



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Vicerrectorado de Profesorado, Formación y Coordinación
Dirección de Secretariado de Formación de PDI
Vicerrectorado de Innovación y Desarrollo Tecnológico
Dirección de Secretariado de Innovación y Desarrollo Tecnológico

IV JORNADAS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA Y ENSEÑANZA VIRTUAL EN LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UN MICROSCOPIO VIRTUAL PARA FOMENTAR APRENDIZAJE AUTÓNOMO

Antonio J Jiménez, José-Manuel Fernández-Fígares, Josefa Ruiz, Alicia Rivera, Jesús Santamaría, Ignacio Pérez, Manuel Baleriola, Victoriano Giralt y Antonia Gutiérrez

Facultad de Ciencias y Servicio Central de Informática. Universidad de Málaga

ajjimenez@uma.es

TEMA/PROBLEMA

Crear una herramienta virtual que permita un aprendizaje autónomo que complemente el trabajo de las clases prácticas en el laboratorio

PALABRAS CLAVE

Recursos didácticos, autoaprendizaje autónomo, microscopía, biología celular

CONTEXTO

El desarrollo de esta herramienta virtual ha sido dirigido a alumnos de las asignaturas donde se haya implicada la docencia del Área de Biología Celular. Esta herramienta también podría ser de utilidad para numerosas disciplinas donde se emplea la microscopía como: Medicina, Veterinaria, Enfermería, Fisioterapia, Odontología, Podología, etc.

Todas estas asignaturas se imparten en aulas (grupos grandes) y en laboratorios (grupos pequeños), empleando imágenes microscópicas que deben ser mostradas y estudiadas. Esas imágenes son obtenidas mediante el microscopio, que es una herramienta óptica básica y esencial en esta disciplina. El microscopio es además un aparato que los alumnos usan con mucha frecuencia en las clases prácticas de laboratorio. Este instrumento, si es de calidad, tiene un coste elevado y mantenimiento delicado. Como consecuencia, ni los alumnos pueden disponer de él en sus domicilios ni se puede usar fuera de las clases prácticas. Por otro lado, está el problema de la no disponibilidad de preparaciones histológicas fuera del laboratorio. Por ello, se ha planteado crear una herramienta virtual que pueda suplir el microscopio en las clases prácticas y que los alumnos puedan tener a su libre disposición desde cualquier ordenador para el estudio autónomo. Un microscopio es un aparato óptico donde existe una combinación de lentes que permite explorar espacialmente, con diferentes magnificaciones, un objeto o

preparado mediante un desplazamiento lateral de la platina donde se coloca el preparado. Hasta hace poco tiempo, crear una herramienta virtual de este tipo no estaba al alcance de la imaginación de los docentes. Un microscopio virtual puede definirse como el desarrollo de nuevas capacidades digitales que permiten la visión y navegación on line a través de preparados digitalizados de alta resolución (Mikula *et al.*, 2007), sintetizando por tanto tecnologías de microscopía y digitales (http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_microscopy). Con respecto a la microscopía tradicional tiene ciertas ventajas, porque, además de facilitar la observación remota y la posibilidad de compartir datos y observaciones, permite realizar anotaciones y *data-minig* (Mikula *et al.*, 2007). Se trata de una herramienta importante y prometedora. Así, la agencia NASA de los EEUU de América, entre sus objetivos dirigidos a la ciencia y tecnología en general, fundó un proyecto de microscopio virtual (<http://virtual.itg.uiuc.edu/>) con estas características. La importancia de esta herramienta se ha puesto de manifiesto por el premio que dicha agencia ha otorgado a dicho proyecto (<http://virtual.itg.uiuc.edu/results/index.shtml#award>). Esta herramienta tiene una gran utilidad no sólo docente, sino también en la propia investigación y diagnóstico patológico (McCullough y cols. 2004). Desde entonces, diversas universidades de los EEUU de América y relevantes empresas de microscopía han creado programas y aparatos para los microscopios virtuales (Blystone, 2003). A raíz de la importancia que puede crear este tipo de metodología, han aparecido numerosos aparatos desarrollados con el fin de obtener imágenes adecuadas de preparados para ser utilizadas en los microscopios virtuales (McCullough *et al.*, 2004). Hoy en día, con fines divulgativos, comerciales o educativos en la *web* se puede acceder a microscopios virtuales:

