

A. Gorostiaga  
D. Andía  
I. Brouard

Unidad de Endoscopia. Servicio de Obstetricia y Ginecología.  
Hospital de Basurto. Bilbao. Osakidetza.

Correspondencia:  
Dr. A. Gorostiaga Ruiz-Garma.  
Pérez Galdós, 12, 6.º izqda. 48010 Bilbao.  
Correo electrónico: agorosti@airtel.net

Fecha de recepción: 28/5/01  
Aceptado para su publicación: 11/12/01

### Aprendizaje diagnóstico y quirúrgico mediante endoscopia virtual y tutoría inteligente: p proyecto Lahystotrain

6

### *Diagnostic and surgical learning through virtual endoscopy and intelligent tutoring: the Lahystotrain project*

A. Gorostiaga, D. Andía, I. Brouard. Aprendizaje diagnóstico y  
quirúrgico mediante endoscopia virtual y tutoría inteligente:  
proyecto Lahystotrain. Prog Obstet Ginecol 2002;45(2):63-68.

#### RESUMEN

El proyecto Lahystotrain es una nueva posibilidad de aprendizaje de la endoscopia mediante realidad virtual, entorno multimedia y técnicas de tutoría inteligente.

#### PALABRAS CLAVE

Realidad virtual. Endoscopia. Inteligencia artificial.

#### SUMMARY

The lahystotrain project represents a new possibility for learning endoscopy through virtual reality, a multimedia environment and intelligent tutoring techniques.

#### KEY WORDS

Virtual reality. Endoscopy. Artificial intelligence.

#### INTRODUCCIÓN

Durante el aprendizaje de la endoscopia, el cirujano novel ha encontrado siempre grandes dificultades para practicar las técnicas quirúrgicas. Es ya clásico el inicio del entrenamiento usando un *pelvi-trainer*, un *hystero-sim* e incluso instrumentos reales. Sin embargo, estos modelos sólo ofrecen una imagen abstracta de la técnica y generalmente alejada de la realidad. Una vez adquirida cierta destreza, el entrenamiento en animales suele convertirse en una segunda fase, que choca a menudo con los derechos de éstos y encuentra dificultades de desplazamiento, algo que asimismo ocurre cuando hemos de acudir hasta centros acreditados en la formación

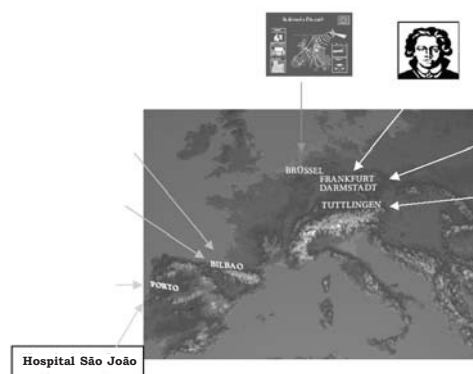


Figura 1. Consorcio Lahystotrain.

de endoscopia para continuar el aprendizaje en pacientes reales. Todo ello, sin referirnos al gasto económico que todo lo anterior puede suponer.

Por fin, el cirujano se encuentra cara a cara con sus propias pacientes reales y se da cuenta de que el proceso de entrenamiento no ha sido todo lo largo o intenso que le hubiese gustado.

Para llenar este vacío existente en el campo del aprendizaje de la endoscopia, se ha creado el consorcio Lahystotrain, coordinado por la Unión Europea (Consortium Educational Multimedia; proyecto MM1037 ET) e integrado por colaboradores de distintos puntos de Europa: el Servicio de Obstetricia y Ginecología del Hospital de Basurto (Osakidetza-Servicio Vasco de Salud) en Bilbao, el Centro de Investigación Tecnológica Labein (Zamudio, Vizcaya), el Hospital Universitario Materno-Infantil de Francfort (UFK), el Instituto Fraunhofer-IGD de Darmstadt, la compañía de aparatos endoscópicos Storz de Tübingen y el Hospital de São João y el Instituto de Ingeniería Biomédica (INEB) de Oporto (fig. 1).

Como puede verse, en el consorcio de este proyecto están incluidos usuarios finales (hospitales), fabricantes de aparataje endoscópico e instituciones de desarrollo tecnológico. Así, integra los esfuerzos de Fraunhofer-IGD en el campo de la realidad virtual para el entrenamiento quirúrgico<sup>1</sup>, Labein e INEB como dos instituciones con amplia y demostrada experiencia en sistemas multimedia y de entrenamiento inteligentes<sup>2</sup> y tres centros con una dilatada experiencia en la formación de médicos en el campo de la endoscopia<sup>3,4</sup>. El proyecto está financiado por la Unión Europea a través de los pro-

gramas Aplicaciones telemáticas y Leonardo da Vinci, que crearon el Consorcio Joint Call Educational Multimedia. El presupuesto alcanza la cifra de 2 millones de euros y la duración estimada del proyecto es de 30 meses.

