

Actualización en los sistemas de valoración anatómo-radiológica del aparato visual, mediante diferentes técnicas de imagen e impresión 3D

PLAN DE INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE DOCTORADO EN FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD
DEL CONOCIMIENTO
ESCUELA DE DOCTORADO DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

BEATRIZ FRAMIÑÁN APARICIO

DIRECTORES
JUAN ANTONIO JUANES MÉNDEZ
ANDRÉS FRAMIÑÁN DE MIGUEL

01/05/2019

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DEL ESTUDIO

En los últimos años hemos observado globalmente un cambio en la metodología educativa para la enseñanza de diferentes asignaturas a lo largo de toda la formación médica. En el ámbito de la Anatomía Humana se han producido numerosos avances desde el punto de vista teórico-práctico. Dado el desarrollo acelerado del conocimiento y la tecnología, se van introduciendo nuevas técnicas para el aprendizaje de este tema (Guze, 2015). Al igual que la tecnología progresa en todos los aspectos de la sociedad también lo hace en este territorio de forma paralela (Juanes, 2016).

Conocemos la amplia transformación que ha sufrido el estudio del cuerpo humano; desde la disección anatómica hasta el postproceso de imágenes radiológicas para la creación de modelos anatómicos 3D (Chepelev et al., 2018). Dado que en el momento actual prácticamente cualquier estudiante tiene acceso a un smartphone, tablet u ordenador, debemos integrar esta accesibilidad al contenido que estos aparatos nos ofrecen en comparación con otros métodos de estudio (Mosa, Yoo y Sheets, 2012), (Masic y Begic, 2015). Todo ello contribuye a que se elaboren productos que se incorporan al ámbito docente y académico de una manera muy habitual.

Estas innovadoras técnicas permiten la representación anatómica 3D utilizando diferentes sistemas de diagnóstico por imagen acoplados a distintos softwares capaces de reconstruir cualquier sección radiológica: axial, coronal o sagital. (Valeri et al., 2015). Comprender la relación entre distintas estructuras anatómicas y ampliar imágenes son algunas de las ventajas que ofrecen estos sistemas tecnológicos frente a los clásicos métodos de estudio como los atlas de anatomía humana (Rengier, DollHendrik von Tengg-Kobligk, Kauczor y Giesel, 2009). Además, los modelos anatómicos tridimensionales permiten una mejor percepción espacial y la posibilidad del manejo y manipulación de los mismos. Si bien no se reemplaza la enseñanza clásica de la anatomía, es necesario adaptarla a las nuevas tecnologías ya que enriquecen el aprendizaje. Aunque la práctica clínica y el contacto con el paciente son imprescindibles, ya nadie pone en duda el valor de la simulación y virtualización de la enseñanza (Caparó y Paredes, 2015).

Es por todo esto que, dentro de la medicina, la reconstrucción de estructuras corporales en tres dimensiones permitirá no solo un conocimiento y comprensión de su morfología íntegros, sino un amplio estudio diagnóstico y su posible aplicación práctica en el tratamiento quirúrgico, evitando así riesgos potenciales para los pacientes (Fitzhugh, Naveed, Davagnanam y Messiha, 2015), (Ganguli et al., 2018), (Ballard et al., 2018), (Michalski y Ross, 2014), (Christensen y Rybicki, 2017), (Mishra, 2016).

Todas estas observaciones argumentan el título de nuestra tesis doctoral: “Actualización en los sistemas de valoración anatomo-radiológica del aparato visual, mediante diferentes técnicas de imagen e impresión 3D”.

Resulta de gran interés dada la escasez de trabajos realizados empleando este tipo de softwares en el ámbito de la órbita y vía visual, estructuras anatómicas complejas que se pueden beneficiar considerablemente de estos métodos. (Wilkinson, 2018), (Pryor y Zacharia, 2018), (Swienton y Thomas, 2014).

