dedicado 60 horas a la fabricación de seis plexos, tres de los cuales se presentan en este artículo, y el coste de los materiales no ha superado los 200 euros. A pesar de las limitaciones que han podido observarse (idoneidad de algunos materiales, tiempo de trabajo, número de plexos confeccionados), los alumnos se han implicado más profundamente en las explicaciones, han participado más y, en definitiva, han optimizado su conocimiento de estas complejas estructuras.

Palabras clave

Educación. Educación universitaria. Grado en Fisioterapia. Anatomía humana. Plexos nerviosos. Maquetas tridimensionales.

¹ **Juan Andrés Martín Gonzalo**, profesor titular de Anatomía I, Grado en Fisioterapia. **Irene Rodríguez Andonaegui**, profesora ayudante de Anatomía I, Grado en Fisioterapia. Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE. Calle Nuria, 42; 28034 Madrid (España). Correo electrónico: jumago@once.es.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

Abstract

In light of the difficulties in understanding nerve plexuses experienced by «Human Anatomy I» students working toward a degree in physical therapy in the ONCE's Escuela de Fisioterapia (PT school) and the lack of any specific support materials, the authors formulated their own models. This article describes the various stages in the construction of the scale models, the materials used and their deployment in the classroom. A total of 60 hours were devoted to building six plexuses, three of which are described in the article. The total cost of the materials did not exceed 200 euros. While certain limitations had to be overcome (suitability of some of the materials, time available, number of plexuses constructed), the students became more deeply involved in the classroom lectures and participated more actively, optimising their understanding of these complex structures.

Key words

Education. Higher education. Degree in physical therapy. Human anatomy. Nerve plexuses. Three-dimensional scale models.

Descripción

En nuestro centro de educación a personas ciegas, la Anatomía es una asignatura esencial para el desarrollo del grado y el desempeño de la profesión de fisioterapeuta.

La anatomía humana es la ciencia que describe la estructura y relación de las distintas partes del cuerpo en el hombre (Rouviere y Delmas, 2005). Debido a que el conocimiento adquirido a lo largo de los siglos ha derivado principalmente de la mera observación (con un estudio sistematizado a través de la disección en la época moderna), la Anatomía es una disciplina que ha dependido históricamente de «aquello que se puede ver» para su entendimiento.

El reto que nos encontramos en la docencia de anatomía humana para las personas que padecen un trastorno visual es el de que puedan integrar la forma de las estructuras corporales, su posición en el espacio y las relaciones con estructuras vecinas sin el apoyo de un *input* visual a través de imágenes. Dentro del plan docente, que ha sido desarrollado durante 50 años en nuestro centro, las soluciones a estas demandas especiales han sido solventadas con el uso de huesos procedentes de restos humanos,

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

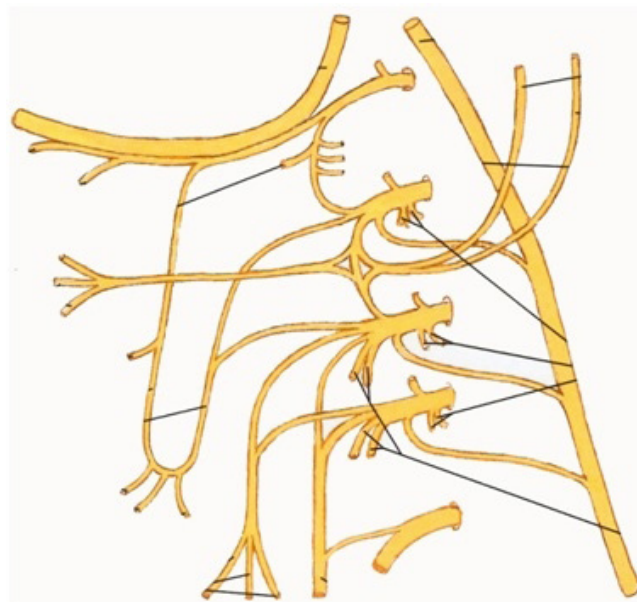
prácticas en cadáver disecado y el uso de maquetas especiales que pueden representar órganos, extremidades, articulaciones, etc. Durante las 300 horas presenciales que comprende la asignatura de Anatomía I, se desarrolla un método expositivo rico en detalles y repleto de ejemplos prácticos (en algunos casos, incluso comparaciones con objetos de la vida cotidiana) para hacer llegar al alumno los conocimientos que debe adquirir.

