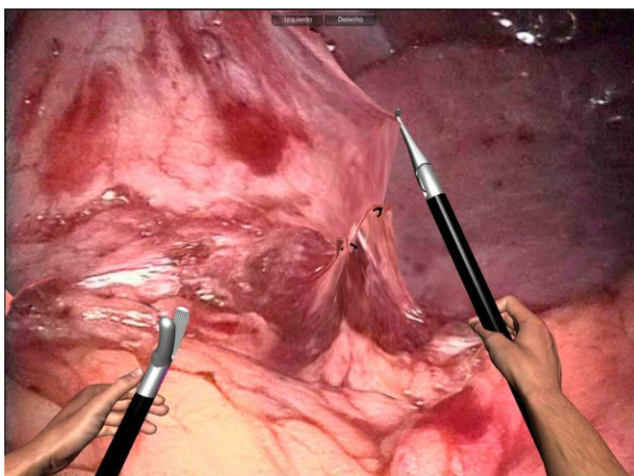
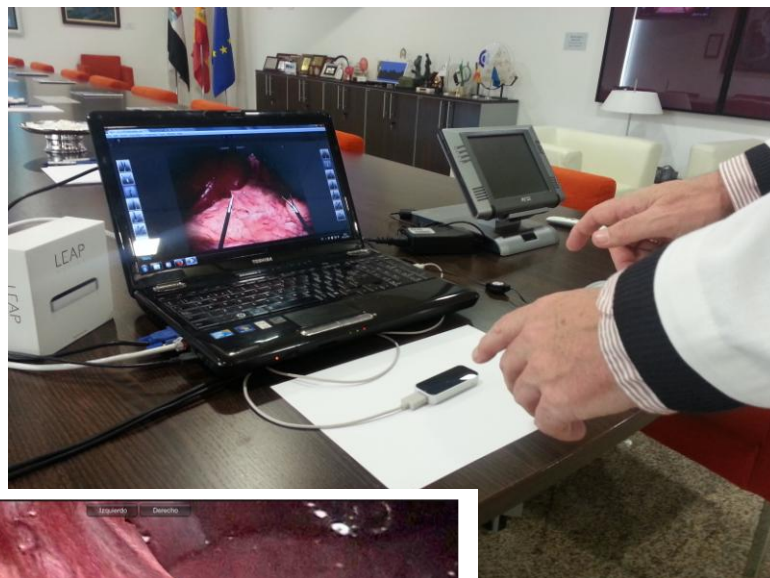


# APLICACIONES PRÁCTICAS, MEDIANTE ENTORNOS INTELIGENTES CON TECNOLOGÍA DE CONTROL DE MOVIMIENTO, PARA LA ADQUISICIÓN DE HABILIDADES CLÍNICAS



Profesor responsable:  
*Prof. Dr Juan A. Juanes Méndez*

## Indice

	página
Introducción .....	3
Justificación y objetivos .....	7
Metodología .....	8
Resultados .....	12
Consideraciones finales .....	16
Bibliografía .....	21
Equipo de trabajo y agradecimientos .....	23



## Introducción

*La cirugía mínima invasiva* abarca una serie de técnicas que buscan realizar intervenciones quirúrgicas infringiendo el mínimo daño colateral al paciente.



*Intervención quirúrgica de tipo laparoscópico*

Esto se logra mediante el uso de instrumentos de visualización e intervención, que se introducen por orificios naturales o por pequeñas incisiones realizadas en el paciente, introduciendo trócares. El instrumento de visualización consiste en un video-laparoscopio que se conecta a un modulo que refina la imagen y la conduce a un dispositivo de salida, que generalmente es un monitor.

Una torre de cirugía laparoscópica consta básicamente de cuatro módulos: el de iluminación, el de video de entrada, monitor de salida y el de insuflación. Estos parámetros deben ser modelados de la mejor forma para hacer sentir al cirujano condiciones reales.

Las técnicas de Cirugía Mínima Invasiva (CMI) presentan varias ventajas especialmente para el paciente y las entidades sanitarias tales como menor daño postoperatorio, menor estancia postoperatoria en el hospital, reducción de costes de la intervención y menor tiempo de recuperación del paciente.

Por otra parte, es evidente que en los últimos años, la capacidad de cómputo de los ordenadores se ha multiplicado, lo que nos permite procesar gran cantidad de información facilitando el desarrollo de aplicaciones basadas en imágenes médicas

tridimensionales. Por ello, los sistemas de control con las manos, que utilizan un arreglo de emisores y sensores infrarrojos para triangular la posición de los dedos, contribuyen a generar aplicaciones informáticas de entrenamiento clínico, en las que las habilidades manuales son el elemento clave.

La posibilidad de conectar al ordenador, mediante un cable USB, un pequeño dispositivo colocado frente al monitor, que sea capaz de capturar los movimientos de nuestras manos y dedos con alta precisión, permite desarrollar herramientas de trabajo, con tecnológicas de última generación, para practicar procedimientos clínicos que requieran de ejecuciones manuales para adquirir habilidades mediante un entrenamiento continuo. Así, dispositivos como Kinect, Leap Motion, Wiimote, entre otros, están abriendo una gran variedad de puertas a la hora de crear interfaces naturales de usuario en el campo de las ciencias de la salud e investigar en ello.