-http://sales.hamamatsu.com/en/products/system-division/virtual_microscopy.php?source=ggl-adword&gclid=CN-1-i9u6UCFZQK3wodqzCNXw
-<http://www.olympusmicro.com/primer/virtual/virtual.html>
-http://www.catalogored.cl/recursos-educativos-digitales/virtual-microscope.html?subsector_media=73
-<http://www.olympusmicro.com/primer/virtual/virtual.html>
-http://www.histology.be/digital_microscope_histology_.html
-<http://www.dartmouth.edu/~anatomy/Histo/index.htm>

Hay que tener en cuenta que una herramienta virtual de este tipo no debería consistir sólo en subir a una página web una fotografía -en este caso se llaman micrografía- para que pueda verse e interpretarse a distintos aumentos, aplicando una magnificación con una consecuente pérdida de calidad en la imagen. Consiste, sin embargo, en permitir aplicar aumentos variables donde la magnificación se corresponda verdaderamente con la que se observa cuando se usa en el laboratorio, y además poder viajar por la preparación como si se estuviera moviendo la platina. La obtención de imágenes adecuadas para poder formar parte de un banco informático al que acceda un microscopio virtual es el principal obstáculo. En el desarrollo de este proyecto hemos tenido la oportunidad de **crear** un banco de imágenes de ese tipo (histoteca virtual), y que por tanto ha podido ser utilizado.

OBJETIVOS

1. Desarrollo de un software educativo que permita la simulación informática de un microscopio óptico (Microscopio Virtual).
2. Creación de una base de datos de imágenes digitales (histoteca virtual).
3. Utilización de este software por los alumnos.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Se ha desarrollado un software educativo consistente en una página web con las características que se describen a continuación. Se ha creado una página con un acceso federado utilizando simple SAML php, lo que permite que cualquier persona dada de alta en la Universidad de Málaga (UMA) pueda acceder a esta página e incluso cualquiera de otros centros docentes federados con la UMA. Así mismo se permite gestionar los permisos para indicar quien tiene acceso para ver y quien para editar las imágenes, permiso de alumno y permiso de profesor respectivamente. El lenguaje de programación con el que se ha hecho la página se denomina Django/Python. En esta página se puede visualizar preparaciones digitales de tejidos y órganos animales y vegetales seleccionados a partir de una base de datos (Imágenes). La base de datos (Postgre) consta de 1043 imágenes digitales divididas en dos grandes secciones: Histología Normal e Histología Patológica. Las imágenes están en formato pyramidal file.tiff (varias imágenes en un archivo) y ocupa cada una entre 1 y 3 Gigabytes. La base de datos contiene los ficheros de los diversos tejidos y órganos de forma que la búsqueda de la preparación digital es fácil y rápida. El sistema permite el acceso simultáneo de múltiples usuarios.

Para visualizar las imágenes se ha utilizado un servidor de imágenes que se llama IIP Server. El cliente que está hecho en Java Script nos permite movernos sobre la imagen utilizando el ratón, seleccionar los aumentos con los que deseamos ver la imagen, de forma similar como si se cambiará el objetivo (lente de aumentos) de un microscopio. El Microscopio Virtual es una herramienta dinámica (interactiva) ya que permite hacer zoom a la imagen en tiempo real. Asimismo, se visualiza una imagen en miniatura para permitir al alumno navegar por la imagen de forma rápida y saber en todo momento que punto en concreto está mirando.

El software permite navegar por la totalidad de la imagen con cualquiera de los objetivos. De esta manera se puede analizar con detalle todo el preparado de igual forma a como se hace en un microscopio óptico convencional, pero con la ventaja de utilizar un ordenador desde casa u otra localización. Además de fomentar el autoaprendizaje, éste programa informático permite, a través de la visualización de la imagen en una pantalla, la interacción de varios usuarios para analizar y diagnosticar de forma conjunta la imagen, así como la interacción profesor-alumno.

