

Serious game de código abierto para la educación y entrenamiento en el procedimiento de artroscopia de rodilla.

Autor: Francisco Jesús Rodríguez González

Palabras clave: Serious games, eLearning, artroscopia, medicina, educación.

Resumen

La artroscopia de rodilla es una técnica quirúrgica que consiste en la introducción por punción dentro de una articulación, un instrumento óptico en determinadas condiciones de distensión articular e iluminación, con el fin de visualizar el interior de las cavidades articulares con el objeto de diagnosticar y si es necesario, operar in situ. Se trata de una cirugía de mínima invasión, donde al abrir pequeñas incisiones, se introduce el artroscopio y los instrumentales quirúrgicos adecuados al uso de la artroscopia. Aquí, se describe el diseño a nivel conceptual de un serious game con el objetivo de ofrecer soluciones para la mejora del aprendizaje, y adquisición de aptitudes y habilidades de los residentes-profesionales en las técnicas de artroscopia de rodilla, con el objetivo de comprobar la hipótesis de que, los modelos de aprendizaje basados en videojuegos pueden servir de puente entre el cuerpo teórico de la especialidad y el ejercicio práctico, reduciendo los riesgos de las primeras intervenciones y acelerando la formación de los especialistas, en otras palabras, difuminando el umbral entre teoría y práctica y reduciendo los costos derivados del ejercicio práctico (económicos y temporales) y a su vez, paliando las necesidades formativas de estas.

I. Introducción

Tradicionalmente el uso de los videojuegos tenía como objetivo principal el entretenimiento, con el paso de los años y los avances tecnológicos estos han alcanzado cuotas mayores de sofisticación permitiendo la creación de entornos más complejos e inmersivos, propiciando el desarrollo de estos para áreas sociales y del conocimiento que van más allá del simple divertimento, como es el caso de los denominados serious games y su propósito para educar, entrenar e informar, (Michael & Chen, 2006). El uso de serious games y simuladores proporcionan: *“una alta fidelidad en simulación de ambientes y situaciones particulares que se centran en competencias de alto nivel requeridas en la materia”* (Sabri, Moussa et al., 2010) Y *“...facilitan el aprendizaje de procesos complejos con eficacia.”* (Marcano Lárez, 2008). Prueba de ello es que estos están empezando a utilizarse en múltiples áreas de conocimiento con propósitos instructivos dentro del campo de lo militar, lo político, lo empresarial, la salud etc.. (Marcano Lárez, 2008). Los serious games y debido a sus características intrínsecas posibilitan a los jugadores-aprendices a obtener conocimientos y competencias predominantemente prácticos (Sánchez, n.d.).

Proponemos un serious game en First-Person-Shooter (FPS) enfocado en el entrenamiento de residentes-profesionales en cirugía artroscópica de rodilla que permita a estos familiarizarse con las series de pasos que comprometen a este procedimiento quirúrgico. Esta técnica quirúrgica consiste en la introducción por punción dentro de una articulación de un instrumento óptico, en determinadas condiciones de distensión articular

e iluminación, con el fin de visualizar el interior de las cavidades articulares con el objetivo de diagnosticar y si es necesario, operar in situ. Se trata de una cirugía de mínima invasión, debido a que se realizan pequeñas incisiones para introducir el artroscopio y los instrumentales quirúrgicos adecuados al uso de la artroscopia (<http://www.arriaza.es/>).

II. Trasfondo

Los cambios sociales y tecnológicos así como el continuo avance de la medicina ha puesto en crisis los sistemas tradicionales de aprendizaje y apremia a las instituciones médicas a buscar vías alternativas. El aumento de los campos de conocimiento y materias a impartir hace que en ocasiones, facultativos y residentes no dispongan del tiempo suficiente para compaginar la enseñanza y ejercer la medicina. Tradicionalmente el residente (en formación) adquiría las habilidades y técnicas quirúrgicas bajo el modelo de aprendizaje de ver a uno hacer y hacer uno después (Sabri, Moussa, et al., 2010). Sin embargo este sistema actualmente requiere de un mayor número de recursos que repercuten negativamente en la economía, el tiempo disponible del cuerpo docente etc. Donde se hace imposible posibilitar a todos los alumnos el poder aprovecharse de este método de aprendizaje o disponer de él, las veces suficientes para asentar las bases del proceso quirúrgico. Se hace evidente que, debido a situaciones como estas y dado el aumento de las restricciones temporales, los alumnos se someten bajo una gran presión para adquirir las complejas habilidades técnicas y cognitivas de cualquier proceso quirúrgico (Sabri, Moussa, et al., 2010).