## OBJETIVOS

- El objetivo primordial pretende superar los problemas actuales de los métodos tradicionales de entrenamiento en laparoscopia e histeroscopia, creando un sistema avanzado de entrenamiento inteligente (ATS) que combine la realidad virtual, técnicas multimedia y técnicas de tutoría inteligente para el aprendizaje controlado de la endoscopia.
- Pretende, además, incrementar la posibilidad de acceso a este nuevo método de aprendizaje a través de un sistema básico de entrenamiento (BTS) en Internet, mediante el desarrollo de una web dirigido a multitud de usuarios.
- Explotar el entorno de entrenamiento que ofrece Lahystotrain, en colaboración con firmas de *software* y aparatos endoscópicos.
- Usar esta aplicación en tres experiencias piloto en hospitales europeos con el fin de evaluar su eficacia y aceptabilidad.
- Basado en los resultados de los citados estudios pilotos, diseminar y extender el proyecto a centros interesados en Europa.
- Por fin, esperamos también con este proyecto tener un impacto positivo en la protección del medio ambiente, teniendo en cuenta que el uso de animales para entrenamiento es un problema desde el punto de vista de los derechos de éstos.

## ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto Lahystotrain se puede dividir en un BTS que permite al cirujano novel aprender la parte teórica de las operaciones endoscópicas y un sistema avanzado (ATS) que consta a su vez de un sistema tutor inteligente (ITS) como guía del aprendizaje y el simulador de realidad virtual con los modelos virtuales de las situaciones en que el cirujano se puede encontrar en cirugía endoscópica (fig. 1).

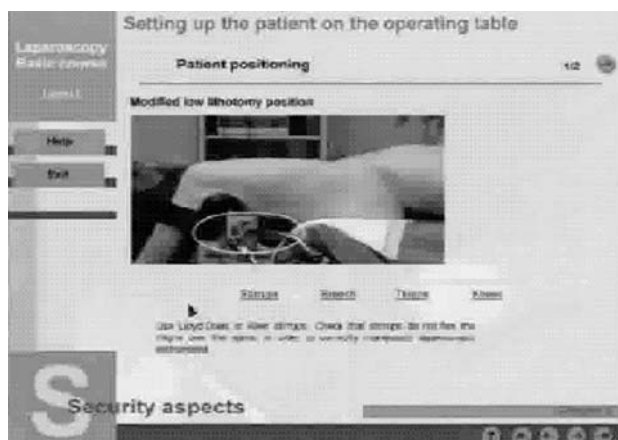


Figura 2. Sistema básico de entrenamiento (BTS).



Figura 3. Sistema avanzado de entrenamiento (ATS).

El BTS puede definirse como un "libro virtual" para la enseñanza básica del cirujano principiante en este campo de la medicina. Se pretende, además, tener un acceso a través de Internet mediante el servicio ofrecido por una página web y que los niveles graduales de aprendizaje sean reconocidos por prestigiosas sociedades europeas de endoscopia ginecológica.

Este BTS no necesita ningún sistema informático específico o muy complejo, sino que se puede acceder a él simplemente desde el soporte que ofrece un simple PC.

El sistema de entrenamiento por web (vía www) está concebido como una fase inicial del proceso de entrenamiento de los cirujanos. Estará integrado por un curso multimedia de aprendizaje de laparoscopia e histeroscopia, así como la posibilidad de consultar por el instructor (fig. 2). Esta información multimedia adicional (p. ej., audio y vídeo digital) mejora



Figura 4. Simulación de instrumentos endoscópicos.

enormemente el proceso de educación; permitirá, además, establecer conferencias electrónicas y consultar documentación importante publicada acerca de estos temas. Asimismo, el estudiante podrá moverse a través de diferentes lecciones del BTS. La facilidad del método y la interactividad lo convierte en muy atractiva.

El ATS ofrece la posibilidad de trabajar, como si se tratase de modelos reales, con modelos virtuales y requiere instrumentos y dispositivos específicos como una *silicon graphics workstation*, instrumentos de tracción y sistemas de retroalimentación de fuerza (fig. 3).