*Diferentes dispositivos de control manual*

La expansión vertiginosa de la cirugía laparoscópica ha favorecido la búsqueda de nuevas técnicas para la enseñanza de las habilidades quirúrgicas mediante el uso de nuevas tecnologías.

Existen múltiples revisiones sistemáticas en la literatura en las cuales se busca determinar si el entrenamiento con RV sirve como herramienta para la adquisición de diversas habilidades y destrezas en cirugía laparoscópica

Se entiende por un simulador para el entrenamiento cualquier sistema que permita una imitación lo más real posible de los gestos necesarios para la realización de un procedimiento específico.

Hay simuladores simples que son muy útiles en diversos campos de la medicina y cuyo uso está ampliamente generalizado; es el caso de los maniqués utilizados para el aprendizaje de la canulación venosa, de las maniobras de resucitación cardiopulmonar, intubación orotraqueal, aplicables en entornos de formación de estudiantes y formación continuada de diferentes especialidades.

En el ámbito de la cirugía, y considerando que en ocasiones son los cirujanos quienes realizan los procedimientos endoscópicos digestivos, se puede utilizar simuladores de endoscopias digestivas o simuladores de técnicas laparoscópicas.

Hay distintos dispositivos en el mercado relacionados con el entrenamiento quirúrgico mínimamente invasivo que utiliza la realidad virtual (*minimally invasive surgical trainer-virtual reality/MIST-VR*): el Reachin's Laparoscopic Trainer lo distribuye Reachin Technologies AB (Australia, Singapur y Suecia), Sim Surgery Sim Surgery AS (Noruega), Proceidius, Minimally Invasive Surgical Trainer-Virtual Reality (MIST-VR) Mentice (Suecia), Virtual Endoscopic Surgery Training (VEST) Select-IT Systems AG, Lap Sim® System Surgical Science (Suecia), el Virtual Laparoscopic Interface (VLI) y el Laparoscopic Surgical Workstation (LSW) Immersion Corporation, el Xitact LS 500 Laparoscopic simulator Xitact SA (Suiza), el Lap Mentor Symbionix y el ProMISTM Haptica (EE.UU.).



*Simulador de entrenamiento quirúrgico*

Son los simuladores virtuales más conocidos y de más amplia distribución en estos momentos.

Lo que más condiciona la aplicación de las destrezas del cirujano al ámbito laparoscópico son el sistema óptico indirecto bidimensional y la utilización de instrumental distinto del habitual, más largo y con movimientos limitados por el trocar por el que se introduce. De ahí que inicialmente se diseñaran sistemas simples de simulación que jugaban con estas dos variables. Consisten en cajas de entrenamiento con una cámara de vídeo, laparoscopio, webcam o incluso un espejo que permiten una visión indirecta de lo que ocurre y dos canales de trabajo que pueden o no tener un trocar por el que introducir pinzas, tijeras, etc., que se mueven en el interior. El *video-endoscopic laparoscopic cart and trainer box simulator* descrito por Deroissis o el *Mirrod box simulator* (Simuview Suture Trainer; Simulab Corporation) pueden considerarse de este tipo de simuladores.

Múltiples estudios demuestran su gran utilidad y las posibilidades de evaluación que permiten. Sobre estas bases se ha desarrollado algunos programas de simulación como el Dundee Endoscopic Psicomotor Tester (DEPT) de Cuschieri, con un soporte que acepta instrumentos endoscópicos convencionales y una cámara, con una caja de prueba con múltiples posibilidades y una conexión a un ordenador que almacena datos.

Su análisis posterior permite valorar las habilidades psicomotrices del cirujano.

Desde que se ha desarrollado los robots no sólo se puede utilizar los instrumentos endoscópicos convencionales sino que también se puede utilizar el Zeus Robotic Surgical System (Computer Motion, Goletta, CA, EE.UU.) o el Da Vinci Surgical System (Intuitive Surgical, Mountain View, CA, EE.UU.) para realizar las diferentes prácticas.

En los estudios realizados, comparando ambos medios parece que los instrumentos endoscópicos convencionales permiten más rapidez y los robots pueden ser más precisos.



### **Justificación y objetivos:**

Habitualmente los cirujanos se entrenan a través del uso de cadáveres, animales vivos o intervenciones quirúrgicas reales guiadas por expertos. Sin embargo, el mantenimiento de los cadáveres representa un alto costo y, otro lado, el número de cirugías en las prácticas bajo supervisión de un experto está muy limitada.

Teniendo en consideración estos aspectos, la creación de sistemas de simulación quirúrgica facilitan estos inconvenientes. Por ello, nuestros objetivos con este procedimiento tecnológico que hemos desarrollado son los siguientes:

- 1.- Proveer un sistema de entrenamiento amigable y bajo costo, que permita simular los escenarios de algunas intervenciones quirúrgicas de tipo laparoscópico.
- 2.- Poder satisfacer la demanda de equipos para el adiestramiento de médicos residentes cirujanos.
- 3.- Reducir la probabilidad de causar daños a los pacientes mediante la aplicación incorrecta de algún procedimiento que se realice con cirugía laparoscópica.
- 4.- Reducir los costos asociados con el uso de cadáveres y animales en el entrenamiento quirúrgico.
- 5.- Proveer de experiencia al médico residente al permitir la visualización de la técnica empleada antes de practicarla sobre el paciente real.
- 6.- Reducir los costos asociados al empleo del laparoscopio como instrumento para el entrenamiento.