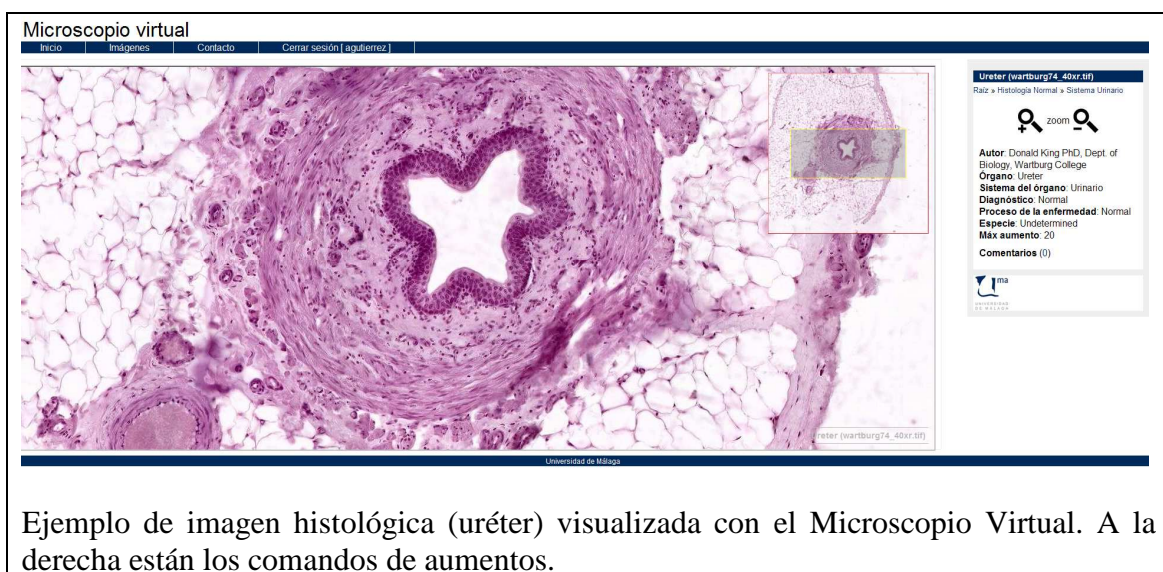
Para poder ser utilizada mediante el Microscopio Virtual diseñado, se ha creado una Histoteca Virtual con un total de 1043 preparaciones virtuales. Una preparación virtual es uno o un conjunto de archivos que contienen toda la información en imágenes de toda una preparación. Un sistema informático conectado a un microscopio realiza el barrido (escaneado) mediante fotografías de toda la preparación, y las organiza de manera que, mediante un software especial, es posible tener una imagen a bajo aumento a modo de mapa de la preparación y los sucesivos altos aumentos. Una de las ventajas más inmediatas de este sistema es que permite obtener fotografías a bajo aumento con un enfoque perfecto, pues el bajo aumento proviene del ensamblado de imágenes bien enfocadas a alto aumento. Los archivos obtenidos tienen un peso (tamaño) muy elevado que puede oscilar entre 200 MB y 40 GB.

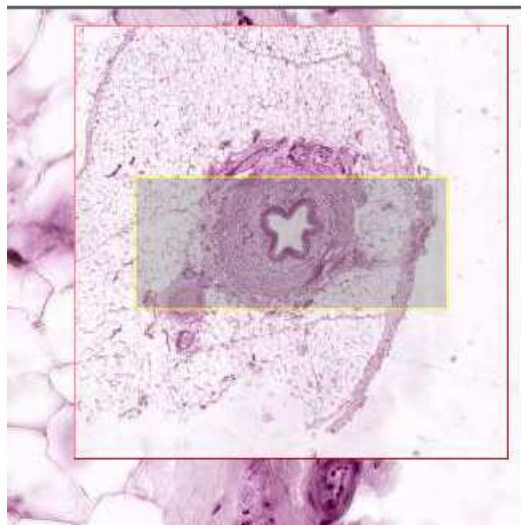
El sistema para el escaneo y digitalización virtual de las preparaciones funciona mediante la adquisición, empleando un fotomicroscopio especializado, donde de una foto a menor aumento que luego se subdivide en miles de cuadrados; cada cuadrado a su vez se convierte en una nueva fotografía a mayor aumento y se vuelve a subdividir en otros cuadrados o imágenes a un nuevo aumento mayor. De esta manera se obtienen nuevas fotos progresivamente. En el transcurso del escaneo se ensamblan o “encadenan” todas las imágenes obtenidas en el mismo plano de aumento y al finalizar del “escaneo” en todas las magnificaciones, se compaginan las imágenes como una proyección piramidal, la cual se proyecta digitalmente en la preparación virtual de manera invertida.