La comprensión de la Anatomía es un pilar básico en nuestro centro para el currículo del estudiante, el desarrollo del resto de asignaturas del grado, y el desempeño futuro de la profesión como fisioterapeuta. Es por ello que en la asignatura de Anatomía Humana se emplean una gran cantidad de recursos, tanto humanos como materiales.

El estudio de la anatomía humana para personas con discapacidad visual: cuando mil palabras no sustituyen a una imagen

¿Podría explicar el diagrama expuesto en la siguiente fotografía en 50 minutos a un grupo de personas ciegas?

Fig. 1. Esquema de un plexo cervical humano (Netter, 2007)



MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

La tarea puede parecerle complicada. Además, debe saber que la imagen solo representa dos de las tres dimensiones reales de la estructura, en este caso, de un plexo cervical. La imagen está representada en la maqueta 1 que tiene a su disposición.

Un plexo nervioso es una compleja unión de algunas raíces nerviosas (llamadas pares espinales) cuando abandonan el canal medular de la columna vertebral. Una vez emergen de esta a través de unos orificios laterales (llamados agujeros intervertebrales), los nervios sufren uniones y divisiones complejas con la finalidad de formar nervios terminales para las regiones del cuello (plexo cervical, maqueta 1), las extremidades superiores (plexo braquial, maqueta 2) y de la extremidad inferior (plexo lumbosacro, maqueta 3). Estos nervios finales se encargarán, entre otras funciones, de movilizar los músculos y de recoger la sensibilidad de la piel.

El conocimiento de esta estructura es fundamental no solo para conocer las relaciones anatómicas *per se*, sino también para conocer qué ocurre en distintas patologías. Sin ir más lejos, podría explicar por qué un problema cervical puede manifestarse con dolor en los dedos de la mano. La comprensión profunda de la anatomía de los plexos dota a los alumnos, futuros fisioterapeutas, de un juicio clínico y de entendimiento de los síntomas manifestados por el paciente, cruciales para su práctica laboral.

DetECCIÓN DEL PROBLEMA

Pese a su importancia, hemos percibido desde hace años la sensación de que nuestros alumnos no consiguen integrar la forma de los plexos nerviosos. En ocasiones, este problema no se ha reflejado directamente en malas calificaciones, ya que, en muchos casos, el alumno puede simplemente memorizar los trayectos aun sin entenderlos. Es en este punto en el que nos planteamos las posibles soluciones.

Solución 1. Aprendizaje sobre el cadáver disecado

Todas aquellas estructuras cuyo aprendizaje no queda satisfecho por la utilización de huesos y maquetas, se resuelven en las sesiones de cadáver disecado. Durante estas prácticas, el alumno puede palpar una gran cantidad de estructuras: la musculatura y sus tendones de inserción, las articulaciones, grandes vasos y nervios, entre otras.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

Sin embargo, la complejidad de los plexos es tal, que necesita un grado de percepción o de palpación demasiado preciso. Por otro lado, el plexo es una estructura pequeña que es difícil de fijar durante la disección para tener la suficiente claridad y ser comprendida mediante palpación.

Solución 2. Láminas en relieve

Existe un amplio abanico de imágenes presentes en magníficas láminas de atlas anatómicos. Esta posibilidad queda fuera de lugar en el caso de personas ciegas, que no pueden valerse del apoyo visual. Para estos casos, nos hemos valido en ocasiones de láminas en relieve diseñadas específicamente. Esta solución no demostraba ser suficiente, ya que la estructura de estudio era muy compleja y necesitaba de un modelo en tres dimensiones (altura, anchura y profundidad) para poder integrar bien las intrincadas conexiones contenidas en los plexos nerviosos y su orientación espacial.