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR

Gracias al desarrollo de estas nuevas técnicas como la reconstrucción 3D, la descripción de la anatomía de la órbita y de la vía visual es más precisa y completa que en el pasado. Con este trabajo se pretende realizar una herramienta docente para la visualización y el análisis tridimensional de las estructuras de la órbita. (Craig, McGee, Mahoney y Roth, 2018)

Es por ello por lo que los objetivos de nuestro trabajo son los siguientes:

- Crear modelos anatómicos tridimensionales que faciliten el estudio de las estructuras de la órbita y vía visual tanto para alumnos como para facultativos médicos. Esto es posible mediante la elaboración de una herramienta práctica que produzca un acercamiento al estudio de la órbita de forma dinámica.
- Representar tridimensionalmente los componentes de esta a partir de imágenes bidimensionales obtenidas mediante diferentes métodos de diagnóstico por imagen (principalmente TC y RM) dado su interés por la complejidad de su estructura. También empleando imágenes de disección de cadáveres para elaborar una precisa relación anatomo-radiológica.
- Demostrar la importancia de la integración de las nuevas tecnologías y las ventajas que ofrecen en el ámbito didáctico incluyendo la formación médica.
- Actualizar los métodos docentes en el ámbito de la Anatomía Humana.
- Establecer una mejor correlación anatomo-radiológica y clínica que permita la realización de un diagnóstico diferencial más amplio, con su posible aplicación para la planificación de cirugías técnicamente complejas. Todo esto permite la posibilidad de practicar procedimientos quirúrgicos sobre modelos anatómicos antes que en los propios pacientes.
- Aplicar estos modelos en diferentes áreas de la medicina dada la confluencia de especialidades médicas en el territorio de la de la vía visual y de la órbita: oftalmología, otorrinolaringología, neurocirugía, neurología, cirugía maxilofacial.
- Valorar la posibilidad de otras técnicas novedosas u otros protocolos, como la impresión 3D, basándonos en los modelos anatómicos tridimensionales empleando imágenes radiológicas. Esto es posible mediante la segmentación manual de las imágenes y la creación de una malla de triángulos que se exportan a un formato STL (Stereo lithography) para que puedan ser editados y con posterioridad leídos por una impresora 3D. (Juanes, Blaya y Ugidos, 2017)
- Analizar las diferentes capacidades que presentan varios softwares (Osirix, Amira, 3D slicer) comparándolos entre sí. (Muradas, Juanes y Framiñán, 2018)

METODOLOGÍA

En primer lugar, procederemos al estudio de las diferentes pruebas de diagnóstico por imagen que vamos a emplear (tomografía computarizada y resonancia magnética) en libros relacionados con este contenido. Continuaremos con una profunda búsqueda bibliográfica acerca de esta materia, de la aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza y del empleo de reconstrucciones tridimensionales en el estudio de la medicina y en la práctica clínica.

Manejaremos la base de datos del Servicio de Radiodiagnóstico del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca de las pruebas mencionadas (TC y RM de la vía visual y órbita) y del centro Affidea para la descripción morfológica de la misma. A cada uno de los pacientes que incluiremos en el estudio se les proporcionará el consentimiento informado, explicando el procedimiento, el cual deberá ser correctamente rellenado y firmado.

Todo el proyecto se realiza de acuerdo con el código ético: www.bera.ac.uk/researchers-resources/resources-for-researchers.

El proceso de elaboración de modelos anatómicos tridimensionales conlleva varios pasos consecutivos que incluyen: adquisición de imágenes radiológicas en los tres planos del espacio (coronal, axial y sagital) mediante TC principalmente, aunque también con RM, y también utilizando microdisecciones anatómicas cerebrales procedentes de autopsias de cadáveres sin patología previa (Juanes, Prats, Lagandara y Riesgo, 2003). Opcionalmente se procederá a la fusión de distintas modalidades de imagen, ya que puede maximizar las ventajas de las diferentes técnicas de imagen. Después continuaremos con el estudio y observación de estas tanto en la estación de trabajo del hospital como en diferentes softwares realizando un análisis comparativo entre ellos. Posteriormente se realizará la segmentación de las imágenes y la elaboración de modelos anatómicos tridimensionales con la adaptación de las imágenes para las impresoras 3D.

Con todo esto pretendemos crear una herramienta para adecuar la enseñanza de la anatomía a las tendencias educativas actuales. De esta manera nuestro objetivo consiste en complementar el estudio práctico de la anatomía con elementos didácticos de apoyo como los modelos anatómicos 3D. Valoraremos la opinión de alumnos de titulaciones de ciencias de la salud donde se imparte la asignatura de Anatomía Humana mediante una encuesta de satisfacción para evaluar su opinión. Así, nuestro objetivo es analizar si el estudio práctico de anatomía con estos recursos tecnológicos de reciente incorporación constituye un elemento motivador en el aprendizaje, así como su opinión sobre la eficacia de estos métodos.

La evaluación de nuestros desarrollos tecnológicos de innovación docente se planteará desde una doble perspectiva: una evaluación formativa y otra sumativa.

