



## ORIGINAL BREVE

# Visualización de modelos digitales tridimensionales en la enseñanza de anatomía: principales recursos y una experiencia docente en neuroanatomía<sup>☆</sup>



Gonzalo Arrondo\*, Javier Bernacer y Luis Díaz Robredo

*Grupo Mente-Cerebro, Instituto Cultura y Sociedad, Universidad de Navarra. Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Navarra, Pamplona, Navarra, España*

Recibido el 22 de abril de 2016; aceptado el 29 de junio de 2016

Disponible en Internet el 20 de agosto de 2016

## PALABRAS CLAVE

Nuevas tecnologías;  
Neurociencia;  
Anatomía;  
Sistema nervioso

**Resumen** La conformación de las estructuras anatómicas es compleja en los 3 planos del espacio. Históricamente, la enseñanza de la anatomía se ha hecho a partir de representaciones bidimensionales, de modelos físicos tridimensionales o de cuerpos reales. Solo recientemente ha sido factible crear modelos anatómicos digitales tridimensionales, que pueden ser explorados en línea a través de Internet. El objetivo del presente trabajo es analizar 2 de las herramientas en línea más conocidas para la visualización anatómica (Anatomography<sup>®</sup> y BioDigital<sup>®</sup> Human), y presentar una experiencia docente de uso en el área de neurociencias. Se crearon imágenes de estructuras cerebrales animadas que se usaron en clase posteriormente, y se preguntó a los alumnos sobre su interés y utilidad. Los resultados indicaron que la utilización de este tipo de recursos es interesante por su flexibilidad, atractivo y coste.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Emerging technologies;  
Neuroscience;  
Anatomy;  
Nervous system

## Visualisation of digital 3D models in anatomical teaching: Main resources and a teaching experience in neuroanatomy

**Abstract** The conformation of anatomical structures is complex in the 3 spatial planes. Historically, anatomy teaching has been carried out using 2-dimensional representation, 3-dimensional physical models, or real bodies. Only recently has it been possible to create digital 3-dimensional anatomical models that can be explored online or downloaded. The aim of this work is to critically describe two of the best-known online tools for anatomical visualisation (Anatomography<sup>®</sup> and BioDigital<sup>®</sup> Human), and to present a teaching experience in the neuroscience domain.

<sup>☆</sup> Versión en inglés incluida como material suplementario.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [garrondo@yahoo.es](mailto:garrondo@yahoo.es) (G. Arrondo).

Animated images of brain structures were created and later used in class, and students were asked about their interest and usefulness. Results indicated that the use of this kind of resource is interesting, due to its flexibility, attractiveness and cost.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

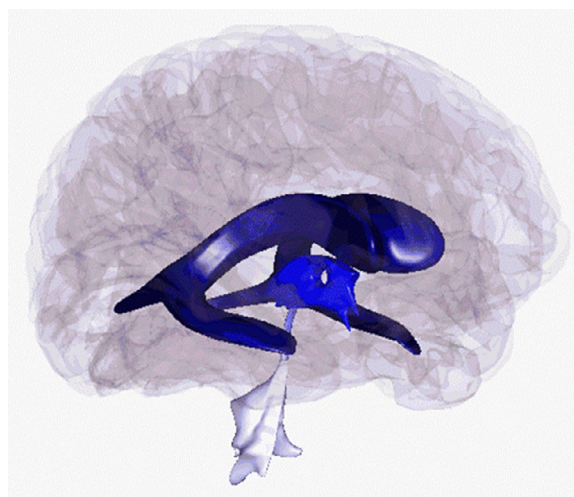
La conformación de las estructuras anatómicas del sistema nervioso es compleja en los 3 planos del espacio. Los estudiantes de medicina<sup>1</sup> y de otros grados de ciencias de la salud, como psicología, deben dominar la localización y las relaciones entre dichas estructuras al finalizar su formación. Sin embargo, se ha constatado el miedo a las neurociencias o «neurofobia» en estudiantes y médicos en activo<sup>2</sup>. Así mismo, es habitual que el neurólogo necesite transmitir conocimientos anatómicos a pacientes o en charlas de divulgación.