En definitiva, nuestro propósito con este proyecto de innovación docente ha sido diseñar y construir un procedimiento tecnológico de control manual virtual, para simular las condiciones de una típica intervención quirúrgica mediante la técnica laparoscópica, que sirva para adiestrar, al personal médico residente y a los alumnos de los últimos cursos de la titulación de Medicina, en el manejo de estas técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas.

Es evidente que tener al alcance la posibilidad de aprender y desarrollar habilidades clínicas en un tiempo adecuado y minimizando el riesgo para los pacientes impediría solventar algunos errores que en ocasiones los estudiantes y residentes pueden llevar a cabo en sus prácticas médico-quirúrgicas.



## Metodología

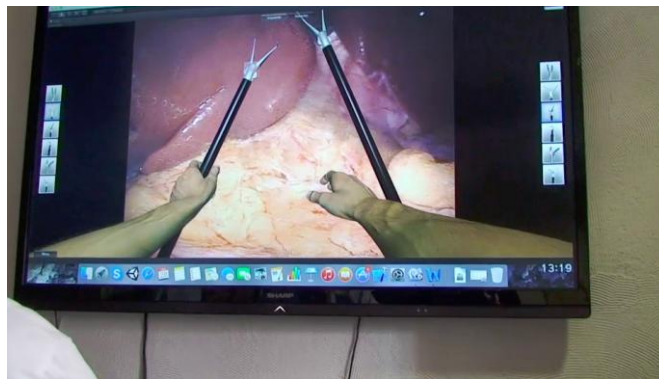
En nuestro trabajo hemos empleado el dispositivo Leap Motion Controller. Se trata de un pequeño dispositivo USB que permite el rastreo del movimiento y posición de las manos del usuario para interactuar con los ordenadores sin la necesidad de otros periféricos, tales como el teclado o el ratón. Este sistema crea un espacio virtual en tres dimensiones, que permite una interacción más natural entre el hombre y la máquina. Sus sensores ópticos e infrarrojos detectan e interpretan el movimiento de las manos, dedos y punteros.



Leap Motion Controller

La aplicación de simulación laparoscópica consiste en una pantalla que simboliza lo que un cirujano vería durante una operación laparoscópica, y una interfaz desde la que seleccionar la herramienta que sea necesaria en cada momento.





Sirviéndose del escenario virtual que ofrece el Leap Motion, el programa es capaz de detectar si se está efectuando un evento de toque (touch) o simplemente se está sobre el elemento, en cuyo caso no se realiza ninguna acción, tal y como se puede ver en la figura. De esta forma el usuario puede seleccionar de una barra de herramientas el instrumento que desee con tan solo tocar el icono que sea necesario.

Por lo tanto, si se registra que el dedo está sobre un botón, y con una profundidad tal que se encuentre en la touch zone, se evaluará como un evento de toque, es decir, como si fuera un click del ratón, seleccionándose así dicho instrumento.

Es interesante destacar, que al igual que ocurre en la vida real, ciertos instrumentos se utilizan con la mano derecha y otros con la izquierda. Para simular esta situación, las herramientas disponibles están separadas en dos barras laterales, izquierda y derecha.

Una vez seleccionado el instrumento que se va a utilizar, el usuario debe cogerlo virtualmente por medio del reconocimiento de su mano a través del Leap Motion.

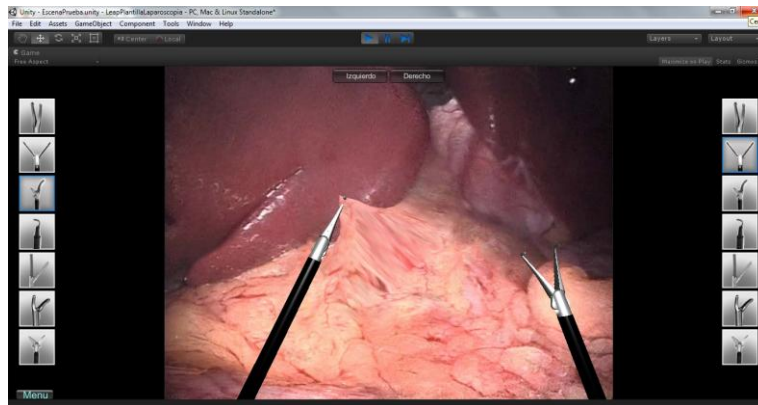
El dispositivo detecta la posición de los huesos y articulaciones de la mano, y se representa una mano modelada en 3D en dicha posición dentro del entorno virtual. Tal y como se puede observar en la figura 2.

El siguiente paso es coger el instrumento con la mano. Para ello se utilizó la API de Unity. Por medio del componente Collider, Unity es capaz de detectar colisiones entre diferentes objetos. Por ello, se añadieron a los modelos 3D que representan los instrumentos y las manos dicho componente, de tal forma que se puede detectar si la colisión entre ambos se realiza, y generar el evento de la acción de coger la herramienta. Además, la aplicación detecta si se está utilizando la mano derecha o la izquierda para determinar que instrumentos puede coger con una mano u otra.

Además también se agregó el componente conocido como Rigidbody, proporcionando una masa a los objetos para que interactúen entre sí con una fuerza y empuje determinado.

