

# Microscopía Virtual en la Enseñanza de la Anatomía Patológica en Medicina

Alós L, Ordi O, Martínez A, Ordi J, Cuatrecasas M., Ramírez J., Ribalta T., Fernández P., Campo E., Solé M., Díaz A., Mallofré C., Balagué O., Martínez D., Bombí J.A.

Dpt. de Anatomía Patológica, Farmacología y Microbiología. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. Barcelona

## Resumen

**Introducción y objetivos:** La microscopía virtual (MV) se ha introducido en la educación post-graduada en las Facultades de Medicina. No obstante, la experiencia acumulada con esta tecnología es aún limitada y existen muy escasas evidencias sobre su impacto sobre los estudiantes. Los objetivos del estudio fueron: 1) determinar si el posible impacto sobre las notas en los exámenes prácticos de la asignatura del paso de las preparaciones de cristal y el microscopio convencional (MC) a las preparaciones virtuales y el MV, y 2) evaluar la impresión subjetiva de los estudiantes en relación con el impacto de la MV en su aprendizaje.

**Métodos:** Se evaluaron dos grupos que realizaron la asignatura de Patología en el curso 2013-2014, uno usando MC y el otro MV. Las mismas preparaciones utilizadas en el grupo de MC fueron digitalizadas en un escáner Ventana iScan HT a 20x y presentadas a los estudiantes con el visor Virtuoso (Roche diagnostics). Se evaluó el nivel de conocimientos alcanzado por los estudiantes mediante un examen online. Se realizó una encuesta a los estudiantes del grupo MV para evaluar sus impresiones sobre el recurso docente.

**Resultados:** No existieron diferencias entre los dos grupos en cuanto a las notas obtenidas en el examen online:  $9,87 \pm 0,34$  para el grupo de MC, vs  $9,86 \pm 0,53$  para el grupo de MV;  $p=0,880$ . La característica más valorada de la MV fue la posibilidad de acceder a las imágenes en cualquier lugar y a cualquier hora (93,3%). El 86,6% de los estudiantes encontraron que el software era fácil de usar y efectivo. El 71,6% de los estudiantes consideraron que la navegación era más fácil con el MV que con el MC.

**Conclusiones:** La MV puede reemplazar de forma efectiva los métodos tradicionales de aprender patología y proporcionan movilidad a los estudiantes.

## Introducción

En los últimos 20 años hemos asistido a un enorme desarrollo de los recursos docentes basados en Internet destinados a complementar o reemplazar los métodos tradicionales de enseñanza. Estos recursos tienen claros beneficios con respecto a los métodos clásicos, puesto que permiten actuar de forma simultánea sobre un gran número de estudiantes. Ello ha permitido a las Facultades de Medicina enseñar de una forma más coste-efectiva.

La histología y la anatomía patológica tienen un papel esencial en la educación de pre-graduados durante los estudios de medicina. Clásicamente, el conocimiento práctico de estas asignaturas se ha transmitido mediante clases prácticas realizadas con preparaciones histológicas de cristal y microscopios convencionales (MC), al estar los recursos web limitados a imágenes estáticas, excesivamente alejadas de la práctica real. La microscopía virtual (MV), denominada frecuentemente por las siglas anglosajonas WSI (whole slide imaging), desarrollada en años recientes, ha representado una revolución al permitir que estas disciplinas puedan ser impartidas on-line. La MV permite crear imágenes digitales de las secciones histológicas las cuales, mediante el uso de programas específicos, pueden ser vistas y ampliadas en tiempo real a través de la web. Estos sistemas permiten usar el ordenador de forma muy similar a la de un MC y observar preparaciones histológicas completas con una resolución similar a la del microscopio. En la actualidad existen varios sistemas diferentes capaces de digitalizar preparaciones histológicas y producir preparaciones virtuales de excelente calidad. El rápido progreso de esta tecnología y sus múltiples ventajas potenciales van a revolucionar, no solo la docencia, sino que van a tener también un gran impacto en el diagnóstico rutinario en Anatomía Patológica, y es probable que en los próximos años asistamos a un progresivo cambio desde la MC a la MV en los servicios hospitalarios de Anatomía Patológica.