Los criterios que aplicaremos para la evaluación sumativa o de resultados serán tanto la calidad del entorno tecnológico desde una dimensión técnica (simplicidad, coherencia), pedagógica (motivación, adaptación a contenidos) y funcional (nivel de eficacia para el logro de los objetivos planteados, la relevancia de los aprendizajes, relación con el coste de herramientas) como la calidad de los aprendizajes logrados. Los indicadores y sus medidas objetivas para cada uno de los criterios serán los siguientes:

a) Escala de valoración tipo Likert de expertos en integración de recursos tecnológicos en la docencia universitaria.

b) Resultados de la aplicación de una prueba tipo test a estudiantes de ciencias de la salud sobre conocimientos adquiridos a través del uso de las herramientas tecnológicas a desarrollar (se comprobarán sus resultados frente al misma prueba aplicado a un grupo de estudiantes que no ha accedido a estas herramientas, sino que ha utilizado materiales didácticos tradicionales).

Desde un planteamiento de evaluación formativa, es decir, con el objetivo de mejorar aquellos aspectos de los entornos tecnológico de ambientes inmersivos que se detecten más débiles, aplicaremos unos criterios y unos indicadores para poder contrastar y tomar las decisiones oportunas.

Los indicadores y su medida objetiva serían encuestas de satisfacción sobre la calidad del entorno, detectando puntos fuertes, débiles y sugerencias de mejora, por parte del profesorado involucrado en la experiencia innovadora y por parte de los estudiantes.

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES

Para llevar a cabo el proceso de investigación se utilizarán los siguientes materiales, disponibles en diferentes centros universitarios y hospitalarios.

- Cortes anatómicos de cadáveres del Proyecto Visible Human, con licencia de utilización docente por el Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca.

- RM 1'5 Teslas GE en el Servicio de Radiodiagnóstico del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca.

- RM PHILIPS INTERA 1,5 Teslas Affidea.

- TC Helicoidal 128 coronas TOSHIBA Affidea.

- TC Helicoidal 128 coronas GE.

- Softwares:

- OsiriX Lite v8.0.2 versión gratis.
- 3D Slicer v4.6.2.
- Amira.
- Software impresión 3D ITK-SNAP.
- CURA (casa ultimaker).
- Geomagic Design X.

-Materiales de impresión 3D:

- Impresora COLIDO modelo X3045.
- PLA (ácido poli-láctico).

- Estación de trabajo: General Electric release 3.2 y VITREA.

Este trabajo se desarrolla en el programa de Doctorado: Formación en la Sociedad del Conocimiento (García-Peñalvo, 2014, 2018; García-Peñalvo et al., 2017, 2018), siendo su portal, accesible desde <http://knowledgesociety.usal.es>, la principal herramienta de comunicación y visibilidad de los avances (García-Holgado et al., 2015). En él se irán incorporando todas las publicaciones, estancias y asistencias a congresos durante el transcurso del trabajo.

PLANIFICACIÓN TEMPORAL AJUSTADA A 3 AÑOS

PROCESOS	03/2019	06/2019	12/2019	06/2020	12/2020	06/2021	12/2021
·Planificación.							
·Búsqueda bibliográfica.							
·Adquisición de imágenes radiológicas y de disección de cadáveres.							
·Estudio, procesamiento y fusión de las mismas.							
·Empleo de softwares y elaboración de modelos anatómicos 3D.							
·Segmentación de imágenes y adaptación para la impresión 3D.							
·Análisis comparativo. · Valoración del desarrollo tecnológico por estudiantes y médicos residentes. ·Encuestas de satisfacción.							
·Estudio estadístico de los resultados.							
·Actualización bibliográfica. ·Redacción del trabajo.							