Históricamente, la enseñanza de la anatomía del sistema nervioso se ha hecho a partir de representaciones bidimensionales, de modelos físicos tridimensionales o cuerpos reales. La visualización de las relaciones espaciales entre estructuras a partir de imágenes planas es difícil y requiere de un alto grado de representación mental. Las otras 2 estrategias de enseñanza están asociadas a un alto coste económico y organizativo, por lo que la combinación de los diferentes métodos es habitual. Aunque en España existen ejemplos tempranos de utilización de las tecnologías de la información para una mejor enseñanza médica<sup>3</sup>, solo recientemente ha sido factible crear modelos anatómicos digitales tridimensionales que pueden ser explorados en línea a través de Internet o descargados a otros soportes. Entre las ventajas de esta aproximación se encuentran el precio, pero también la interactividad y la flexibilidad para adaptarse a diferentes ritmos de aprendizaje o contextos. Un metaanálisis reciente de 36 estudios que utilizaban este nuevo tipo de enseñanza de la anatomía mostró que las tecnologías de visualización en 3 dimensiones (3D) llevaban a un mejor aprendizaje de los contenidos teóricos, de las relaciones espaciales y también a una mayor satisfacción de los estudiantes<sup>4</sup>. El objetivo del presente trabajo es analizar 2 de las herramientas en línea mejores y más conocidas para la visualización anatómica, y presentar una experiencia de uso en el área de neurociencias en una universidad española.

## Material y métodos

Un trabajo reciente que comparaba 7 herramientas en línea para la visualización anatómica 3D otorgaba las 2 mejores puntuaciones a los programas BioDigital® Human ([www.biodigital.com](http://www.biodigital.com)) y Anatomography® ([www.http://lifesciencedb.jp/bp3d/](http://www.http://lifesciencedb.jp/bp3d/))<sup>5</sup>. En el contexto de la preparación de una asignatura de fundamentos biológicos de la conducta para el grado de psicología se decidió la creación de modelos tridimensionales de estructuras cerebrales.

En 2015 se revisaron y compararon las características de Anatomography® y BioDigital®, y se consideró que la



**Figura 1** Imagen del sistema ventricular creada por los autores con Anatomography®, para la docencia de alumnos de psicología. Las imágenes se mostraban en color y animadas (rotando sobre su eje), y había imágenes de complejidad creciente.

Fuente: Gonzalo Arrondo (Universidad de Navarra, 2015) utilizando el programa Anatomography® BodyParts3D, ©The Database Center for Life Science licensed under CC Attribution-Share Alike 2.1 Japón.

licencia libre del primero añadía valor a su utilización en clase, en la medida que la funcionalidad de ambos era similar las necesidades docentes. Se crearon un conjunto de animaciones de las estructuras subcorticales cerebrales para una sesión práctica de neuroanatomía, que complementaba las clases teóricas y precedía a una sesión con material humano *post mortem*. Las imágenes se crearon con Anatomography®, y tenían complejidad creciente. Presentamos un ejemplo fijo aquí (fig. 1) y el resto de animaciones, de uso libre, en material suplementario. Al finalizar la asignatura, en un cuestionario general de evaluación de la misma se incluyeron 2 preguntas sobre el interés y grado en que estas imágenes facilitaban el aprendizaje con respuesta tipo Likert de 5 puntos.

## Resultados

La funcionalidad básica de ambos programas consiste en seleccionar estructuras anatómicas de diferentes niveles de complejidad que, posteriormente, el programa integra en un modelo único. Por ejemplo, podría escogerse mostrar los ganglios basales, o el putamen y el caudado. Una vez se ha creado el modelo tridimensional, el usuario puede «navegar» virtualmente a su alrededor, seleccionando el punto de vista

que prefiere. Sin embargo, los 2 programas difieren en la facilidad de uso, la licencia comercial, la posibilidad de interactuar con los datos o la calidad gráfica.

BioDigital Human<sup>®</sup> es un servicio comercial, lanzado al mercado en el 2011, que llama la atención por la sencillez de su manejo, sus cuidados detalles anatómicos y la fluidez de sus animaciones<sup>6</sup>. Así mismo, cuenta con un espacio de comunidad virtual que permite a los usuarios compartir sus visualizaciones. Entre los usos de BioDigital<sup>®</sup> se encuentra la capacitación de estudiantes peruanos de cirugía plástica en el tratamiento de la fisura labial<sup>7</sup>. Sus limitaciones más importantes se relacionan con su licencia y modelo de negocio. La visualización básica es gratuita; sin embargo, los usos más avanzados, como la descarga de las imágenes o la creación de animaciones complejas, son solo para las licencias de pago.