A diferencia de las preparaciones físicas, que se van deteriorando con el tiempo, este sistema permite mantener con buena calidad las imágenes de forma ilimitada. La información virtual siempre está disponible para ser utilizada por múltiples usuarios, con gran portabilidad, estandarización y flexibilidad en la exploración. Otra ventaja de tener las preparaciones digitalizadas, es la posibilidad de realizar anotaciones, marcar regiones de interés, utilizar técnicas de segmentación de imágenes y reconocimiento de patrones, así como análisis, comparación y medidas.

Para la creación de esta histoteca hemos contado también con la aportación realizada por la Universidad de Iowa (Estados Unidos). El Dr. Fred R. Dee del *Department of Pathology* de esa universidad (*College of Medicine*) ha creado un microscopio virtual (<http://www.path.uiowa.edu/virtualslidebox/>) con fines educativos y que cuenta con una amplia histoteca (Slide box) de imágenes de Histología Animal, Histopatología, Citología y Patología Comparada. A lo largo del desarrollo del proyecto establecimos contacto con el Dr. Dee, el cual amablemente nos cedió un paquete de imágenes de alta calidad para nuestra base de datos.

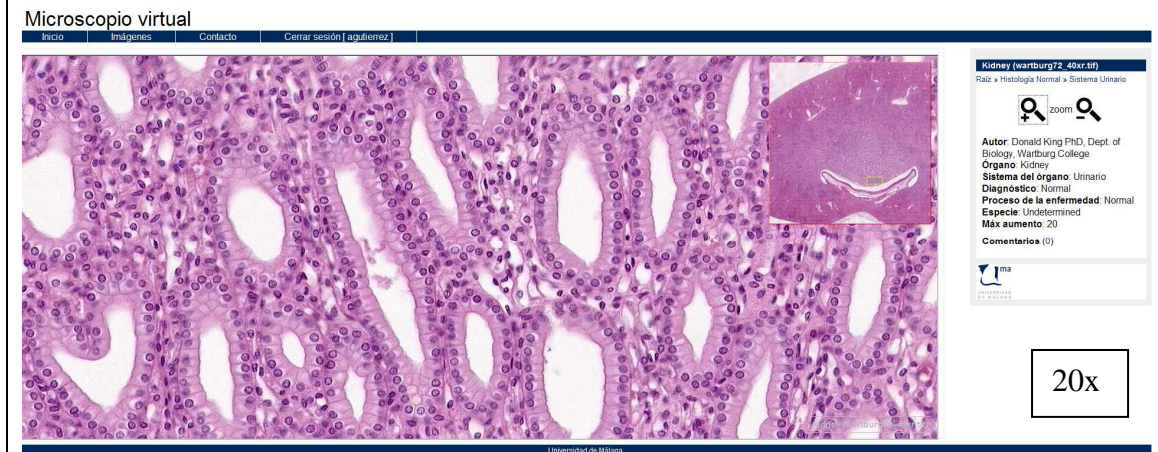
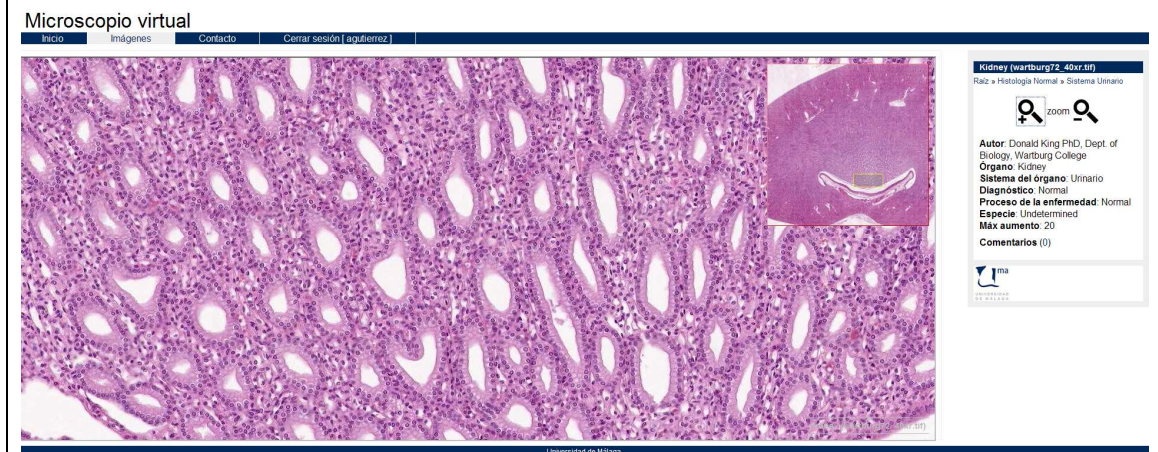
Este software diseñado permite incorporar un programa de actividades (cuaderno) para que realice el alumno. El software permite incluir preguntas (comentarios) sobre la imagen que se podrá contestar a través de la página del Microscopio Virtual y en las que sólo el profesor podrá ver las respuestas.





