

# Revisión de Microscopios Virtuales: en busca de características que favorezcan el trabajo colaborativo.

Lic. Martorelli Sabrina <sup>1,4</sup>, Dr. Sergio R Martorelli <sup>2</sup>, Dra. Cecilia Sanz <sup>1</sup>,  
Lic. Patricia Pesado <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática – UNLP,  
<sup>2</sup>CEPAVE (CONICET-UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires (CIC), 526 e/10 y 11,  
La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Becaria de la Universidad Nacional de La Plata

smartorelli@lidi.info.unlp.edu.ar, sergio@cepave.edu.ar, csanz@lidi.info.unlp.edu.ar,  
ppesado@lidi.info.unlp.edu.ar

**Abstract.** Se presenta en este artículo un análisis de un conjunto de microscopios virtuales que se encuentran actualmente disponibles y que son utilizados en el ámbito educativo y académico. Se realiza una comparación de las diferentes características que los mismos ofrecen, con especial énfasis en aquellas características que se encuentren relacionadas con el trabajo colaborativo. Los microscopios virtuales han empezado a revolucionar la enseñanza y la investigación en disciplinas donde el uso de microscopios es esencial, la posibilidad de contar con características para la colaboración resulta un aspecto de interés y constituye un aporte en pos de acompañar procesos de trabajo y aprendizaje colaborativo. Para poder llevar adelante el análisis de los microscopios virtuales, se han definido criterios específicos los cuales han sido fundamentales también durante el proceso de recopilación bibliográfica. Este análisis constituye un aporte para los docentes e investigadores que trabajan cotidianamente con este tipo de herramientas. Se presentan los primeros resultados de este estudio, y las conclusiones a las que se arriban.

**Keywords:** Microscopios Virtuales, Análisis comparativo, Trabajo colaborativo

## 1 Introducción

En los últimos años, dentro de las disciplinas tradicionales en las que se utilizan microscopios como equipamiento elemental, se ha comenzado a trabajar cada vez más con aplicaciones llamadas microscopios virtuales (MV) que simulan, y hasta pueden complementar, el uso de microscopios convencionales. Estas aplicaciones permiten la visualización de imágenes digitales que han sido obtenidas a través de microscopios robotizados, *scanner* de preparados o cámaras digitales.

Los MV tienen varias ventajas sobre los microscopios convencionales, entre ellas: una diapositiva virtual puede ser consultada de forma remota; los especímenes no se degradan con el tiempo; y las diapositivas no se pueden romper ni perder e incluso se pueden copiar [1]. La mayoría de los autores que han escrito sobre las ventajas y desventajas de los MV, coinciden en la importancia de su utilización en la educación. Su uso permite preservar el material original, y al mismo tiempo, multiplicar los elementos disponibles en el aula para la realización de trabajos prácticos en cursos [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Por otra parte, los ambientes colaborativos son sistemas representativos de uno de los siete paradigmas de Interacción Persona-Ordenador según la clasificación de Heim [8]. En estos ambientes se crea un espacio virtual con características específicas para que los usuarios puedan colaborar y trabajar de manera conjunta.

Por su parte, el aprendizaje colaborativo, busca aprovechar las ventajas de la interacción entre pares propiciando espacios en los cuales se dé el desarrollo de habilidades individuales y grupales. En el aprendizaje colaborativo se entrelazan elementos básicos como la interacción, la contribución individual, y las habilidades personales y de grupo. Así se orienta a compartir la autoridad, a aceptar la responsabilidad y el punto de vista del otro, y a construir consenso con los demás [9]. Resulta de interés explorar el escenario que integre las virtudes del trabajo y aprendizaje colaborativo con las ventajas aportadas por el uso de los MV.

El análisis de MV que este trabajo presenta, busca profundizar en las funcionalidades que los MV proporcionan con especial énfasis en aquellas que se relacionen con el trabajo colaborativo. Es un paso más en el camino de un proyecto que involucra además la generación de herramientas informáticas y estrategias didácticas complementarias para la enseñanza de la Patología Animal.