En este estudio presentamos la experiencia en la transición de un curso de Anatomía Patológica General en la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona desde una enseñanza práctica basada en la MC a un nuevo formato en el cual esta herramienta ha sido totalmente eliminada, y todo el trabajo de microscopio se realiza de forma autónoma sobre los ordenadores de los propios estudiantes utilizando MV. Los objetivos específicos del estudio fueron: 1) evaluar la impresión subjetiva de los estudiantes en relación con el impacto de la MV en su aprendizaje; 2) determinar si el paso de las preparaciones histológicas y el microscopio convencional a las preparaciones virtuales y el ordenador tiene o no un impacto en las notas de los estudiantes en los exámenes prácticos de la asignatura; y 3) evaluar los cambios en los hábitos estudio asociados a la introducción de esta herramienta.

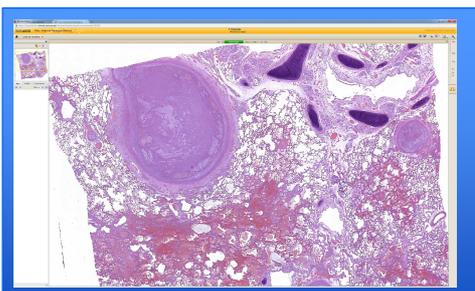


Figura 1. Imagen mostrada por el visor de microscopía virtual a los alumnos. En el recuadro de la izquierda el visor presenta una representación a pequeña escala de la sección completa (thumbnail) para ayudar al alumno en la navegación por la preparación.

## Material & Métodos

El estudio se realizó en el Departamento de Anatomía Patológica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. La Universidad implementó la plataforma Moodle (modular object-oriented dynamic learning environment) en 2004 y toda la información de las diferentes asignaturas, así como la mayoría de las actividades de cada asignatura está disponibles para los alumnos dentro de esta plataforma.

La acción se llevó a cabo en la asignatura Anatomía Patológica General que se imparte en tercer curso durante un cuatrimestre y tiene 6 créditos ECTS (European Credit Transfer System). Dos grupos diferentes realizan la asignatura cada año, el primero de septiembre a enero y el segundo de febrero a junio. Todos los estudiantes de ambos grupos tenían experiencia previa en el uso del MC durante un año completo en la asignatura de Histología. Durante el curso 2013-2014 un grupo estudió Anatomía Patológica usando MC, mientras que el segundo grupo realizó la asignatura utilizando MV.

Preparaciones virtuales, navegación y ficheros con información relacionada

Todos los casos fueron digitalizados en un escáner Ventana iScan HT (Roche Diagnostics, Sant Cugat, España) a una magnificación de 200x. El sistema crea imágenes digitales de alta resolución de los cortes histológicos. Todos los archivos de imagen se almacenaron en un servidor hospedado en la División Española de Roche Diagnostics. Los estudiantes accedían a las preparaciones virtuales a través de un hiperlink en la plataforma Moodle, usando sus propios ordenadores como microscopios virtuales. Las imágenes son visualizadas en el visor Virtuoso (Roche), que funciona como un navegador de Internet y simula un MC (Figura 1). Virtuoso está diseñado para organizar las imágenes en diferentes casos, y los casos en grupos. No se requiere instalación de programas específicos para visualizarlas preparaciones virtuales.

En la página principal de la asignatura de la plataforma Moodle se colgaron dos documentos de ayuda en formato pdf. Uno de ellos incluía información general para guiar al estudiante sobre cómo acceder al visor y el nombre de usuario y la contraseña necesarias para acceder a la página web. El segundo archivo pdf incluía un texto con explicaciones y descripciones sobre cada uno de los casos incluido en la práctica, con el objeto de orientar al alumno sobre qué debía ver en cada preparación virtual.

Evaluación online del nivel de conocimientos prácticos

Se realizó un test online para evaluar el nivel de conocimientos prácticos alcanzado por los estudiantes en la evaluación de las lesiones microscópicas. Se creó un banco con 200 preguntas de elección múltiple sobre la plataforma Moodle. Todas las preguntas estaban basadas en microfotografías estáticas preparadas por los profesores de la asignatura sobre áreas seleccionadas de las mismas 32 preparaciones histológicas incluidas en las dos prácticas microscópicas. Cada una de las preguntas tenía 5 posibles respuestas con una sola de válida. Cada respuesta correcta se valoraba con 1 punto positivo y se penalizaba cada respuesta incorrecta con -0,25. Para el examen se seleccionaron al azar 40 preguntas del conjunto general. El test estuvo disponible en la plataforma Moodle durante 24 horas. Tanto el orden de las preguntas como el de las respuestas dentro de cada pregunta variaban al azar de forma automática para cada estudiante. De este modo, las preguntas y las respuestas se presentaban de forma diferente a cada alumno. El tiempo máximo para completar el examen era de 20 minutos.