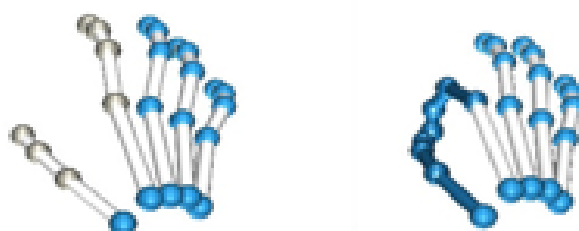
El Rigidbody también se podría usar para añadir el efecto de la gravedad sobre los objetos, pero esta propiedad se ha desactivado dado que no fue relevante para nuestra aplicación.

Dependiendo de la herramienta seleccionada, se implementaron una serie de acciones que simulaban los movimientos que tendrían los instrumentos reales: Clipadora (clipar), disector de ángulo recto (cortar, cauterizer), disector curvo (tirar, cortar), gancho (cauterizer), Tijeras (cortar, cauterizer, porta aguja (coser)).



En esta primera versión del simulador de cirugía se decidió que los instrumentos detecten por sí solos (a través de los colliders) si han de realizar la acción o no, aunque se está trabajando en añadir una nueva funcionalidad al controlador: detectar el evento denominado Pinch. Este efecto es detectado gracias al nuevo SDK de Leap Motion 2.0

El Pinch indica si dos dedos están en contacto o no, por lo que se podría utilizar con el índice y el pulgar para detectar un gesto tipo pinza entre ambos, tal y como se muestra en figura. De esta forma se podría activar el instrumento cuando el usuario realice este gesto, de tal forma que simule el uso de un instrumento de laparoscopia, con lo que se conseguiría mayor realismo en la aplicación.



El SDK (Software Development Kit) disponible en la web oficial para desarrolladores de Leap Motion proporciona la API (Application Programming Interface) necesaria para desarrollar aplicaciones que utilicen la información de seguimiento ofrecida por el dispositivo Leap Motion Controller.

El sistema Leap utiliza un sistema de coordenadas cartesiano centrado en el dispositivo para codificar la distancia, velocidad, duración y ángulo de los diferentes elementos que detecta (mano, dedos, punteros, movimiento y gestos).

Su campo de visión es de aproximadamente unos 150 grados, y su rango de visión se extiende desde los 2,5 cm hasta los 60 cm (1 pulgada – 2 pies). El dispositivo Leap Motion detecta movimientos de dedos y manos, con una buena precisión, replicando en el ordenador exactamente el mismo movimiento que se está haciendo. De esta manera, es posible representar digitalmente movimientos de una mano entera o sólo de los dedos.

Además de las propiedades anteriormente mencionadas (distancia, velocidad, duración y ángulo), dependiendo del tipo de objeto detectado, el Leap proporciona una serie de propiedades adicionales de gran interés.

Por ejemplo, en el caso de la clase mano, proporciona información acerca de la identidad, posición y otras características de la mano detectada, tales como el brazo al que pertenece (derecho-izquierdo), y la lista de los dedos asociados (pulgar, índice, anular...). De esta forma se puede asignar una acción determinada en función de cuál sea.

A partir de los datos obtenidos se pueden estimar tres tipos de movimiento de los elementos rastreados, rotación, escala y traslación. Además reconoce una serie de patrones de movimiento llamados gestos, clasificados en movimientos circulares, Swipe y Taps.

Toda estas funcionalidades ofrecidas por el SDK son siempre las mismas, si bien, en función del sistema operativo para el que se va a desarrollar (Windows, Mac, Linux) existen diferentes paquetes disponibles en su página web orientados a diversos entornos de desarrollo y lenguajes de programación con los que son compatibles, entre los que se ha elegido para este trabajo Unity5 junto con C++.



La motivación que ha llevado a seleccionar Unity es su compatibilidad con los programas de modelado 3D más utilizados, tales como 3ds Max, Maya o Blender, con los cuales ya se tenían desarrollados los contenidos anatómicos tridimensionales que se han empleado en este trabajo.

Además Unity soporta múltiples plataformas, permitiendo desarrollar las aplicaciones desde la misma herramienta para los diferentes sistemas operativos (Windows, Android, iOS).



## Resultados

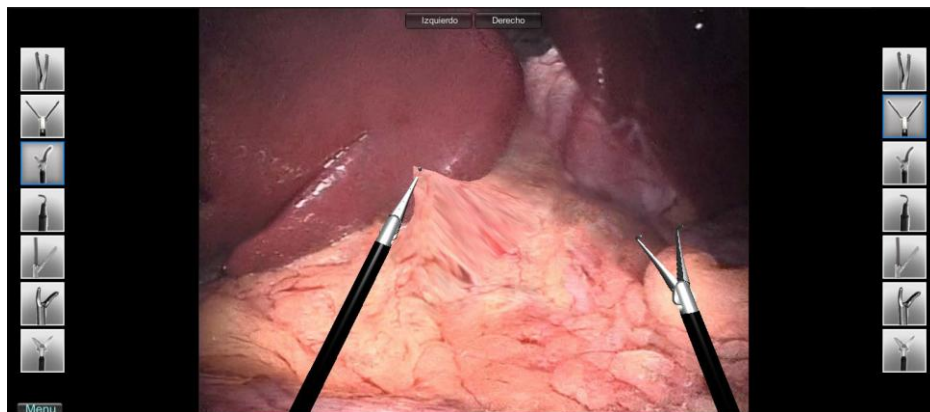
En la actualidad, la mayoría de las cirugías del aparato digestivo puede realizarse con la técnica laparoscópica. Éstas incluyen la cirugía para la enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa, diverticulitis, cáncer, prolapso rectal y estreñimiento grave; además de ciertas cirugías ginecológicas y de la vesícula biliar.