Detalle de la imagen que aparece en el margen superior derecho:

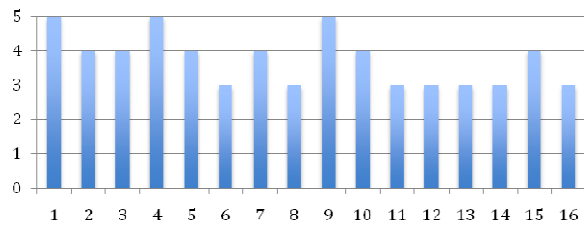
- El recuadro amarillo permite al usuario moverse en la imagen en los ejes X e Y (platina virtual) de forma rápida.
- Además, permite al usuario saber en cada momento la región exacta que está visualizando del preparado. Es importante cuando se utilizan objetivos grandes (20x, 40x).



Ejemplos de una preparación histológica (riñón) visualizada con los objetivos de 2x, 10x y 20x.

Para determinar el grado de utilidad y eficiencia del Microscopio Virtual generado por nuestro equipo, hemos utilizado este software educativo durante el curso académico 2009/2010 en la Asignatura de Organografía Animal de la Licenciatura de Biología. Para hacer una evaluación de la calidad y utilidad de la herramienta diseñada, al finalizar el curso se realizó una encuesta a los alumnos sobre el Microscopio Virtual (uso, manejo, calidad, imágenes, etc) a través del Campus Virtual. A continuación se exponen los resultados de la encuesta, en una escala de 1 a 5 (mejor valoración).

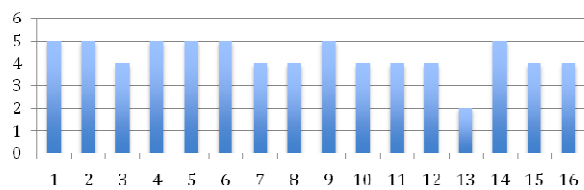
¿Puede definir el grado en el que ha utilizado el microscopio virtual? 1=muy poco; 5=mucho.



MEDIA: 3.8 - DESVIACIÓN: 0.8

Aunque todos los alumnos han utilizado el software en prácticas, la pregunta no diferenciaba el uso en las aulas de su uso en casa, de ahí la variabilidad. De cualquier forma la media indica un uso considerable de esta aplicación informática por parte de los alumnos.

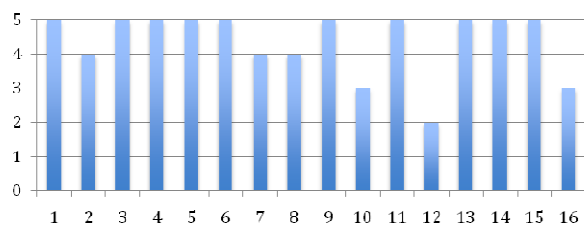
Indique la utilidad que considera que tiene el microscopio virtual 1=muy poco; 5=mucho.