Encuesta voluntaria a los alumnos

A los estudiantes del curso MV, se les realizó una encuesta voluntaria al final del curso, tras haber realizado las prácticas y el test de evaluación. La encuesta pretendía evaluar las impresiones de los estudiantes en relación al impacto de la MV en su aprendizaje y las ventajas o desventajas de la nueva tecnología en relación a sus experiencias previas con la microscopía óptica convencional. La encuesta fue diseñada utilizando la página web libre Survey Monkey: <https://www.surveymonkey.com/> (SurveyMonkey®, Menlo Park, CA, USA) y fue colgada como un hiperlink en la plataforma Moodle. La encuesta se abrió una vez finalizado el test de conocimientos online y permaneció abierta durante una semana completa. La encuesta planteaba preguntas sobre diferentes aspectos del uso de la MV, los documentos de ayuda y el test. Las preguntas estaban agrupadas en los siguientes apartados: A) utilidad de los documentos de ayuda; B) el software y la navegación; C) microscopio virtual vs microscopio convencional; D) utilidad de la presentación del uso de la MV por parte del profesor; y E) el test en campus virtual (Tabla 1). La encuesta realizada a los estudiantes estaba diseñada en forma de escala de Likert con cinco posibles opciones: completamente de acuerdo, de acuerdo, neutro, en desacuerdo, y totalmente en desacuerdo. La preservación de la intimidad y los aspectos éticos se garantizaron mediante la voluntariedad y la total anonimidad de la encuesta.

Análisis de los datos

El análisis estadístico se realizó usando el programa SPSS (versión 18.0; SPSS, Inc, Chicago, IL). Los resultados se presentan como números absolutos y porcentajes o medias y desviaciones estándar. El análisis fue básicamente descriptivo, incluyendo pruebas de Chi cuadrado y T de Student.

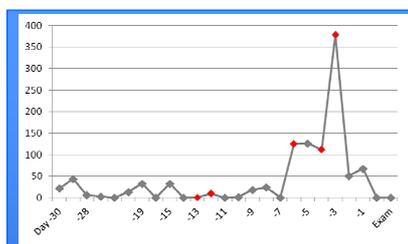


Figura 2. Número de accesos a las preparaciones virtuales desde la apertura de la página web hasta el día del examen. El eje x (the X axis) shows the day of accession in relation to the exam (day 0). The Y axis shows the absolute number of accesses. Red marks identify accessions on weekends/holidays (Saturday, Sunday or other holidays). Grey marks indicate work days.

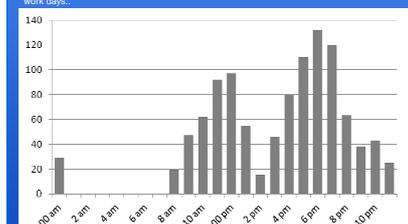


Figura 3. Time of accesses to the virtual slides during the day. The X axis shows the time of the day and the Y axis shows the absolute number of accesses

## Resultados

Características de los grupos

El curso de MC tenía 88 estudiantes, 67,0% (59/88) mujeres y 33,0% (29/88) hombres, con una edad media de  $20,6 \pm 1,4$ . El curso de MV tenía 93 estudiantes, 68,8% (64/93) mujeres y 31,2% (29/93) hombres, con una edad media de  $2,8 \pm 1,3$ . No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos.

Características de las preparaciones virtuales

El tamaño de los archivos varió entre 149.321 a 1.851.049 Kilobytes (media  $751.562,7 \pm 413.330,2$  Kb). El peso total de los 32 archivos de imagen fue de 24.050.005 Kb. Las imágenes escaneadas pueden ser vistas hasta desde menos de 1 aumento hasta una magnificación máxima de 400x, están siempre enfocadas, y tienen un contraste y una iluminación optimizados. El visor presenta una representación en pequeño tamaño de la imagen completa (thumbnail) en la que un rectángulo indica el área que se está visionando en cada momento. Ello permite al estudiante orientarse durante la navegación (Figura 1).

Evaluación online del nivel de aprendizaje

La nota media en el examen online de los alumnos del curso de MC fue de  $9,87 \pm 0,34$  (límites 8,3-10), y todos los estudiantes aprobaron el examen. Setenta y seis de los 88 alumnos (86,4%) contestaron correctamente todas las preguntas. La nota media en el examen online de los alumnos del curso de MV fue de  $9,86 \pm 0,53$  (límites 6,7-10) y 91/93 estudiantes (97,8%) aprobaron el examen. 85 de los 93 alumnos (91,4%) respondieron correctamente a todas las preguntas. No se observaron diferencias entre los dos grupos ( $p=0,880$ , test T de Student).