En nuestro procedimiento tecnológico se concentran una serie de aplicaciones relacionadas con la cirugía laparoscópica, que intentan acercar digitalmente al usuario a una simulación lo más realista posible de los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos. Durante este tipo de operaciones, el cirujano observa por una pantalla los movimientos quirúrgicos que está efectuando internamente en el paciente. En esta

aplicación se muestra una serie de capturas reales de estas pantallas, y se simulan virtualmente las herramientas con las que trabajaría el usuario.

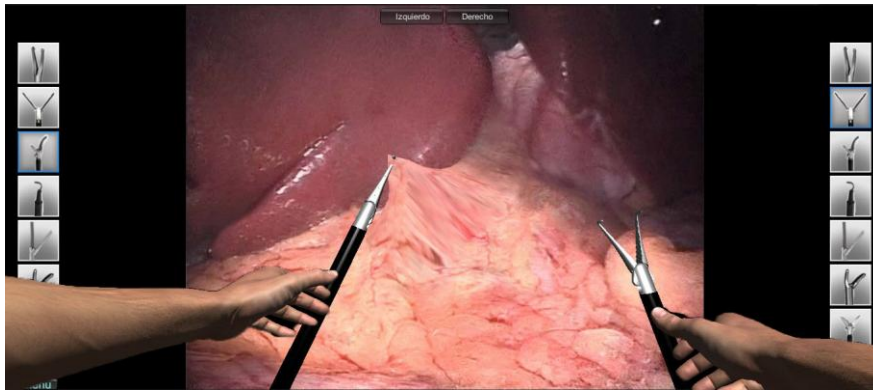


Un escenario de esta aplicación se puede ver en la imagen inferior, donde el usuario tiene una serie de iconos en los laterales de la pantalla, con los que puede seleccionar el instrumento que necesite. Tal y como ocurre en la vida real, también puede escoger si los usa con la mano izquierda o derecha.



Es importante destacar, que los instrumentos seleccionados mediante los botones del lateral derecho de la pantalla sólo pueden cogerse con la mano derecha, al igual que con los del lateral izquierdo únicamente se pueden sostener con la izquierda. Para ello, se han utilizado los métodos `isRight` y `isLeft`, respectivamente, disponibles desde la versión 2.0 del SDK de Leap Motion.

La peculiaridad de esta aplicación es la posibilidad de poder coger virtualmente los instrumentos quirúrgicos gracias al dispositivo Leap Motion.



Leap Motion lo que hace es trazar una imagen virtual de nuestras manos y articulaciones desde la muñeca, y rastrea todos los movimientos

Para ello hay que crear los gestos necesarios para controlar la aplicación informática que lo gestiona e integrarlos. Por lo tanto la incorporación del Leap Motion a cualquier aplicación sería muy simple. Al crear un gesto, el usuario podría definir una serie de parámetros, como la velocidad, los ejes en los que se realiza el movimiento o el rango de similitud del gesto con la actividad real. La aplicación del usuario almacenará los datos de los movimientos que utiliza, para que al realizar un movimiento compare con los gestos almacenados. Si se reconoce el gesto, se lanza un evento que captura la aplicación, y dependiendo del gesto efectuado, se realizará una acción u otra.



El dispositivo controla diferentes frames o imágenes utilizando una luz infraroja, averiguando la cámara lo que el dispositivo puede visualizar.

Pero además de las funcionalidades mínimas, se pueden establecer otros requisitos más avanzados para hacer que el prototipo sea aun más eficiente y personalizable dependiendo de las necesidades del usuario. Por ejemplo, al crear un movimiento concreto, el usuario podrá definir si la velocidad es importante o no.

Algunas empresas del sector informático han incorporado en sus equipos esta herramienta de control de movimiento Leap Motion, como Asus, en algunas notebooks de alto rango y en equipos de escritorio All in One y HP. Esto sin duda, facilitará la navegación a los usuarios. Sin embargo, aun se desconoce qué grado de cansancio corporal implica el uso de esta tecnología; o si produce menos agotamiento que el mouse o un teclado, tras varias horas de uso. Estos aspectos están aún por evaluar. Por eso a nosotros nos parece más oportuno utilizar esta tecnología en aspectos puntuales, en los que se requiera la utilización de las manos, para llevar a cabo sistemas de entrenamiento, como por ejemplo en el abordaje de una intervención quirúrgica laparoscópica, donde es sencillo emular los movimientos que se establecen en este tipo operación como se observa en la figura.



Somos conscientes que un simulador, por muy complejo y perfecto que sea, nunca podrá compararse totalmente con la realidad, por lo cual hemos de tener siempre muy presente sus limitaciones y que nunca suplirá totalmente el contacto con la situación real. Pero también es cierto que la combinación de métodos tecnológicos de simulación

muy próximos a la realidad, como el propuesto en nuestro trabajo, permiten conectarlos con la práctica clínica consiguiendo así un mejor aprovechamiento en el proceso de formación médica, como complemento a la práctica clínica real. En este sentido, la utilización de sistemas tecnológicos con manipulación manual de la imagen informatizada, como recurso adicional de entrenamiento y adiestramiento clínico, permite obtener posteriormente unos mejores resultados en estas tareas. Leap Motion nos descubre la tercera dimensión, añadiendo mayor profundidad e interacción con la escena.