## **2 Aspectos considerados para el análisis de MV.**

En este estudio se han considerado una serie de aspectos/criterios que se toman como referencia tanto para la revisión como para la posterior comparación de los MV estudiados. El primer aspecto se refiere a considerar en la búsqueda de microscopios aquellos que posean componentes que puedan facilitar el trabajo colaborativo. Se exploran entonces características y funcionalidades que puedan facilitar y promover la colaboración. El segundo aspecto que se ha tenido en cuenta y que ha servido como orientador de la búsqueda bibliográfica tiene que ver con el proveedor del MV. Existen dos grandes grupos de proveedores. Por un lado los relacionados con el ámbito educativo y académico, por lo general universidades alrededor del mundo que poseen carreras en las que se utilizan MV para sus prácticas habituales. Por otro lado, el grupo de empresas que ofrecen productos de microscopía, escáneres e cámaras fotográficas. Estos dos aspectos, junto al resto de los tenidos en cuenta se presentan en la tabla 1. Cada uno se detalla junto a una breve explicación y los valores preestablecidos como vocabulario para la caracterización, en los casos que corresponda.

**Tabla 1.** Aspectos considerados para el estudio de MV.

Aspecto	Descripción	Valores
Colaborativo	Aspectos de colaboración: ofrece herramientas para la comunicación, tipos de <i>awareness</i> disponibles, formas de coordinación	Tiene/ No Tiene – Se detallan descriptivamente cuáles
Proveedor	Proveedor del MV	Educativo-Académico/ privado
Tipo de Licencia	Licencia del sistema	Código Abierto / Propietaria, con o sin costo
Tipo de Aplicación	Ámbito de ejecución de la aplicación	Web / De escritorio /Móvil
Tipo de Uso	Uso libre o restringido	Libre / Restringido
Área o disciplina	A qué disciplina o área está dirigido el MV	Se describe si corresponde el área/disciplina particular
Formato de imagen	Formato de imágenes que soporta el MV para almacenar	Se detallan los tipos de formatos soportados
Tecnología/ Lenguaje	Tecnología subyacente al desarrollo	Se describe la tecnología subyacentes y los requerimientos

### 3 Recopilación y Análisis de Microscopios virtuales

Al momento de esta presentación se trabajó con una muestra de 40 microscopios virtuales, los cuales responden a la disponibilidad encontrada. De este total en este trabajo se detallan los 10 más relevantes, de manera tal de ejemplificar el tipo de análisis que se realiza. A continuación se presenta, en la tabla 2, los MV seleccionados.

**Tabla 2.** MV seleccionados para el análisis.

Descripción	Valores
Microscopio Virtual	Universidad de Loyola Chicago
Virtual Microscope 2.0	Universidad de Graz
Virtual Slidebox	Universidad de IOWA
Atlas Histológico Interactivo	Universidad de Jaen
UK Virtual Microscopes	The Open University/The Open Science Laboratory y JISC
EPathViewer	Aperio/ Leica
iScan Image Viewer	Roche
NDP. VIEW2	Hamamatsu
Coolscope VS 'WebSlide	Bacus Laboratories
Microscopía virtual	Google
Google Earth/ Map API	

#### 3.1 Microscopio Virtual de Virtual Histology

La Universidad Loyola de Chicago [10] ofrece en un sitio web una colección de imágenes microscópicas llamada *Virtual Histology* [11]. Dentro de esta colección las imágenes se encuentran organizadas en categorías. Para poder visualizar estas imágenes se utiliza un MV que ha sido desarrollado utilizando un software

panorámico o complemento web llamado *Zoomify* [12]. La combinación de estas aplicaciones funciona como un MV.