Permite crear una reconstrucción realista en 3D del campo quirúrgico, los instrumentos endoscópicos y su interacción con las estructuras anatómicas. Los sistemas de retroalimentación de fuerza permiten la simulación de fuerzas virtuales en las manos del usuario y de los movimientos de los instrumentos endoscópicos virtuales. Además, es posible simular las sensaciones de corte, deformación, colisión con objetos, etcétera.

Las imágenes del simulador se crean tras una descripción minuciosa de los elementos y su integración en programas informáticos capaces de modelar en 3D, con información obtenida de imágenes de resonancia magnética (RM), intervenciones endoscópicas y ayudas externas (fig. 4). Dichas imágenes simularán enormemente la vista endoscópica y podrán rotarse, así como podrá procederse a disecar y aislar los órganos. El resultado será una reconstrucción imaginaria de una porción específica de la anatomía del paciente, p. ej. un útero u ovario virtuales.

Ya existen otras reconstrucciones virtuales que están siendo utilizadas en otros campos de la medicina<sup>5</sup>, siendo quizá los trabajos más interesantes los del simulador quirúrgico KISMET, diseñado especial-

6



Figura 5. Quirófano virtual.

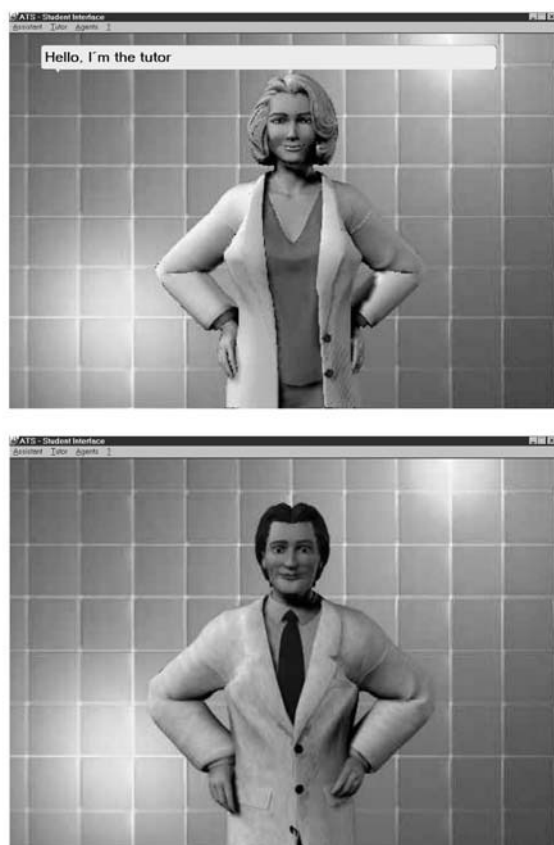


Figura 6. Agentes pedagógicos inteligentes.

mente para la simulación de deformaciones por el centro de Karlsruhe<sup>6</sup>. Dichas reconstrucciones tienen el objetivo de, partiendo de imágenes de tomografía



Figura 7. Agentes asistentes.

axial computarizada (TAC) o RM, conseguir endoscopias "virtuales", es decir, una reconstrucción virtual de, por ejemplo, cómo estaría un pólipo de colon a partir de las citadas imágenes radiológicas. Pero nuestro proyecto pretende ir más allá: una vez creadas esas imágenes, se pretende que se puedan aplicar procedimientos quirúrgicos "virtuales" lo más parecidos posible a lo que nos encontraremos ante el paciente real. Esto que hace unos años estaba en sus inicios<sup>7</sup> queremos que se convierta en una realidad. Tal y como evoluciona la tecnología, en un futuro surgirán mejoras y nuevas aplicaciones, pero hemos de tener paciencia y comprender que este campo de la simulación de realidad virtual avanza y esperamos que su desarrollo completo ocupe menos de los 40 años que han requerido los simuladores de vuelo para el entrenamiento de pilotos aéreos<sup>7</sup>.

Las aplicaciones de la realidad virtual prometen, por ello, ser una revolución en la educación médica<sup>8</sup>. Los cirujanos, para adquirir una destreza gradual en endoscopia, pueden practicar en un quirófano "virtual", aliviando la presión ejercida sobre otros colegas más experimentados que han de supervisarles y entrenarles en pacientes reales. Esto último supone un significativo ahorro de coste al permitir el entrenamiento en el propio centro en lugar de desplazarse a centros endoscópicos acreditados para la formación en endoscopia.

El ATS incorpora también un sistema tutor inteligente (ITS) cuyos objetivos son asesorar al cirujano aprendiz. El ITS guía a aquél a través de diferentes técnicas quirúrgicas, corrige sus errores, muestra los pasos correctos, sugiere modificaciones de la técnica y, por fin, evalúa al ginecólogo como cirujano endoscópico. Los componentes del ITS son:

- Una interfaz de pantalla (fig. 5) en la que el cirujano se mueve y que corresponde a un quirófano virtual.