Siendo común que el aprendizaje de procedimientos y destrezas quirúrgicas transcurran dentro de la sala de quirófano (Sabri, Porte, et al., 2010). Existen formas alternativas de aprendizaje mediante el uso de animales, cadáveres, modelos de plástico, con sus diferentes problemáticas, la anatomía animal no siempre comparte similitudes anatómicas con la humana y plantean ciertos problemas éticos, los cadáveres no son reutilizables y los modelos plásticos no representan siempre una visualización realista, y un feedback adecuado (P. Heng, et al., 2004).

A lo dicho y considerando la especial importancia del ejercicio práctico en la especialidad de Traumatología y la Cirugía Ortopédica, creemos que el desarrollo de un serious game sería la propuesta idónea para solventar muchas de las problemáticas comentadas anteriormente y que son derivadas del ejercicio práctico. Ya que estos y debido a sus características intrínsecas posibilitan a los jugadores-aprendices a obtener conocimientos y competencias predominantemente prácticos, (Sánchez M., n.d.). Los videojuegos influyen en diversas capacidades y habilidades de los jugadores habituales, como describe Beatriz Marcano, (2011) estos: *“mejoran en las estrategias de atención, en el aprendizaje por observación, en la lectura de imágenes y la comprensión y manejo de espacios tridimensionales”*, y ayudan al desarrollo de destrezas analíticas, espaciales, estratégicas y habilidades psicomotoras (Sabri, Moussa, et al., 2010). Existen evidencias que, bajo entornos virtuales tridimensionales que reflejan la realidad con el mayor detalle posible y mayor inmersión, tanto visual como auditiva, el jugador-aprendiz posteriormente recordará con mayor eficacia, al situarlo en el escenario real (B. Dalgarno, & M. Lee, 2010). Lo que representa una ventaja a considerar a la hora de ofrecer una forma de aprendizaje que acelere la formación de los residentes. Los serious games además, fomentan el aprendizaje activo, presentando un enfoque centrado en el estudiante donde este controla el aprendizaje mediante la interacción, en contraposición a los sistemas tradicionales donde el profesor controla en todo momento la formación (Sabri, Porte, et

al., 2010). Es esencial que en entornos de aprendizaje de este tipo el profesorado: *“deje de ser considerado principalmente como distribuidor de contenidos para involucrarlos más como facilitador del aprendizaje y evaluador de competencias”*. (Ruiz, Mintzer, & Leipzig, 2006). Además, los jugadores-aprendices se sienten más cómodos y seguros cuando se enfrenta a una situación de instrucción práctica cuando en esta es posible fallar, donde el error representa un papel fundamental en el aprendizaje (ensayo-error) y no se corre ningún tipo de riesgo humano. (Sánchez M., n.d.)

El serious game propuesto en este documento está enfocado en la artroscopia, un procedimiento endoscópico muy similar a la laparoscopia, estudios realizados por (Rosser et al., 2007), demuestran que existen correlación entre el uso de videojuegos y la mejora de destrezas técnicas en cirujanos laparoscópicos. Donde estos cometieron menos errores, fueron más rápidos, y realizaron mejores operaciones, en comparación con los cirujanos no jugadores, desarrollando destrezas técnicas idénticas en videojuegos comerciales, que con los simuladores quirúrgicos. Esto nos lleva a pensar que si además el videojuego está enfocado hacia la instrucción, los resultados en el aprendizaje serán más efectivos.

Por último, aunque los simuladores y los juegos serious comparten características y pueden desarrollarse usando la misma tecnología, los serious games deben intentar además incluir aspectos lúdicos, reforzados por sistemas de recompensa y castigo, sistema de puntuación y estadísticas, que sirvan como alicientes para el aprendizaje

III. Diseño del serious game

El serious game será tipo First-Person-Shooter (FPS), videojuego en primera persona. Al comienzo del juego el jugador-aprendiz tendrá que elegir que rol va a desempeñar en el juego, donde podrá escoger entre dos opciones, enfermero/a o cirujano/a. En el juego se representará un entorno tridimensional de una sala de quirófano con todos los elementos necesarios para la práctica de la artroscopia, el jugador-aprendiz podrá recorrer la sala y examinar los diferentes elementos quirúrgicos, los cuales se auto-iluminarán al pasar por encima de ellos y le darán un descripción breve de lo que son mediante un menú emergente, si este lo desea.