MEDIA: 4.3 - DESVIACIÓN: 0.8

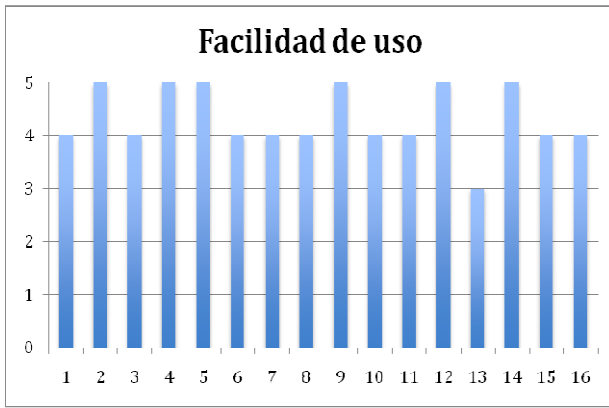
Los alumnos tienen una excelente opinión de la utilidad de este software a nivel educativo.

Indique el grado de la calidad que a su juicio ofrece el microscopio virtual 1=muy poca; 5=mucha.



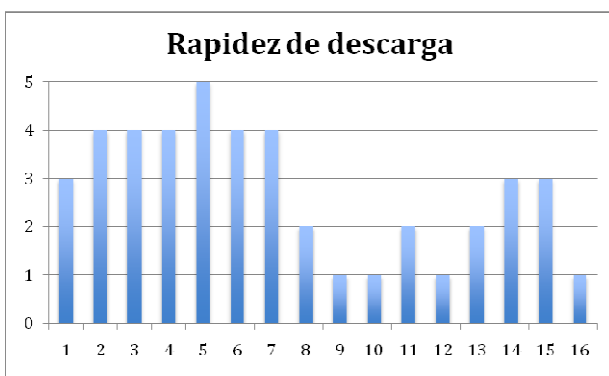
MEDIA: 4.4 - DESVIACIÓN: 1.0

Los alumnos en general consideran que las imágenes y el propio software ofrecen un elevado grado de calidad para la enseñanza de esta asignatura.



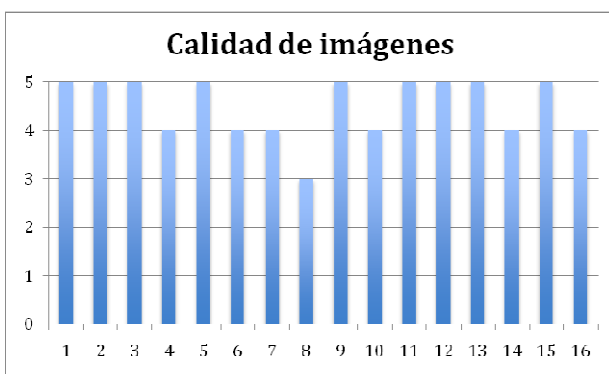
MEDIA: 4.3 - DESVIACIÓN: 0.6

Los alumnos consideran que el software es sencillo de utilizar y por tanto una herramienta excelente a nivel de usuario para el autoaprendizaje en casa.



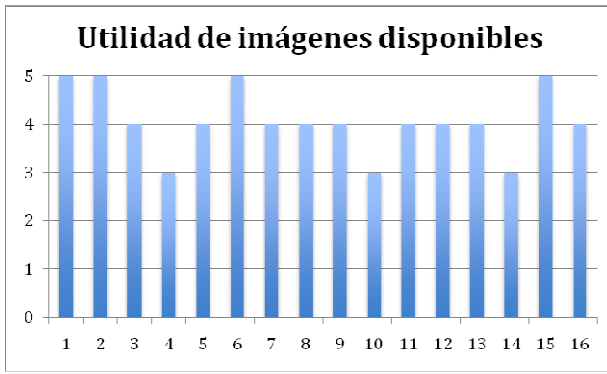
MEDIA: 2.8 - DESVIACIÓN: 1.3

La valoración de esta pregunta refleja claramente una variación en la calidad de los equipos informáticos utilizados por los alumnos, unos que permiten una descarga rápida de las imágenes mientras otros tienen mayor dificultad. El uso del software por parte de muchos usuarios a la vez y el peso elevado de las imágenes por su alta calidad hace que los equipos deban poseer características más avanzadas para la descarga rápida de las mismas.