No obstante, queremos resaltar que para comprobar los beneficios de la adopción de los nuevos dispositivos de control y manipulación manual, es necesario que exista un cambio de mentalidad y de aptitud de las partes implicadas. Este cambio será mucho más fácil a medida que los resultados con el manejo de estas tecnologías sean más visibles y cuando los distintos facultativos (médicos y cirujanos) puedan comprobar, directamente, las ventajas que aporta la utilización de estos dispositivos tecnológicos en el proceso de su formación continuada. Seguramente, en un futuro no muy lejano, las propias características técnicas de estos dispositivos, fomentarán la implicación en el aprendizaje, mediante la interacción directa con los contenidos de la aplicación informática; convirtiéndolos en un recurso excelente para la formación médica.



### **Consideraciones finales**

La integración de las tecnologías de entrenamiento clínico al proceso de formación médica sirve como apoyo a la docencia y proporciona las herramientas necesarias para que los estudiantes de medicina y los facultativos reciban una respuesta positiva en su proceso continuo de formación, a través de dispositivos tecnológicos de captación e interpretación de movimiento de las manos como Leap Motion, además de fomentar el trabajo colaborativo que proporciona los entornos virtuales de formación médica que



son verdaderas comunidades de aprendizaje que potencian aun más el proceso de aprendizaje de la medicina.

En la actualidad, los desarrollos informáticos de carácter docente para la formación médica, juegan un papel de mayor relevancia, como indicador del esfuerzo por la eficiencia y la mejora de la calidad de los procesos formativos médicos. En este sentido, el manejo de estos dispositivos tecnológicos de manipulación manual del ordenador, con Leap Motion, han llevado consigo cambios en los sistemas de transmisión del propio conocimiento; así como la confección de software médico-quirúrgico, de visión próxima a la realidad, para la formación médica y entrenamiento en las diferentes especialidades médico-quirúrgicas, permitiendo lograr habilidades en distintos campos de la medicina. Por otra parte, la creación y visualización de imágenes médicas tridimensionales mediante ordenador adquiere una nueva dimensión en la formación médico-quirúrgica, facilitando el análisis de cualquier estructura morfológica del organismo de una manera muy próxima a la realidad. Es evidente que los nuevos desarrollos tecnológicos de sensor de movimiento, ligados a la propia revolución informática, están transformando las técnicas de visualización y manipulación de la imagen médica. Por ello, nuestro propósito, es potenciar el desarrollo de destrezas en los profesionales de la medicina mediante el uso de las tecnologías informáticas de simulación, con la utilización de sistemas de sensores de movimiento, para mejorar el proceso formativo.

Lo ideal sería que este dispositivo tuviese sensores de movimiento, sin embargo esto le haría mucho más grande de tamaño y mucho más caro. Este aspecto le diferencia de otros dispositivos como Kinect, el cual si posee sensores, aunque presenta otros inconvenientes. Al ser un dispositivo de reciente creación, todavía existen pocos desarrolladores que ofrezcan aplicaciones para este dispositivo. No obstante, algunas de las existentes pueden permitirnos acercarnos a nuestras necesidades de implantación en la adquisición de habilidades quirúrgicas. Algunas de estas API (*Application Programming Interface*) permiten grabar diferentes gestos y movimientos para posteriormente ser reconocidos, como es el caso de LeapTrainer.js escrito en lenguaje JavaScript. Su funcionamiento es básico, al crear un nuevo gesto, se guardan los datos de dicho gesto en JSON (acrónimo de *JavaScript Object Notation*). Se trata de un formato ligero para el intercambio de datos. La simplicidad de JSON ha dado lugar a la generalización de su uso, especialmente como alternativa al uso de XML (*eXtensible Markup Language*). Luego al hacer un movimiento, se comparan los datos de los gestos

grabados con el movimiento mediante un algoritmo algebraico simple, y dependiendo del porcentaje de acierto, lo detecta o no.

Otro programa que se puede ejecutar en segundo plano para usar Windows mediante el Leap Motion, es AirKeys.js. Esta aplicación no permite añadir más gestos de los que ya tiene, y solo permite utilizar los predefinidos; pudiendo ser fácilmente configurable mediante el lenguaje XML.

Otra aplicación que nos permite grabar nuestros gestos y movimientos guardando los datos que devuelve Leap Motion a nuestra máquina mediante BVH ((Biovision Hierarchical Data) o JSON, es la llamada JestPlay, también escrita en lenguaje JavaScript.

JestPlay es más preciso, ya que al introducir los datos del movimiento, es capaz de reproducirlo en 3D, por lo que necesita los datos de cada dedo y sus ángulos. Sin embargo el LeapTrainer es más simple, y guarda pocos datos, siendo los necesarios para poder comparar gestos. La diferencia entre los dos es que el primero puede reconocer los gestos, y el segundo no.

Actualmente existen otros dispositivos similares en el mercado, tales como la *Nintendo Wii2* o la *Microsoft Kinect*, sin embargo, el *Leap Motion* proporciona una serie de ventajas que lo posicionan como el dispositivo de rastreo más adecuado para simular los gestos que se realizan durante una cirugía.