REFERENCIAS

- Ballard D. H., Trace A. P., Ali S., Hodgdon T., Zygmunt M. E., Carolyn M. DeBenedictis C. M., ...Lenchik L. (2018). Clinical Applications of 3D Printing. *Academic Radiology*, volume 25, issue number 1, pp: 52-56.
- Caparó F. and Paredes N. (2015). Use of Technology in Medical Training. *Horizonte Médico*, volume 15, issue number 2.
- Chepelev L., Wake N., Ryan J., Althobaity W., Gupta A., Arribas E., ...Sheik A. (2018). 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios. Radiological Society of North America. *3D Printing in Medicine*, volume 4, issue number 11.
- Christensen A. and Rybicki F. J. (2017). Maintaining safety and efficacy for 3D printing in medicine. *3D Printing in Medicine*, volume 3, issue number 1, pp: 1-10.
- Craig F., McGee J. B., Mahoney J. F. and Roth C. G. (2014). The Virtual Pathology Instructor: a medical student teaching tool developed using patient simulator software. *Human Pathology*, volume 45, issue number 10, pp: 1985-1994.
- Fitzhugh A., Naveed H., Davagnanam I. and Messiha A. (2016). Proposed three-dimensional model of the orbit and relevance to orbital fracture repair. *Surgical Radiologic Anatomy*, volume 38, pp: 557-561.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Rodríguez-Conde, M. J. (2015). Definition of a technological ecosystem for scientific knowledge management in a PhD Programme. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 695-700). New York, NY, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J. (2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.
- García-Peñalvo, F. J. (2018). Edición 2018-2019 del Kick-off del Programa de Doctorado "Formación en la Sociedad del Conocimiento". Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (23 de octubre de 2018), Salamanca, España. <https://goo.gl/TBaxYD>
- García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., & Ramírez-Montoya, M. S. (2018). The PhD Corner: TEEM 2018 Doctoral Consortium. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *TEEM'18 Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Salamanca, Spain, October 24th-26th, 2018)* (pp. 979-983). New York, NY, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., Ramírez-Montoya, M. S., & García-Holgado, A. (2017). TEEM 2017 Doctoral Consortium Track. In J. M. Doderó, M. S. Ibarra Sáiz, & I. Ruiz Rube (Eds.), *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* (Article 93). New York, NY, USA: ACM.
- Ganguli A., Pagan-Díaz G.J., Grant L., Cvetkovic C., Bramlet M., Vozenilek J., ...Bashir R. (2018). 3D printing for preoperative planning and surgical training: a review. *Biomedical Microdevices*, volume 20, issue number 65.
- Guze A. (2015). Using Technology to Meet the Challenges of Medical Education. *Transaction of the American Clinical Climatological Association*, volumen 126, pp: 260-270.

- Juanes J. A., Blaya F. y Ugidos M. T. (2017). Contribution of industrial engineering in the development of bone materials for medical training. *Técnica Industrial*, volume 316, pp: 36-40.
- Juanes J. A., Prats A., Lagandara M., and Riesgo J. M. (2003). Application of the “Visible Human Project” in the field of anatomy: A review. *European Journal of Anatomy*, volume 7, issue number 3, pp: 147–159.
- Juanes J.A. (2016). Current status of new technologies in the teaching of experimental sciences and medicine in particular. *Educational Medicine*, volume 17, issue number 1, pp: 1-2.
- Masic I. and Begic E. (2015). Information Technology – a Tool for Development of the Teaching Process at the Faculty of Medicine, University of Sarajevo. *Acta Informatica Medica*, volume 23, issue number 12, pp: 108–112.
- Michalski H. and Ross J. (2014). 3D Printing in Medicine. *Journal of the American Medical Association*, volume 312, issue number 21, pp: 2213-2214.
- Mishra S. (2016). Application of 3D printing in medicine. *Indian Heart Journal*, volume 68, issue number 1, pp: 108-109.
- Mosa A. S. M., Yoo I. and Sheets L. (2012). A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, volume 12, issue number 67, doi: 10.1186/1472-6947-12-67
- Muradas K., Juanes J. A. y Framiñán A. (2018). Advantages and Disadvantages in Image Processing with Free Software in Radiology. *Journal of Medical Systems*, volume 42, pp: 36.
- Pryor W. and Zacharia T. (2018). Imaging of the human orbit. *Operative Techniques in Otolaryngology*, volume 29.
- Rengier F., DollHendrik von Tengg-Kobligk S., Kauczor J. and Giesel F.L. (2009). Integrated teaching of anatomy and radiology using three-dimensional image post-processing. *European Journal of Radiology*, volume 19, pp: 2870.
- Swienton D. J. and Thomas A. G., (Elsevier), (2014). The Visual Pathway—Functional Anatomy and Pathology. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI*, volume 35, pp: 487-503.
- Valeri G., Mazza FA., Maggi S., Aramini D., La Riccia L., Mazzoni G. and Giovagnoni A., (2015). Open source software in a practical approach for post processing of radiologic images. *Radiology Medical*, volume 120, issue number 3, pp: 309-23.
- Wilkinson, (2018). Anatomy of the human orbit. *Michael Operative Techniques in Otolaryngology*, volume 29.