Auditoría de los accesos al visor por parte de los alumnos

80,3% de los accesos (862/1073) se realizó en el día de la semana previa al examen. El 57,5% de las visitas se realizó en domingos o días festivos y el 42,5% en días laborables. La hora más temprana de acceso fue a las 8:33 am y el acceso más tardío fue hecho a las 00:55 am. El 58,1% de las visitas se realizó en horas laborables (entre las 8:00 am y las 6:00 pm), mientras que el 41,9% se los accesos fueron posteriores a las 6:00 pm. El tiempo medio de acceso a cada imagen por parte de los estudiantes fue de 4 minutos 02 segundos. Así, el tiempo medio total que cada estudiante utilizó para ver las 32 preparaciones incluidas en el curso fue de 2 horas y 55 minutos.

Encuesta a los estudiantes

61 de los 93 (65,6%) estudiantes participaron en la encuesta. Las medias de las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas en la encuesta se muestran en las Figuras 2 (cuestiones del grupo A) utilidad de los documentos de ayuda; 3 (cuestiones del grupo B) el software y la navegación; 4 (cuestiones del grupo C) microscopio virtual vs microscopio convencional; 5 (cuestiones del grupo D) utilidad de la presentación del uso de la MV por parte del profesor) y 6; (cuestiones sobre el grupo E) el test en campus virtual). El 86,6% de los estudiantes opinó que el software era fácil de utilizar y efectivo para los propósitos del curso. La característica más apreciada de la MV fue la posibilidad de acceder a las imágenes en cualquier lugar y a cualquier hora (93,3%) y el 71,6% de los estudiantes opinaron que la navegación con las preparaciones virtuales era más fácil que con las preparaciones convencionales.

Tabla 1. Preguntas realizadas a los alumnos en la encuesta de satisfacción sobre el uso de la microscopía virtual

A	Los documentos de ayuda
1	Las instrucciones de acceso al microscopio virtual son comprensibles y fáciles
2	Los documentos con las descripciones histológicas permiten entender las imágenes
B	El software: navegación y ventajas
3	El software es fácil de utilizar
4	Las imágenes tienen una resolución adecuada que permite identificar los tejidos
5	La rapidez de carga de las imágenes es adecuada
6	La posibilidad de ver las preparaciones en cualquier momento es una ventaja
7	No ha sido relativamente fácil identificar las estructuras en las imágenes virtuales
8	He tenido problemas con el acceso o la navegación
C	Microscopio virtual vs. microscopio convencional
9	La navegación por las imágenes en el ordenador es más fácil que en el microscopio
10	El microscopio virtual ahorra tiempo en relación con el microscopio convencional
11	Prefiero utilizar el microscopio virtual que el microscopio convencional
12	Deberían eliminarse las prácticas con el microscopio convencional
13	Prefiero utilizar el microscopio convencional que el microscopio virtual
14	Deberían eliminarse las prácticas con el microscopio virtual
D	La práctica de presentación por parte del profesor
15	La visualización rápida de las preparaciones por parte del profesor me ha resultado útil
16	El tiempo de la práctica de presentación debería ser más largo
17	La presentación de las preparaciones por parte del profesor es innecesaria
E	El test en campus virtual
18	El test en campus virtual era muy difícil
19	El tiempo que hemos tenido por responder el test en campus virtual era excesivamente corto
20	Era muy difícil identificar las imágenes
21	El test es una buena forma de evaluar los conocimientos adquiridos con el microscopio virtual

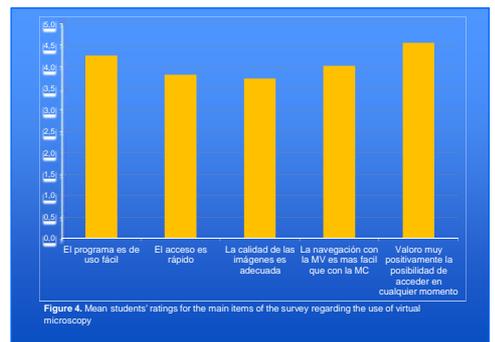


Figura 4. Mean students' ratings for the main items of the survey regarding the use of virtual microscopy

## Conclusión

La MV puede reemplazar de forma efectiva los métodos tradicionales de aprender patología y proporcionan movilidad a los estudiantes.