

Entornos tecnológicos de visión anatómo- radiológica en 3D para el estudio de estructuras pélvicas

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

AUTOR: Lourdes Asensio Romero.

DIRECTOR: Juan Antonio Juanes Méndez y Manuel Asensio Gómez.

FECHA: 15/05/2018

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DEL ESTUDIO (MAX 50 LÍNEAS):

INTRODUCTION AND JUSTIFICATION OF THE TOPIC OF STUDY (50 LINE MAXIMUM):

El modo de observar, interpretar, enseñar, aprender Anatomía, saber buscar la forma de interpretarla, hacerla más aplicativa, que sirva para resolver problemas, que ayude al diagnóstico y tratamiento de enfermedades, ha sido una constante desde que empezó a enseñarse Anatomía Humana. Desde la antigüedad hasta ahora, se ha ido modificando la forma y el modo de interpretar las diferentes estructuras del cuerpo humano [1, 2]. Así, en los últimos años se han desarrollado importantes avances tecnológicos en el postproceso de la imagen médica radiológica. Estas innovadoras técnicas permiten la representación de imágenes anatómicas tridimensionales a partir de las imágenes procedentes de diferentes técnicas de diagnóstico por la imagen [3]. La visión tridimensional se ha convertido en una herramienta crucial para el aprendizaje y entendimiento de muchas estructuras anatómicas complejas, permitiendo así introducir novedosas técnicas para la enseñanza y el aprendizaje de modelos anatómicos [4]. Dentro de la medicina, la reconstrucción de estructuras corporales en tres dimensiones, permitirá no solo un mejor conocimiento y comprensión de su morfología, sino un mejor acercamiento a datos diagnósticos de patologías, y su posible tratamiento quirúrgico posterior, evitando así posibles riesgos para los pacientes [5-9].

Por otra parte, la utilización de recursos tecnológicos de representación tridimensional de las imágenes médicas mejora la percepción espacial y el entendimiento anatómico permitiendo elaborar además contenidos docentes de visión especial, correlacionados con imágenes clínicas de técnicas como la resonancia magnética [10, 11].

La generación de este tipo de recursos digitales, de visión 3D, independiente de plataformas de software o hardware, que permite al usuario manipular los modelos anatómicos a voluntad, supera la visión de los clásicos atlas anatómicos que se manejan de forma tradicional [12-15].

Diversos estudios han demostrado que estos modelos tridimensionales ofrecen una mejor calidad de visualización, mejoran la comprensión de la anatomía y facilitan el proceso de aprendizaje, optimizando así el tiempo de manera que se visualizan los detalles anatómicos de manera “directa” [16, 17].

Todas estas consideraciones justifican el trabajo de Tesis Doctoral planteado, bajo el título: “Entornos tecnológicos de visión anatomo-radiológica 3D para el estudio de estructuras pélvicas”, ya que son escasos los trabajos que analizan con detalle la anatomía radiológica de la pelvis femenina mediante aplicaciones abiertas para la representación de escenas virtuales en plataformas Windows de bajo coste.

HIPOTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR (MAX 50 LINEAS):

WORKING HYPOTHESIS AND PRINCIPAL OBJECTIVES SOUGHT (50 LINE MAXIMUM):

Con el trabajo a desarrollar se pretende generar una herramienta formativa para la visualización y el análisis 3D de las estructuras anatómicas de la pelvis femenina, con secciones simultáneas de cadáver y de resonancia magnética, en los tres planos del espacio.

Los objetivos que nos hemos marcado con este procedimiento informático se basan en las siguientes consideraciones:

1. Desarrollar capacidades y destrezas a través de la utilización de los sistemas informatizados de simulación gráfica y visualización espacial.
2. Generar una herramienta de trabajo práctica para la docencia y para la planificación y tratamiento de posibles patologías de las estructuras pelvianas.
3. Aumentar la motivación de profesionales urólogos y ginecólogos, residentes hospitalarios, estudiantes de medicina, etc., proporcionándoles aprendizaje y destreza en el conocimiento de las estructuras que conforman la pelvis femenina.
4. Proporcionar conocimientos sobre la estructura del aparato genital femenino, centrándonos en las relaciones topográficas entre los diferentes elementos viscerales que configuran la pelvis femenina, mediante la visualización en diferentes posiciones espaciales y en 3D, embebidas en imágenes seccionales.