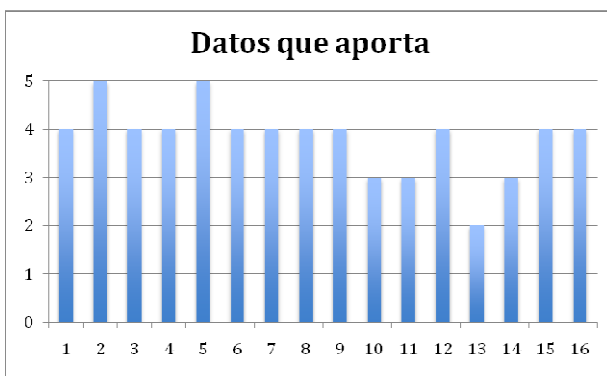
MEDIA: 4.5 - DESVIACIÓN: 0.6

Los alumnos valoran de forma excepcional la calidad de las imágenes utilizadas.



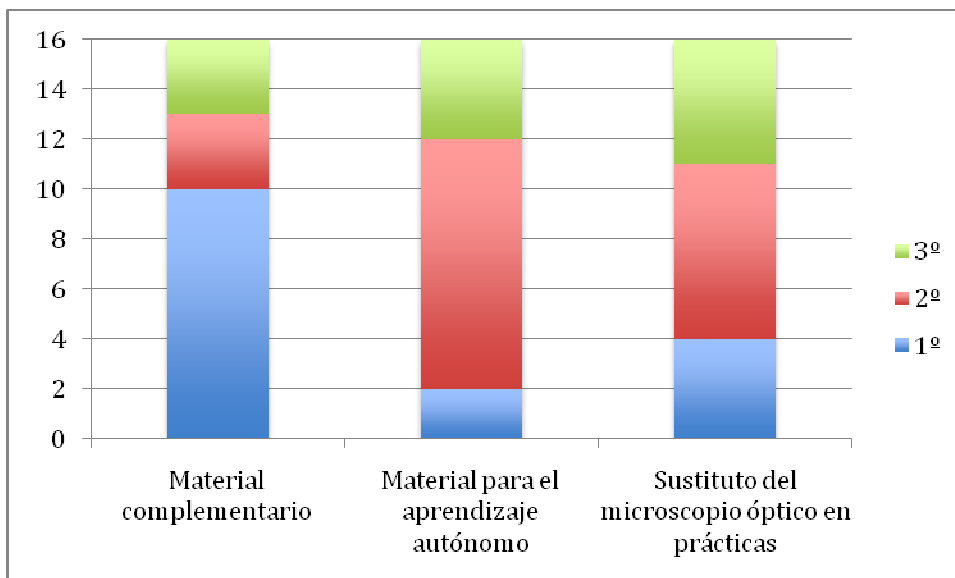
MEDIA: 4.1 - DESVIACIÓN: 0.7

Los alumnos valoran muy bien la utilidad de la imágenes para el estudio de los diferentes sistemas orgánicos. Consideran que la base de datos es adecuada para la enseñanza de la asignatura.



MEDIA: 3.8 - DESVIACIÓN: 0.8

Los alumnos consideran que la información aportada por las imágenes es adecuada para el aprendizaje de los contenidos de la asignatura.



En esta pregunta los alumnos valoran en primer lugar la utilidad del **Microscopio Virtual** como material complementario para el estudio de la asignatura, en segundo lugar como material para el aprendizaje autónomo y finalmente en tercer lugar su uso como sustituto del microscopio óptico convencional. Esta respuesta está en consonancia con los objetivos que pretende este software educativo.