- Agentes pedagógicos inteligentes (tutor y asistente), pensados para dar confort al cirujano y permitirle un aprendizaje correcto y sistemático (fig. 6).
- Agentes asistentes que se ocupan de complementar al cirujano (enfermera, técnico, anestesista) en el quirófano virtual en el que aquél se mueve (fig. 7).

Este prototipo de ATS se instalará en los hospitales para una primera evaluación y se complementará su funcionalidad durante un período aproximado de un año. Se propondrán las modificaciones sugeridas por los médicos y se aplicarán en lo posible. Finalmente, los últimos meses se dedicarán a la disseminación de los resultados del proyecto.

Diseminación: al final del proyecto se creará una instalación permanente en los hospitales que constituirá una referencia permanente para cualquier acción de marketing. Posteriormente, y con el objetivo de penetrar en el mercado, el entorno de Lahystotrain se venderá siguiendo un esquema modular:

1. Un paquete básico Lahystotrain para el entrenamiento básico por Internet. No requiere *hardware* costoso y aporta los conocimientos básicos de endoscopia.
2. Un paquete completo integrando el simulador de realidad virtual y el ITS. Será ofrecido a hospitales o centros de formación en endoscopia con un número suficiente de estudiantes para rentabilizar la inversión en el sistema. Para rentabilizar al máximo las posibilidades de explotación, el consorcio formará un Exploitation Management Board que será quien se encargue de los canales de comercialización.

## CONCLUSIÓN

Se puede afirmar que hay suficiente evidencia de las ventajas que ofrece este método de entrenamiento: permite un aprendizaje seguro, evitando otros métodos más costosos y de más riesgo que, además, no permiten al cirujano novel tanta flexibilidad.

No sólo eso, sino que el cirujano se puede enfrentar a múltiples escenarios que corresponden a las diferentes técnicas quirúrgicas endoscópicas que tendrá que llevar a cabo en laparoscopia e histeroscopia.

Lo innovador de este método puede concluirse en:

- Reducción de costes.
- Disminución de la curva de aprendizaje en pacientes reales.
- Disminución de las complicaciones gracias al entrenamiento previo.
- Flexibilidad (practicar tanto como sea necesario, simulando situaciones poco esperadas).

Esperamos que el éxito de este proyecto contribuya a la divulgación de la endoscopia y el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la medicina.

## AGRADECIMIENTOS

A José Luis Los Arcos y todos los componentes de su equipo de trabajo del centro de investigación técnica LABEIN, sin cuya ayuda técnica jamás hubiésemos podido llevar esto adelante.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Ziegler R, Müller W, Fischer G, Göbel M. A Virtual Reality medical training system. En: Ayache N, editor. Computer vision, virtual reality and robotics in medicine. Lecture notes in computer science 905, Heidelberg: Springer-Verlag, 1995; p. 282-6.
2. Los Arcos JL, Fuente O, Orúe L, Arroyo E, Leanizbarrutia I, Santander J. Lahystotrain: integration of virtual environments and intelligent training systems for surgery training. 5<sup>th</sup> International Conference, ITS 2000. Montreal, 2000. En: Gauthier G, Frasson C, VanLehn K, editors. Lecture Notes in Computer Science, 1839.
3. Gorostiaga A, Andía D, Arrizabalaga MI, Lobato JL, Brouard I, Usandizaga JM. Hysteroscopy: an alternative to dilatation and curettage in the diagnosis of postmenopausal bleeding. J Obstet Gynaecol 2001;21:67-9.
4. Andía D, Lafuente P, Matorras R, Usandizaga JM. Uterine side effects of tamoxifen. Eur J Obst Gynaecol Reprod Biol 2000;92:235-40.
5. Satava RM. Virtual endoscopy: diagnosis using 3-D visualization and virtual representation. Surgical Endoscop 1996; 10:173-4.
6. Kühnapfel U, Krumm H-G, Kuhn C, Hübner M, Neisius B. Endosurgery simulations with KISMET. En: Proceedings of virtual reality world'95. Stuttgart, 1995.
7. Satava RM. Virtual reality surgical simulator. The first steps. Surgical endoscopy 1993;7:203-5.
8. Gorostiaga A, Brouard I, Andía D. Virtual endoscopy. Proceedings of the 15<sup>th</sup> European Congress of Obstetrics and Gynaecology; 2000, junio 21-24; Basel.