Esta herramienta podría tener un amplio campo de aplicación; tanto en los estudios pregrado para comprender de una manera más gráfica la anatomía de esta parte del organismo, como para estudios de postgrado, creando modelos de entrenamiento seguros, sin necesidad de "practicar" en pacientes. Puede resultar útil tanto para especialidades médicas: anatomistas, radiólogos, ginecólogos, anestesistas... etc, y especialidades quirúrgicas y aquellas en las que se precise el entendimiento de estas regiones anatómicas complejas.

Mediante estos desarrollos tecnológicos que generaremos, se permitirá interactuar con los modelos tridimensionales de forma dinámica y visualizarlos en cualquier posición espacial, aplicando movimientos de rotación, zoom, translación, etc... pudiendo aplicar, además, transparencias de los distintos modelos 3D para valorar sus relaciones de vecindad con mayor facilidad.

Para el desarrollo de nuestra aplicación informática, utilizaremos tecnología informática, de última generación, empleando para su elaboración, software de creación propia, así como estándares del mercado, con el fin de que el desarrollo informático se presente en un soporte compatible con la mayoría de los equipos informáticos y con las diferentes versiones del sistema operativo Windows, que disponen la mayor parte de los alumnos y de los centros universitarios españoles.

METODOLOGÍA A UTILIZAR (APORTAR CONFORMIDAD INFORMES, PROTOCOLOS, GARANTIZANDO BIOÉTICA/BIOSEGURIDAD) (MAX 50 LINEAS):

METHODOLOGY TO BE USED (PROVIDE CONSENT FORMS/REPORTS/PROTOCOLS GUARANTEEING BIOETHICS/BIOSECURITY IF REQUIRED BY THE TYPE OF EXPERIMENTATION) (50 LINE MAXIMUM):

El procedimiento informático que pretendemos llevar a cabo pretende que los usuarios experimenten con medios que se adapten a la realidad tecnológica actual en las áreas de las ciencias médicas, por lo que al diseñar procedimientos virtuales para la formación docente y experiencia práctica de la anatomía del organismo humano, ayudará a simular situaciones que se presenten en distintos pacientes mediante procedimientos tecnológicos.

La metodología que seguiremos en el trabajo Tesis Doctoral se relacionará con dos tipos de procedimientos:

A.- Obtención del material gráfico y documental

B.- Implementación de la pelvis virtual femenina en un sistema de visualización de imágenes en tridimensionales en un visor de Direct x, bajo la denominación ViX

Las imágenes seccionales procederán de diferentes fuentes: Proyecto "Visible Human" de la Biblioteca Médica nacional de Estados Unidos; secciones seriadas de resonancia magnética; e imágenes de ecografía endovaginal. En cuanto al material documental, se ha procedido a elaborar breves descripciones relacionadas con las estructuras anatómicas modelizadas.

Las estructuras anatómicas de la pelvis virtual femenina se implementarán en un visor de DirectX, es decir, una aplicación de visualización, para entornos Windows, programada en Visual C, que incluye controles ActiveX. Está diseñado para optimizar las capacidades de aceleración gráfica que soportan las tarjetas actuales.

Todo el procedimiento informático finalmente será empaquetado para su montaje e instalación en ordenadores con sistemas operativos Windows.

Para la evaluación de nuestros desarrollos tecnológicos de innovación docente se planeará desde una doble perspectiva: una evaluación formativa y otra sumativa.

Desde un planteamiento de **evaluación sumativa**, valoraremos de la eficacia de los procedimientos tecnológicos desarrollados y aplicaremos unos criterios e indicadores para poder contrastar y tomar las decisiones oportunas.

Los criterios que aplicaremos para la evaluación sumativa o de resultados, serán los siguientes:

a) Calidad del entorno tecnológico desde una dimensión: técnica (simplicidad, coherencia, claridad, adaptabilidad), pedagógica (motivación, adaptación a contenidos, a necesidades individuales, etc.) y funcional (nivel de eficacia para el logro de los objetivos planteados, la relevancia de los aprendizajes que posibilita, la aportación metodológica que supone la aplicación para la adquisición de los aprendizajes y la relación entre el coste económico que supone su uso y su nivel de eficacia)

b) 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 (adaptación de escalas utilizadas en otros entornos tecnológicos)

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 mismo test 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. Nivel de satisfacción hacia el entornos tecnológico de ambientes inmersivos, por parte del docente y de los estudiantes

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

Todo nuestro trabajo ha sido planteado teniendo como referencia el siguiente código ético de investigación: Ethical guidelines for educational research
(<https://www.bera.ac.uk/researchers-resources/resources-for-researchers>).