Aunque es recomendable que la sala de quirófano fuera lo más exacta posible a una sala de operación real, para inducir al jugador en una inmersión más total y efectiva. Se ve conveniente que sólo pueda interactuar con aquellos artilugios necesarios para el procedimiento quirúrgico que compete, y que haya una diferenciación según el rol de personaje elegido inicialmente, con el objeto de dirigir al jugador-aprendiz dentro la tarea específica que tiene que aprender durante la partida.

El jugador-aprendiz podrá interactuar con los otros roles dentro de sala, que serán personajes no jugadores (NPC en inglés), el NPC más importante en la sala de quirófano será el cirujano experto, el cual dirigirá al jugador-aprendiz por el procedimiento quirúrgico, al dirigirse a este aparecerá un menú emergente con múltiples opciones, desde un tutorial de manejo del juego, hasta información con comentarios expertos, vídeos etc. sobre el dominio quirúrgico a tratar, la artroscopia de rodilla.

El Paciente estará desde el principio en la sala de quirófano, será un NPC y el jugador-aprendiz podrá consultar su historial médico, además podrá dirigirse a él y

realizarle preguntas ya prediseñadas, con lo que podrá obtener datos subjetivos del paciente, como la clase de molestia que padece, obtener definiciones de rasgos personales del paciente, como personalidad, posición social, situación laboral, aficiones, etc. con el objeto de que la simulación virtual, sea lo más realista posible. A lo último dicho y al margen de si procede o no conocer los rasgos de personalidad de un paciente para hacer eficaz su tratamiento, consideramos que un entorno más detallado repercutirá en una inmersión mayor, y por tanto una implicación mayor del jugador-aprendiz en la tarea. Un diseño similar se implementó por primera vez en la Universidad de Tübingen (Wünschel, et al., 2010) donde el 80% de los estudiantes disfrutaron tratando a los pacientes haciendo hincapié en los detallado y rigurosos de los casos, los comentarios técnicos disponibles, así como la buena aplicabilidad a casos reales.

En la artroscopia el cirujano introduce una cámara a través de una incisión para posteriormente observar en un monitor el interior de la articulación. Este va desplazando el instrumental quirúrgico a la vez que observa la pantalla. Esto requerirá que el serious game permita al cirujano virtual mover la cabeza mientras mantiene sujeto el instrumental médico, permitiéndole dirigir la mirada hacia el monitor de observación y a la vez, volver la vista hacia el instrumental que maneja. Esto podría resolverse mediante el uso del botón derecho del ratón, desde el momento que el cirujano virtual comienza con el procedimiento de artroscopia su vista quedará anclada en la posición donde este situada en ese momento, y tendrá que pulsar el botón derecho del ratón para desplazarla a una nueva ubicación, al soltar el botón derecho, el jugador-aprendiz podrá realizar las tareas como si desplazase el brazo, o elegir entre menús, mientras el punto de visión queda anclado.

Aunque lo ideal sería que el jugador-aprendiz pudiese realizar la operación de manera directa, por ejemplo mediante un sistema de simulación de físicas donde pudiese manipular, a su libre albedrío el interior de la articulación, desplazar, cortar ligamentos, etc. sería más sencillo de momento plantearse el proceso quirúrgico como una serie de pasos preestablecidos y ordenados donde el jugador-aprendiz y mediante un menú emergente con diferentes opciones, tendrá que elegir correctamente cual es el siguiente paso. Para evitar nemotecnias visuales donde este pueda memorizar los pasos en el menú, debido a que la respuestas correcta esté situada siempre en la misma posición del este, (por ejemplo: al repetir la partida) la respuesta correcta, cada vez, cambiará de posición aleatoriamente dentro del menú.

Para hacer la instrucción más completa sería deseable que durante el procedimiento quirúrgico y a modo de sub-game, los usuarios tuvieran que responder de manera obligatoria a preguntas y aspectos entorno al paso que se va dar en la operación, como proponen en el caso de (Sabri, Porte, et al., 2010).