A diferencia de la *Wii*, que necesita de la videoconsola física, el *Leap Motion* funciona directamente con los ordenadores que posee cualquier usuario, sencillamente conectándolo a un puerto usb e instalando los *drivers* necesarios.

Respecto a la *Microsoft Kinect*, además de las evidentes ventajas en relación al precio y el tamaño (el *Leap Motion* cuesta menos de la mitad y es bastante más pequeño), existe otra clara diferencia en cuanto a sus funcionalidades. Mientras que la *Microsoft Kinect* realiza la detección de todo el cuerpo, siendo óptimo para actividades que busquen el rastreo del movimiento del esqueleto completo, es decir, aplicaciones del tipo *fitness games* o *dance games*, el *Leap Motion* es mucho más preciso detectando la posición y los movimientos realizados con los dedos, lo que proporciona una clara mejora en cuanto a la simulación de los gestos realizados al utilizar un instrumento quirúrgico, como es el caso del presente artículo, la simulación de una cirugía laparoscópica.

La construcción de una plataforma para detectar gestos y movimientos de las manos con una cámara demanda la implementación de varios subsistemas. En primer lugar, es necesario un componente que pueda diferenciar el cuerpo de interés de los demás

objetos en la escena. Luego, se requieren mecanismos para localizar los desplazamientos y reconocer las agitaciones. También es necesaria una interfaz para que el usuario pueda utilizar la plataforma. Para que el sistema sea útil, su funcionamiento debe ser eficiente y confiable, lo que se consigue con algoritmos de baja complejidad y tolerantes a varios ambientes. El algoritmo genera datos sobre la posición, rapidez y dirección del movimiento de las manos, los cuales son seleccionados según su consistencia con los parámetros localizados en las imágenes médicas; de este modo, cada vez que el usuario se detiene o agita temporalmente su mano sin realizar un desplazamiento neto, el programa lo notifica al sistema y actúa en consecuencia.

Estudios sobre la sociedad del conocimiento han puesto de manifiesto que el uso de las tecnologías, así como de los entornos virtuales de aprendizaje, bajo dispositivos de control manual, constituyen herramientas muy poderosas y efectivas para todos los niveles formativos en medicina, contribuyendo especialmente a mejorar el rendimiento a través de la interacción con sistemas de simulación clínica.

Las tecnologías proporcionan un abanico importante en la generación de procedimientos informáticos de formación médica de gran interés en diversos ámbitos de la Medicina y la Cirugía, especialmente en el dominio del diagnóstico clínico y en la adquisición de habilidades quirúrgicas. Además, estos procedimientos tecnológicos permiten crear situaciones artificiales que se acercan, en alguna medida, a la situación real, lo que consigue aumentar la motivación de los usuarios que las manejan y proporcionando una mejor comprensión de conceptos y habilidades técnicas que, por su complejidad, constituyen una tarea difícil de entender y aplicar.

La utilización de estas tecnologías en medicina, involucra cambios en el proceso de formación médico-quirúrgica y en el modelo docente tradicional. La utilización de tecnologías informáticas, de control manual, con dispositivos como Lepa Motion, constituye, hoy en día, una de las grandes revoluciones técnicas en el campo de la biomedicina, en el cual ha sabido obtener un mejor aprovechamiento respecto a otras áreas de conocimiento.

Los diferentes diseños de interfaces de usuarios generados en las aplicaciones informáticas médicas docentes que hemos desarrollado, entre el grupo de investigación VisualMed System, de la Universidad de Salamanca, y el Centro de Imagen y Tecnología del Conocimiento Biomédico, de Madrid, han demostrado tener un alto grado de satisfacción por parte de los usuarios finales que los han utilizado, manifestado en las encuestas de satisfacción practicadas. La calidad de nuestros procedimientos

informáticos, su diseño y presentación de los mismos, posiblemente sea la causa del éxito de estos desarrollos tecnológicos informáticos de innovación en el campo médico-quirúrgico, donde siempre se ha buscado la optimización en la formación médica, con la utilización de estos recursos.

A pesar de que el dispositivo está al alcance de todos por su bajo precio en el mercado, todavía no ha recibido el suficiente apoyo por parte de los desarrolladores, y por lo tanto a día de hoy ofrece pocas aplicaciones. Sin embargo, pensamos que este dispositivo innovador tiene muchas posibilidades de desarrollo y un futuro prometedor en la adquisición de habilidades clínicas. En la actualidad cada vez existen más ordenadores en el mercado que integran estas tecnologías de sensor de movimiento. No cabe duda que un futuro, no muy lejano, se llevarán a cabo diferentes modificaciones y se añadirán nuevas funcionalidades que mejoren esta tecnología.

La incorporación de simuladores como medio complementario de formación médica permitiría una más dilatada y efectiva adquisición de conocimientos y habilidades; de hecho se está ampliando su uso en aquellos ambientes más sensibles y competitivos.

Parece evidente que se ha comprobado que la simulación clínica con procedimientos tecnológicos como el que hemos desarrollado nosotros, constituye una herramienta útil para la adquisición de ciertas habilidades en cirugía laparoscópica, siendo el objetivo principal del entrenamiento mediante la simulación, la reducción, el tiempo o número de casos requeridos para adquirir las competencias en un ambiente real con el fin de disminuir costos, tiempo y errores.