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES (MAX 50 LINEAS):

MATERIAL MEANS AND RESOURCES AVAILABLE (50 LINE MAXIMUM):

Este trabajo se desarrolla en el programa de Doctorado: Formación en la Sociedad del Conocimiento [18-21], siendo su portal la principal herramienta de comunicación y visibilidad de los avances [22].

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 en el servicio de radiodiagnóstico del Hospital de Salamanca.
- Ecógrafo Sonoscape y Esaote, con sondas específicas para ecografía endovaginal
- Softwares:
 - o OsiriX Lite v8.0.2 versión gratis.
 - o 3D Slicer v4.6.2.
 - o Amira
- Estación de trabajo: General Electric y VITREA

PLANIFICACIÓN TEMPORAL AJUSTADA A 3 AÑOS (MAX 50 LINEAS):

TIMING SCHEDULE OVER THREE YEARS / FIVE YEARS (Part time)(50 LINE MAXIMUM):

Actividades programadas a desarrollar:

Durante el primer semestre:

1.-Revisión y actualización bibliográfica del tema

Durante el segundo trimestre:

1.-Revisión y actualización bibliográfica del tema

2.-Adquisición de imágenes radiológicas bajo formato DICOM

3.-Tratamiento digital de imágenes radiológicas empleadas para el estudio

4.-Segmentación de regiones de interés, mediante softwares comerciales

Durante el tercer semestre:

3.-Tratamiento digital de imágenes radiológicas empleadas para el estudio

4.-Segmentación de regiones de interés, mediante softwares comerciales

5.-Descripción de estructuras anatómicas modeladas en 3D

6.-Generación de herramienta de visualización 3D. Visor anatómico. Programación en C++

Durante el cuarto semestre:

6.-Generación de herramienta de visualización 3D. Visor anatómico. Programación en C++

7.-Pruebas de validación y corrección de errores. Testeo de la aplicación tecnológica. Ajustes y correcciones

8.-Valoración del desarrollo tecnológico por estudiantes y médicos residentes. Encuestas de satisfacción.

Durante el quinto semestre:

6.-Generación de herramienta de visualización 3D. Visor anatómico. Programación en C++

7.-Pruebas de validación y corrección de errores. Testeo de la aplicación tecnológica. Ajustes y correcciones









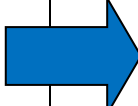
8.-Valoración del desarrollo tecnológico por estudiantes y médicos residentes. Encuestas de satisfacción.

9.-Nueva revisión bibliográfica y actualización de la misma. Redacción del trabajo.

Durante el sexto semestre:

8.-Valoración del desarrollo tecnológico por estudiantes y médicos residentes. Encuestas de satisfacción.

9.-Nueva revisión bibliográfica y actualización de la misma. Redacción del trabajo.

| Actividades programadas a desarrollar | 1 ^{er} semestre | 2 ^o semestre | 3 ^{er} semestre | 4 ^o semestre | 5 ^o semestre | 6 ^o semestre |
|--|---|--|--|---|---|-------------------------|
| 1.- Revisión y actualización bibliográfica del tema |  | | | | | |
| 2.- Adquisición de imágenes radiológicas bajo formato DICOM |  | | | | | |
| 3.- Tratamiento digital de imágenes radiológicas empleadas para el estudio | |  | | | | |
| 4.- Segmentación de regiones de interés, mediante softwares comerciales | |  | | | | |
| 5.- Descripción de estructuras anatómicas modeladas en 3D | | |  | | | |
| 6.- Generación de herramienta de visualización 3D. Visor anatómico. Programación en C++ | | |  | | | |
| 7.- Pruebas de validación y corrección de errores. Testeo de la aplicación tecnológica. Ajustes y correcciones | | | |  | | |
| 8.- Valoración del desarrollo tecnológico por estudiantes y médicos residentes. Encuestas de satisfacción. | | | |  | | |
| 9.- Nueva revisión bibliográfica y actualización de la misma. Redacción del trabajo. | | | | |  | |