Para una implementación posterior sería deseable poder utilizar dispositivos hápticos dentro del serious game, pero estos no tendrían sentido si el juego no incluye a su vez y mediante un sistema de simulación de físicas, la posibilidad de manipular directamente sobre el interior de la articulación, en contraposición al sistema propuesto de pasos establecidos. Existen test que usan Blender conjuntamente con el dispositivo háptico Novint Falcon (<http://www.novint.com/>) y el motor de juegos en tiempo real para deformar cuerpos blandos (softbody). La implementación de este dispositivo sería ideal debida a su semejanza en cuanto a movimientos, con el instrumental para artroscopia.

Al final de la partida, se mostrará un marcador con puntuaciones con aciertos y errores obtenidos desglosados, donde se reflejen que partes del proceso se cometieron

errores, y el jugador-aprendiz reciba un feedback de su aprendizaje, además incluirá un porcentaje final de aciertos para que el jugador-aprendiz conozca cuanto sabe del proceso e instarlo y motivarlo para que mejore el resultado.

IV. Tecnología

Se propone para el desarrollo del serious game una herramienta de software libre por diversas razones, el uso de software libre fomenta el desarrollo local y la independencia del proveedor, permitiendo que el centro educativo-hospital de necesitar de un desarrollo concreto, pueda optar libremente entre las diferentes ofertas de mercado, eligiendo aquellas que mejores condiciones le proporcione. Permite una mayor flexibilidad y adaptación de las necesidades concretas del cliente, esencial sin consideramos que le eLearning debe gozar de una flexibilidad tal que le permita capacidad de adaptación a la estructura institucional, planes de estudios de esta y adaptación a los contenidos y estilos pedagógicos de cada institución (Boneu, 2007), además, hacen posible una adopción más fácil de estandars abiertos, que en este caso se plantea esencial si atendemos al desarrollo de herramientas eLearning que se acojan a estándares como SCORM, y fomenta el reciclaje de la tecnología, así como de las herramientas diseñada. Y por último, el ahorro en pago de licencias, y desarrollo colaborativo de plataformas, que reducen costos de adquisición y producción.

Por ello para el diseño de esta herramienta se propone el uso de Blender (<http://www.blender.org/>) una suite 3d multiplataforma, licenciada bajo GPL y que además dispone de su propio motor de juegos. Blender, como suite 3d dispone de todas las herramientas necesarias para el desarrollo a nivel gráfico del juego, cuenta con su propio sistema de modelado y texturizado, herramientas para hacer rigging (dotar de articulaciones a los modelos) así como su propio sistema de animación y de simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.

Para el renderizado en tiempo real de las escenas Blender hace uso de lenguaje OpenGL, y permite el uso de sombreadores (shaders) GLSL (OpenGL Shading Language) que permiten usar como unidad de procesamiento a la GPU, además permite el uso de normal maps para dotar de relieve y detalle a los diferentes elementos , así como iluminación con sombras y shaders ambient occlusion.

El motor de juego integrado dispone de un sistema denominado, ladrillos lógicos, que permiten el desarrollo de eventos dentro del videojuego sin necesidad de programar, aunque además, dispone de una API en lenguaje Python, que permite un desarrollo más avanzado y configurable para necesidades específicas. Por último y mediante un script, permite la compilación multiplataforma del videojuego tanto para Linux, Windows y MAC.

V. Equipo de desarrollo

Para el desarrollo de una herramienta de este nivel de sofisticación es necesario el trabajo conjunto de un equipo multidisciplinar, no solamente por los requerimientos técnicos de la realización de una herramienta de esta naturaleza, sino que también porque un serious game al estar enfocado hacia el aprendizaje, necesita de planteamientos pedagógicos y específicos del dominio en el que se quiere instruir. Se propone un equipo formado por diseñadores gráficos, programadores, pedagogos y un cirujano experto en el dominio.

En las primeras fases del desarrollo el equipo ha de trabajar conjuntamente para

establecer correctamente los criterios y objetivos a desempeñar, el motor impulsor del desarrollo lo llevarán conjuntamente el pedagogo y el experto de dominio, el primero sentará las bases metodológicas relacionadas con el aprendizaje, mientras que el experto de dominio aportará toda la información necesaria sobre el procedimiento quirúrgico a desarrollar, así como el enfoque más adecuado para abordar este. El jefe de dominio a modo de director tendrá que estar al cargo al menos durante las primeras fases de desarrollo, controlar el proceso de producción, aportando sugerencias o enfoques técnicos relacionados con el procedimiento, y a su vez, evaluando aspectos como el diseño de los diferentes elementos gráficos de la escena, instrumental, anatomía etc..