Solución 3. Maquetas

Nos quedaba una posibilidad, el uso de maquetas específicas. A lo largo de los años, han aparecido en el mercado empresas dedicadas a la fabricación de modelos anatómicos de distintos sistemas. Estas suelen tener un alto coste y no satisfacen siempre las demandas de las personas ciegas, unas veces por la inclusión (representación) de un excesivo detalle que complica la palpación esquematizada y, en otras, por ser demasiado básicos para nuestros propósitos docentes. Tras estudiar el mercado en busca de unas maquetas pertinentes de los plexos nerviosos, nos dimos cuenta de que el problema quedaba sin resolver.

Después de desestimar todas las opciones expuestas anteriormente, nos propusimos lanzarnos a construir nuestros propios modelos.

Desarrollo

La construcción de estas maquetas se completó en tres fases: 1) fase de diseño y planificación; 2) fase de elaboración de la maqueta, y 3) inclusión de las maquetas en el aula.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

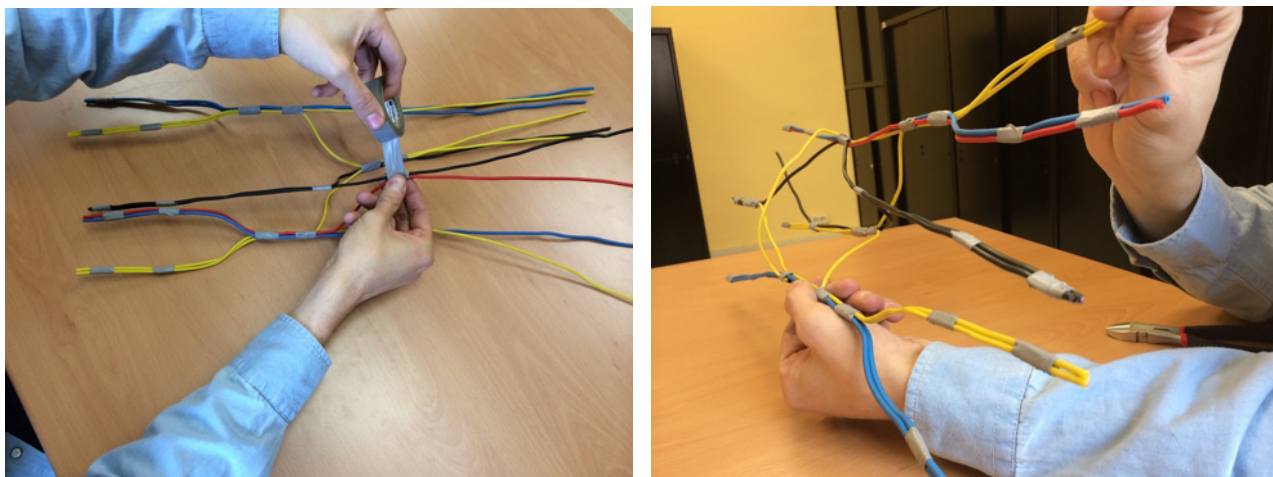
1. Fase de diseño y planificación

Para el diseño utilizamos imágenes de atlas anatómicos de uso extendido y la nomenclatura anatómica ilustrada (Dauber y Feneis, 2007) publicada por la International Society of Anatomy. Con estas guías ilustrativas, primero dibujamos un boceto esquematizado del plexo para proceder a su construcción. En una simple vista bidimensional aportada más arriba, se puede observar que se trata de una figura compleja, similar a un tendido de cables. El material escogido debía tener algunas propiedades indispensables: durabilidad, resistencia y flexibilidad, para dotar al conjunto de unas características que le permitieran soportar la manipulación, a la vez que mantuviese una superficie agradable al tacto, sin angulaciones, bordes cortantes o extremos punzantes.