Cuando a los alumnos se les preguntó el grado de uso del Microscopio Virtual, la media (sobre 5 máximo) fue de 3,8 (desviación 0,8), sobre su utilidad 4,3 (desviación 0,8), su calidad 4,4 (desviación 1,0), su facilidad de uso 4,3 (desviación 0,6), y la velocidad de descarga obtuvo una media de 2,2 (desviación 1,3). En cuanto a sus imágenes, la calidad se puntuó con 4,5 (desviación 0,6), su utilidad 4,1 (desviación 0,7), y los datos que aportaban 3,8 (desviación 0,8). Finalmente los alumnos han valorado en primer lugar su utilidad como material complementario de estudio, en segundo lugar como material para el aprendizaje autónomo, y finalmente en tercer lugar su uso como sustituto del microscopio óptico convencional. Esta respuesta está en consonancia con los objetivos que se han pretendido alcanzar con este software educativo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La página web de acceso al Microscopio Virtual desarrollado en el presente proyecto se encuentra en el servidor de la Universidad de Málaga con la siguiente dirección:

dj.uma.es/microscopio

Para acceder a dicha página es necesario identificarse como personal de la UMA en el iDuma (servicio de identidad de la Universidad de Málaga) con el nombre de usuario de correo electrónico y palabra clave. Para la correcta visualización de las imágenes se recomienda utilizar Mozilla Firefox como navegador de Internet.

El Microscopio Virtual diseñado resulta ser una herramienta innovadora para el aprendizaje autónomo con una valoración positiva por los alumnos que lo han empleado. Ha sido diseñado expresamente para que mejoren su aprendizaje fuera de las aulas, fomentar el aprendizaje autónomo y así reducir el número de horas presenciales. Su interfase es suficientemente sencilla para que los alumnos no requieran aprender técnicas de manipulación de software y ni necesitar grandes conocimientos informáticos. La experiencia del uso de esta herramienta virtual en la asignatura de Organografía Animal ha sido totalmente positiva mejorando significativamente el proceso de aprendizaje en comparación con los medios tradicionales (microscopio laboratorio). Esta mejora en el aprendizaje ha sido fundamentalmente motivada por 1) la disponibilidad de acceder a este recurso online en cualquier momento (flexibilidad horaria) desde un ordenador (flexibilidad de lugar); 2) la excelente calidad de las imágenes y la posibilidad de dirigir el aprendizaje a través de anotaciones y actividades online permitiendo al profesorado un seguimiento pormenorizado de los progresos y de las dificultades en el aprendizaje de cada estudiante y de cada grupo o curso en conjunto; 3) aumento de la motivación del alumno por aprender al usar un medio interactivo. En esta asignatura, el reconocimiento y diagnóstico de órganos, tejidos y células en imágenes microscópicas desempeña un papel esencial para fijar los contenidos teóricos, por tanto el uso de esta herramienta informática ha sido clave en el proceso de aprendizaje y retención de conocimientos, cumpliendo con creces las expectativas previstas.

Desde un punto de vista conceptual en Biología Celular, esta herramienta permite que los contenidos se presenten de una manera ascendente desde el Nivel Celular pasando luego al estudio de los Tejidos Básicos y Órganos, logrando un medio de enseñanza

interactivo y creativo para el estudiante. El uso de este Microscopio Virtual permite, además de mejorar la enseñanza en nuestra área de conocimiento, seguir las directrices que establece la normativa de Bolonia en la que estamos inmersos con las nuevas Titulaciones de Grado y Postgrado, y avanzar en paradigma de la docencia más basado en el aprendizaje autónomo. Gracias a este recurso didáctico virtual podremos permitir que los alumnos puedan afianzar los conocimientos que obtienen en el laboratorio y en las clases de grupos grandes. Estamos planteando nuevas modificaciones que complementen el software diseñado y, teniendo en cuenta la evaluación obtenida, pretendemos hacer uso extensivo de este software en las demás asignaturas del Área.

BIBLIOGRAFÍA

[BLYSTONE, R. \(2003\). WWW.Cell Biology Education. *Cell Biology Education*, 2, 141-143.](#)

[MCCULLOUGH, B., YING, X., MONTICELLO, T., & BONNEFOI M. \(2004\) Digital microscopy imaging and new approaches in toxicologic pathology. *Toxicologic Pathology*, 32\(Suppl.\), 49-58.](#)

[MIKULA, S., TROTTS, I., STONE, J.M., JONES, E.G. \(2007\) Internet-enabled high-resolution brain mapping and virtual microscopy. *Neuroimage*, 3,5 9-15.](#)