Conclusiones

El uso de serious game dentro de los centros sanitarios para la formación de cirujanos se percibe actualmente como una alternativa sólida y posible, los beneficios que estos reportan, como el ahorro de recursos materiales, del ejercicio práctico, y de tiempo etc.. presentan a estos no sólo como una alternativa educativa opcional, sino como una necesidad que los centros hospitalarios deberían considerar muy seriamente. En este documento se ha descrito el diseño a alto nivel, de un serious game que solvente las necesidades formativas de los profesionales residentes en el procedimiento quirúrgico de artroscopia de rodilla. Existen diversos estudios que demuestran la eficacia de los videojuegos para la formación (Rosser et al., 2007) así como estudios que motivados por estos indicios comienzan a desarrollar serious games dentro de la enseñanza en traumatología y cirugía ortopédica, (Qin, et al., 2010);(Sabri, Moussa et al., 2010);(Sabri, Porte et al., 2010). En resumen, partimos de la hipótesis de que el procedimiento quirúrgico de artroscopia de rodilla enseñado a través de un serious game pueda cumplir con todas las expectativas formativas de este. Servir como puente entre teoría y práctica, reducir los riesgos de las primeras intervenciones y paliar las necesidades actuales del ejercicio práctico médico.

Bibliografía

- B. Dalgarno and M. J. W. Lee, "What are the learning affordances of 3-D virtual environments?" *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, no. 1, pp. 10–32, 2010.
- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, RUSC*, 4(1), 8. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2291412>
- Marcano Lárez, B. E. (2008). Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital. Ediciones Universidad de Salamanca (España). Retrieved from <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/56633>
- Marcano, B., Manager, C., & Universitaria, D. (2011). NUEVAS TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL: EL USO DE LOS SERIOUS GAME. *Manager*, 136-144.
- MICHAEL, D. Y CHEN, S. (2006). *Serious Games. Games that educate, train and infoms.* Canadá: Thonsom.
- P. A. Heng, C. Y. Cheng, T. T. Wong, Y. Xu, Y. P. Chui, and S. K. Tso, "A virtual reality training system for knee arthroscopic surgery," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 8, no. 2, pp. 217–227, 2004.
- Qin, J., Chui, Y.-P., Pang, W.-M., Choi, K.-S., & Heng, P.-A. (2010). *Learning blood management in orthopedic surgery through gameplay. IEEE computer graphics and applications.* doi:10.1109/MCG.2009.83
- Rosser, J. C., Lynch, P. J., Cuddihy, L., Gentile, D. a, Klonsky, J., & Merrell, R. (2007). The impact of video games on training surgeons in the 21st century. *Archives of surgery (Chicago, Ill. : 1960)*, 142(2), 181-6; discussion 186. doi:10.1001/archsurg.142.2.181
- Ruiz, J. G., Mintzer, M. J., & Leipzig, R. M. (2006). The impact of E-learning in medical education. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 81(3), 207-212. Retrieved from http://journals.lww.com/academicmedicine/Fulltext/2006/03000/The_Impact_of_E_Learning_in_Medical_Education.2.aspx
- Sabri, H., Cowan, B., Kapralos, B., Moussa, F., Cristanchoi, S., & Dubrowski, A. (2010). Off-pump coronary artery bypass surgery procedure training meets serious games. *2010 IEEE International Symposium on Haptic Audio Visual Environments and Games* (pp. 1-5). IEEE. doi:10.1109/HAVE.2010.5623995
- Sabri, H., Cowan, B., Kapralos, B., Porte, M., Backstein, D., & Dubrowskie, A. (2010). Serious games for knee replacement surgery procedure education and training. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3483-3488. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.539
- Sánchez, M. (n.d.). Buenas Prácticas en la Creación de Serious Games (Objetos de Aprendizaje Reutilizables).
- Wünschel, M., Leichtle, U., Wülker, N., & Kluba, T. (2010). Using a web-based orthopaedic clinic in the curricular teaching of a German university hospital: Analysis of learning effect, student usage and reception. *International Journal of Medical Informatics*, 79(10), 716-721. doi:10.1016/j.ijmedinf.2010.07.007
- <http://www.arriaza.es/> (Grupo independiente de cirugía ortopédica y traumatología)
- <http://www.blender.org/> (Página oficial de la Fundación Blender)
- <http://www.novint.com/> (Página de empresa fabricante de dispositivos hápticos)