2. Fase de elaboración de las maquetas

Nos decantamos por utilizar un armazón interno para construir el «esqueleto del plexo». Para ello utilizamos cable de tendido telefónico de cobre semirrígido con una cobertura de goma. Encintamos los extremos de los distintos tramos para fijar el armazón.

Fotos 1 y 2. Los cables fueron fijados entre sí con cinta aislante para realizar la base del armazón de la maqueta. En este caso, para el plexo braquial (Netter, 2007)

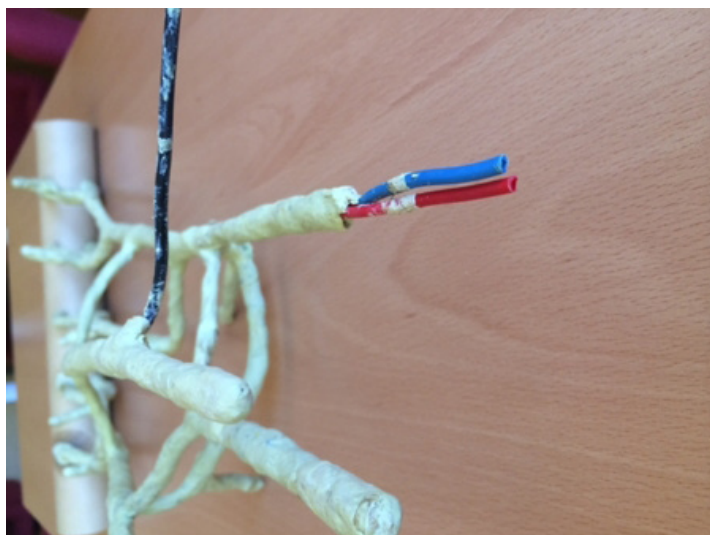


Recubrimos la estructura con resina maleable Epoxy Milliput en la casi totalidad de los plexos. Este material de dos componentes puede ser manipulado a voluntad durante unas horas. Una vez seco, deja un aspecto firme y adquiere una gran resistencia.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

En algunos casos, donde el modelo dejaba extremos libres que podían hacer peligrar el conjunto debido a un exceso de peso, usamos Pasta Fimo Aero para modelar, que es mucho más ligera, sin perder un importante grado de durabilidad.

Fotos 3 y 4. Se recubrió el armazón con masilla de modelaje para empastar toda la estructura y proporcionarle la durabilidad deseada



Se realizó un pintado con acrílicos en dos capas y un barnizado en *spray mate*. Los colores representan los diferentes nervios terminales del plexo, lo que podría ayudar a distinguirlos por parte de alumnos que conservan un resto visual.

Finalmente, la estructura se apoyó en unos soportes que permiten la extracción del modelo para su estudio, así como en una base a medida para mantenerla estable. Se utilizó un rollo de cartón grueso para representar la médula espinal.

En total, se han dedicado unas 60 horas para su fabricación, y el coste de los materiales no ha superado los 200 euros. Por motivos de espacio, presentamos tres modelos, uno de cada tipo. Se han realizado en total seis plexos, dos de cada uno de los tipos, para ser repartidos entre los alumnos.

Resultado final

Mostramos la comparación entre la lámina con la imagen anatómica (Netter, 2007) y el acabado de nuestras maquetas.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