Anatomography<sup>®</sup> se creó en el 2009 y está gestionado por una organización japonesa sin ánimo de lucro<sup>8</sup>. La navegabilidad de su interfaz es algo más compleja que la de BioDigital<sup>®</sup>, pero también lo es la flexibilidad de los modelos obtenidos. Una de sus principales ventajas es su licencia Creative Commons, que permite cualquier uso de las imágenes o los modelos 3D subyacentes. Por ejemplo, uno de sus modelos de pierna se combinó recientemente con técnicas de impresión 3D para crear un modelo educativo de bajo coste del flujo sanguíneo<sup>9</sup>. Las imágenes finales se crean a partir de direcciones *web* que contienen toda la información de dicha imagen, lo que permite guardar el trabajo realizado. Además, se pueden descargar como animaciones en las que la cámara se desplaza alrededor de la estructura, o como imágenes fijas.

En cuanto a nuestra experiencia docente, al final de la asignatura los alumnos consideraron que estas imágenes tenían gran interés y facilitaban el aprendizaje (media: 4,21 y desviación estándar [DE]: 0,8; y media: 4,42; DE: 0,8, respectivamente).

## Discusión

Consideramos que las herramientas aquí mostradas pueden ser un recurso útil para aquellos neurólogos que quieran transmitir de manera eficaz a pacientes, alumnos o público en general, la localización anatómica de las distintas estructuras del sistema nervioso.

Los 2 programas revisados son los mejor valorados actualmente, pero tienen características muy diferentes en cuanto a su facilidad de uso, flexibilidad o licencia. El docente deberá seleccionar cuidadosamente cual prefiere atendiendo a los diferentes puntos fuertes y débiles de cada uno.

Los resultados de la experiencia docente, en línea con la literatura previa, indican que la utilización de tecnología de visualización tridimensional es un recurso muy útil para la enseñanza de las estructuras anatómicas del sistema nervioso. En un futuro, se pretende la creación de ejercicios interactivos en los que se aproveche el fácil manejo de los programas, la utilización de marcas para realización de ejercicios de evaluación, y la integración de este tipo de imágenes en un programa virtual de autoaprendizaje.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Anexo A. Material suplementario

Se puede consultar material suplementario a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.edumed.2016.06.022](https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.022).

## Bibliografía

1. Bermejo-Pareja F, Hernández-Gallego J. Qué conocimientos neurológicos debería adquirir un estudiante de Medicina? Revisión. *Rev Neurol*. 2007;44:360-5.
2. García-Ron A, Illán-Ramos M, García-Ron G, Vieco-García A, Huete-Hernani B, Moreno-Vinues B. Valoración de la «neurofobia» o «analfabetismo neurológico» como causa del aumento asistencial en neurología infantil. *Rev Neurol*. 2016;62:191-2.
3. Sobrino A, Sola JJ, Pardo-Mindán FJ. Implantación de un sistema de enseñanza asistida por ordenador de anatomía patológica. Resultados preliminares. *Med Clin (Barc)*. 1994;102:489-91.
4. Yammine K, Violato C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anat Sci Educ*. 2015;8:525-38.
5. Ramos da Mata TH. Acesso a conteúdos de repositórios biomédicos digitais através de uma Interface com boneco anatómico web 3D. *Brasília: Universidade de Brasília*; 2013.
6. Qualter J, Sculli F, Olikier A, Napier Z, Lee S, García J, et al. The biodigital human: A web-based 3D platform for medical visualization and education. *Stud Health Technol Inform*. 2012;173:359-61.
7. Rossell-Perry P, Gavino-Gutiérrez AM. Evaluación de la aplicación de una nueva metodología para la enseñanza aprendizaje del tratamiento quirúrgico. *Acta Med Per*. 2013;30:107-15.
8. Mitsuhashi N, Fujieda K, Tamura T, Kawamoto S, Takagi T, Okubo K. BodyParts3D: 3D structure database for anatomical concepts. *Nucleic Acids Res*. 2009;37 Suppl. 1:S782-5.
9. O'Reilly MK, Reese S, Herlihy T, Geoghegan T, Cantwell CP, Feeney RNM, et al. Fabrication and assessment of 3D printed anatomical models of the lower limb for anatomical teaching and femoral vessel access training in medicine. *Anat Sci Educ*. 2016;9:71-9.