Por ello, es importante continuar con el desarrollo de nuevos métodos de entrenamiento que favorezcan la creación de un mayor número de centros en los cuales se fomente la equidad en el aprendizaje, se adquieran diferentes destrezas mediante la repetición, se brinden oportunidades de intervención educativa antes de enfrentarse a pacientes reales y se dé la posibilidad de evaluar la competencia antes de enfrentar la realidad.



## Bibliografía

Chin AK, Moll FH, McColl MB (1994). Novel technique and instrumentation for laparoscopic application of hemostatic clips. *J Am Assoc Gynecol Laparosc (United States)*, 1(2) p150-3

Deroissis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun JS, Meakins JL.(1998). Development of a model for training and evaluation of laparoscopic skills. *Am J Surg.*;175:482-487.

Dubois, F., Berthelt, G., Levard, H. (1991). *Laparoscopic Cholecistectomy: Historic, Perspective and Personal Experience*, *Surgical Laparoscopy and Endoscopy*. 1:52-57, 1991.

Feldman LS, Sherman V, Fried GM. (2004). Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery.*;135:28-42.

Gallangeher, A.; McClure, N. (1999). *Virtual reality training in laparoscopic surgery: a preliminary assessment of minimally invasive surgical trainer virtual reality (MIST VR)*. *Endoscopy*, vol. 31, num. 4, pp 310-313.

Gómez, N., Iñiguez, S. y León, C. (1996). *Laparoscopia diagnóstica y cirugía laparoscópica*, Cap. 12. pág. 123-135. En: *Endoscopia Operatoria Abdominal*. Interamericana McGraw-Hill.

Gutt CN, Kim Z-G, Krähenbühl L. (2002). Training for advanced Laparoscopic Surgery. *Eur J Surg.*;168:172-177.

Juanes J.A., Gómez J.J., Peguero, P.D. y Ruisoto P. (2015). *Practical Applications of Movement Control Technology in the Acquisition of Clinical Skills*. Proceedings TEEM'15. pp: 13-17. Publication rights licensed to Association for Computing Machinery (ACM). New York. ACM 978-1-4503-3442-3446.

Keyser EJ, Derossis, M Antoniuk, HH Sigman, GM. (2000). A simplified simulator for training and evaluation of laparoscopic skills. *Surg End.*;14:149-53.

Langelotz C, Kilian M, Paul C, Shwenk W. (2005). LapSim virtual reality laparoscopic simulator reflects clinical experience in German surgeons. *Langenbecks Arch Surg.*;390:534-537.

Maithel SK, Villegas L, Stypolous N, Dawson S, Jones DB. (2005). Simulated laparoscopy using a head-mounted display vs traditional video monitor: An assessment of performance and muscle fatigue. *Surg Endosc*; 19: 406–411.

Narula VK, Watson WC, Davis SS, Hinshaw K, Needleman BJ, Mikami DJ, Hazey JW, Winston JH, Muscarella P, Rubin M, Patel V, Melvin WS. (2007). A computerized analysis of robotic versus laparoscopic task performance. *Surg Endosc*;21: 2258–226.

Schijven M, Jakimowicz J. (2003). Virtual reality surgical laparoscopic simulators. How to choose. *Surg Endosc*;17:1943-1950.

Stylopoulos N, Cotin S, Dawson S, Ottensmyer M, Neumann P, Bardsley R, Russel M, Jackson P, Rattner D.(2003). A clinically-based computer enhanced laparoscopic training system. *Stud Health Technol Inform*; 94: 336–342.

## Equipo de trabajo

### *Investigador principal:*

Prof. Dr. Juan A. JUANES MÉNDEZ

### *Equipo colaborador:*

Prof. Dr. Fco. Javier CABRERO FRAILE

Dr. Marcelo F. JIMENEZ LÓPEZ

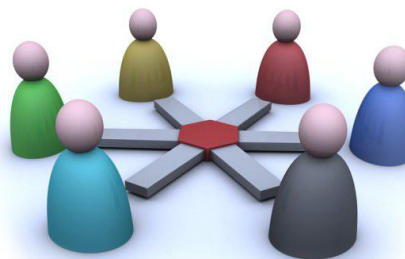
Dr. Jesús María GONÇALVES ESTELLA

Dr. Pablo RUISOTO PALOMERA

Prof. Dr. Manuel RUBIO SÁNCHEZ

Dr. Manuel ASENSIO GÓMEZ

Prof. Dr. José M. RIESCO SANTOS



Gran parte de este proyecto de innovación docente se ha desarrollado en las instalaciones del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, a través del grupo de investigación reconocido de la Universidad de Salamanca, VisualMed System (Sistemas de Visualización Médica Avanzada), al que pertenecen los participantes en este proyecto.



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

## Agradecimientos:

Este proyecto ha contado con la colaboración y asesoramiento tecnológico del Centro para la Imagen Biomédica en Extremadura (CIBEX). Centro de Cirugía Mínima Invasión J. Usón de Cáceres y del Centro de Imagen y Tecnología del Conocimiento Biomédico (CITEC-B). en Madrid.



CITEC-B®

*La integración y colaboración de los grupos de investigación de CITEC-B, CIBEX y VisualMed System, tiene como objetivo, apoyar y propiciar recursos tecnológicos que mejoren el proceso de formación médica, mediante la interacción entre el usuario y su ordenador, para que se adquieran habilidades y experiencias necesarias que le permitan conseguir los conocimientos adecuados para su práctica clínica diaria, así como en la planificación de intervenciones quirúrgicas guiadas por ordenador.*