Figura 2 y foto 5. Plexo cervical



Figura 3 y foto 6. Plexo braquial

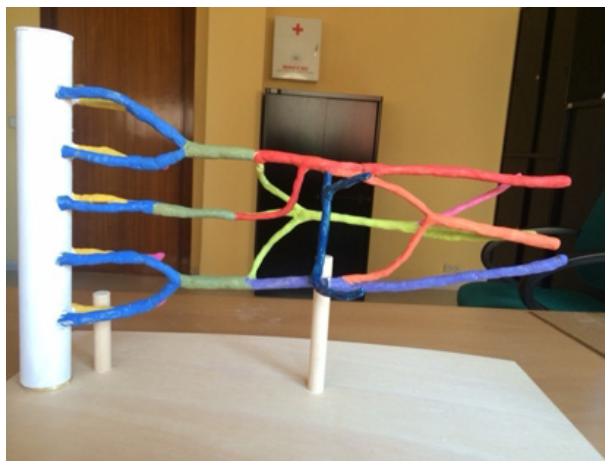
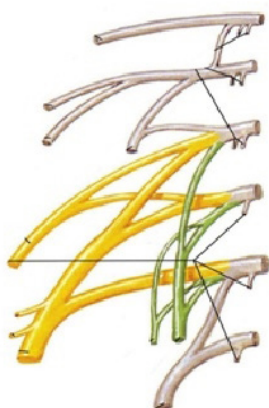


Figura 4 y foto 7. Plexo lumbar



MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

3. Inclusión en el aula



Los modelos sirvieron como apoyo en las clases teóricas referentes a la anatomía de los plexos. Los alumnos se dividieron en dos grupos, intentando que el grado de discapacidad visual en ambos fuese homogéneo. Durante el desarrollo de la lección por parte del profesor, con el apoyo de un profesor ayudante, los alumnos pudieron seguir paso a paso la explicación.

Observamos que, gracias a las maquetas, el grado de implicación de los alumnos durante las explicaciones fue mucho mayor que en años precedentes, en los que se percibía que la mayoría de alumnos perdía la atención en las explicaciones, seguramente debido a la falta de referencias, lo que dificultaba su integración. El grado de satisfacción de los alumnos consultados —una vez terminado el curso escolar, para no incurrir en sesgos— fue bueno o muy bueno. Baste decir, que han sido utilizados por los alumnos fuera de las horas lectivas y, en algunos casos, han inspirado a algunos de los alumnos a hacerse algunos modelos parecidos.

Limitaciones de las maquetas

En esta primera experiencia, nos hemos dado cuenta de algunas de las limitaciones del material presentado. No tenemos un número de plexos suficientes para resolver las demandas de grupos grandes o para poder prestarlos a los alumnos fuera de las horas lectivas. Por otra parte, confeccionar las maquetas nos ha llevado un gran número de horas (más de las previstas inicialmente) y hemos tenido que rehacer nuestros pasos en más de una ocasión por defectos del material o errores en la planificación.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.

Conclusiones

Gracias al apoyo del material adaptado presentado en esta convocatoria, los alumnos de Anatomía Humana de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE han tenido la oportunidad de implicarse en profundidad en las explicaciones referentes a los plexos nerviosos. De esta forma, hemos observado una mayor participación de los alumnos respecto a años anteriores. También hemos detectado que los alumnos han conseguido integrar mejor la forma de estas estructuras, pese a su complejidad, y que han sido capaces de seguir las explicaciones, los ha mantenido motivados y les ha servido como soporte a su estudio autónomo.

Agradecimientos

Nos gustaría dar las gracias a todas las personas implicadas en este proyecto de forma directa e indirecta: alumnos, docentes y personal de administración y servicios de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE, ya que han sido un soporte fundamental para conseguir llevar este proyecto adelante. Sin ellos, nada de esto hubiese merecido la pena.

Referencias

- DAUBER, W., y FENEIS, H. (2007). *Nomenclatura anatómica ilustrada*. Quinta edición. Barcelona: Elsevier-Masson.
- NETTER, F. H. (2007). *Atlas de Anatomía Humana*. Cuarta edición. Barcelona: Elsevier-Masson.
- ROUVIERE, H., y DELMAS, A. (2005). *Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional*. Undécima edición. Barcelona: Masson, 2005.

MARTÍN, J. A., y RODRÍGUEZ, I. (2015). Maquetas tridimensionales de plexos nerviosos para la asignatura Anatomía Humana del Grado en Fisioterapia. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 65, 101-110.