REFERENCIAS

1. Ricardo Vázquez, José Manuel Riesco, Juan Antonio Juanes, Enrique Blanco, M. R. and J. C. (2007). Educational strategies applied to the teaching of anatomy. The evolution of resources. *Eur J Anat*, 11(1), 31–43.
2. Trelease, R. B. (2016). From chalkboard, slides, and paper to e-learning: How computing technologies have transformed anatomical sciences education. *Anatomical Sciences Education*, 9(6), 583–602. <https://doi.org/10.1002/ase.1620>
3. Giannini, A., Iodice, V., Picano, E., Russo, E., Zampa, V., Ferrari, V., & Simoncini, T. (2017). Magnetic Resonance Imaging–Based Three Dimensional Patient-Specific Reconstruction of Uterine Fibromatosis: Impact on Surgery. *Journal of Gynecologic Surgery*, 33(4), 138–144. <https://doi.org/10.1089/gyn.2016.0119>.
4. Fang, B., Wu, Y., Chu, C., Li, Y., Luo, N., Liu, K., ... Zhang, S. (2017). Creation of a Virtual Anatomy System based on Chinese Visible Human data sets. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39(4), 441–449. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1741-7>.
5. Ackerman, M. J. (2016). The visible human project®: From body to bits. In 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 3338–3341). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591442>.
6. Balaya, V., Uhl, J.-F., Lanore, A., Salachas, C., Samoyeau, T., Ngo, C., ... Delmas, V. (2016). Modélisation anatomique 3D du pelvis féminin par dissection anatomique assistée par ordinateur : applications et perspectives. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de La Reproduction*, 45(5), 467–477. <https://doi.org/10.1016/j.jgyn.2016.01.006>.
7. Fang, B., Wu, Y., Chu, C., Li, Y., Luo, N., Liu, K., ... Zhang, S. (2017). Creation of a Virtual Anatomy System based on Chinese Visible Human data sets. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39(4), 441–449. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1741-7>.
8. Juan Antonio Juanes, Alberto Prats, M. L. L. and J. M. R. (2003). Application of the “Visible Human Project” in the field of anatomy: a review. *European Journal of Anatomy*, 7, 147–159.
9. Marina Yiasemidou, Daniel Glassman, Faisal Mushtaq, Christos Athanasiou, Mark-Mon Williams, D. J. and D. M. (2017). Mental practice with interactive 3D visual aids enhances surgical performance. *Surg Endosc*, 1–7.
10. Moore, C. W., Wilson, T. D., & Rice, C. L. (2017). Digital preservation of anatomical variation: 3D-modeling of embalmed and plastinated cadaveric specimens using uCT and MRI. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 209, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.09.010>.
11. Peng, Y., Khavari, R., Nakib, N. A., Boone, T. B., & Zhang, Y. (2016). Assessment of urethral support using MRI-derived computational modeling of the female pelvis. *International Urogynecology Journal*, 27(2), 205–212. <https://doi.org/10.1007/s00192-015-2804-8>.
12. An, G., Hong, L., Zhou, X.-B., Yang, Q., Li, M.-Q., & Tang, X.-Y. (2017). Accuracy and efficiency of computer-aided anatomical analysis using 3D visualization software based on semi-automated and automated segmentations. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 210, 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.11.009>.
13. Noetscher, G. M., Yanamadala, J., Tankaria, H., Louie, S., Prokop, A., Nazarian, A., & Makarov, S. N. (2016). Computational human model VHP-FEMALE derived from datasets of the national library of medicine. In 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 3350–3353). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591445>.
14. Yanamadala, J., Noetscher, G. M., Louie, S., Prokop, A., Kozlov, M., Nazarian, A., & Makarov, S. N. (2016). Multi-purpose VHP-female version 3.0 cross-platform computational human model. In 2016 10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP) (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EuCAP.2016.7481298>.

15. Tabernero Rico, R. D., Juanes Méndez, J. A., & Prats Galino, A. (2017). New Generation of Three-Dimensional Tools to Learn Anatomy. *Journal of Medical Systems*, 41(5), 88. <https://doi.org/10.1007/s10916-017-0725-4>.
16. Peterson, D. C., & Mlynarczyk, G. S. A. (2016). Analysis of traditional versus three-dimensional augmented curriculum on anatomical learning outcome measures. *Anatomical Sciences Education*, 9(6), 529–536. <https://doi.org/10.1002/ase.1612>.
17. Pujol, S., Baldwin, M., Nassiri, J., Kikinis, R., & Shaffer, K. (2016). Using 3D Modeling Techniques to Enhance Teaching of Difficult Anatomical Concepts. *Academic Radiology*, 23(4), 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2015.12.012>.
18. García-Peñalvo, F. J. (2013). Education in knowledge society: A new PhD programme approach. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 575-577). New York, NY, USA: ACM.
19. 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.
20. García-Peñalvo, F. J. (2017). *Education in the Knowledge Society PhD Programme. 2017 Kick-off Meeting*. Paper presented at the Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (16 de noviembre de 2017), Salamanca, España. <https://goo.gl/bJ5qKd>
21. 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.
22. 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.