*Zoomify* permite realizar *zoom* y paneo sobre imágenes de alta calidad utilizando cualquier navegador, cualquier plataforma y cualquier dispositivo. El complemento incluye un visualizador que posee una barra de herramientas y un navegador que permiten moverse dentro de la imagen. *Zoomify* ofrece una licencia gratuita: *Zoomify HTML5 express*, y otras propietarias. La versión *Express* implementa: visualización, *zoom* y paneo, navegación utilizando mouse o teclado, modo de pantalla completa, función de ayuda y opción de almacenamiento *ZIF* de un archivo. Con esta versión no hay restricciones de la cantidad de implementaciones que se pueden realizar adquiriendo este tipo de licencia y se entrega un convertidor de imágenes, un visualizador, una guía de uso y ejemplos. La versión *Pro* ofrece todas características de la versión *Express* más el agregado de parámetros *HTML* y soporte *XML* que permiten incorporar las funcionalidades de *copyrighting*, marca de agua, mediciones, protectores de pantalla, rotaciones, *tours*, *slide shows*, *hotspots*, herramientas de *debug* y animaciones. Además con esta versión es posible realizar visualización de imágenes sin convertir y se puede acceder al código fuente del visualizador escrito en lenguaje *JavaScript*. Por último, la versión *Enterprise* ofrece todas las características de las otras más las funcionalidades que permiten aplicar filtros, realizar anotaciones, visualización de imágenes sincronizadas (*slidestack*) y la posibilidad de almacenar lo realizado en la imagen, por ejemplo, anotaciones. La Universidad Loyola de Chicago utiliza la versión *Express* para visualizar su colección y no presenta ninguna característica de colaboración entre las funcionalidades que ofrece.

### 3.2 Virtual Microscope 2.0

La Universidad Médica de Graz [13] comenzó a utilizar un MV llamado, *Virtual Microscope 1.0*, en el año 2002 dentro de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje propio. Luego de algunos años decidieron mejorar la implementación de esta primera versión puesto que consideran entre sus virtudes, un ahorro en el coste debido a que se logró la sustitución de cientos de microscopios físicos y un aporte de flexibilidad para sus estudiantes quienes pueden acceder desde cualquier navegador conectado a internet.

Para la nueva versión, *Virtual Microscope 2.0* [14], se ha utilizado el complemento web *Zoomify* [12]. Los creadores analizaron otros complementos, *VM of FHJoanneum* [15] y *WebMic* [16], pero finalmente optaron *Zoomify* pues cubre todos los requerimientos deseados. El MV desarrollado es una aplicación web estándar que no requiere instalación de software adicional para su normal funcionamiento. Entre las funcionalidades que provee se encuentran: mini mapa para visualización de imagen completa, y realizar *zoom* sobre la porción de la imagen que es seleccionada con un rectángulo dentro del mapa. Además es posible ajustar los diferentes marcadores disponibles (flecha, círculo, rectángulo, polígono) junto con un texto explicativo. Una novedad que este microscopio ofrece es la posibilidad de agregar un audio explicativo en lugar de texto. También dentro de las diapositivas virtuales pueden aparecer los llamados *Puntos de Interés*. Estos puntos han sido seleccionados

por docentes y son especialmente confeccionados para que puedan ser seguidos de cerca por los estudiantes.

No se ha encontrado ninguna característica que favorezca al trabajo colaborativo dentro de este MV.

### 3.3 The IOWA Virtual Slidebox

La Universidad de IOWA [17] ofrece un Atlas de Histología e Histopatología, llamado *The Iowa Virtual Slidebox* [18], de acceso abierto al cual se puede acceder utilizando el visualizador de imágenes *Biolucida* [19]. La colección posee más de 1000 preparados virtuales de alta resolución que pueden ser utilizados libremente.

Por su parte, *Biolucida* se presenta como una herramienta de la empresa *mbf BIOCIENCE* para la enseñanza de la Histología y Patología con diapositivas virtuales, que puede ser adquirida en tres ediciones: *Educación Médica*, *Investigación y Publicaciones*. *Biolucida* está compuesta por un servidor, un software del lado del servidor y un visor para el cliente o MV. Este último es una aplicación gratuita que sirve para distintos formatos de imágenes adquiridas con diversos escáneres y microscopios pero, de todas maneras, es necesario adquirir el sistema completo de *Biolucida* para cargar y organizar las diapositivas en el servidor. Entre sus funcionalidades se mencionan que posibilita el uso simultáneo de cientos de usuarios y que posee complementos para la integración con los principales entornos de enseñanza y aprendizaje disponibles. Además es compatible con imágenes generadas por otras compañías como *Zeiss*[20], *Olympus Aperio*[21] y *Hamamatsu*[22], entre otros. Los formatos de imágenes soportados son: *.jp2*, *.jpf*, *.jpx*, *.svs*, *.ndpi*, *.tif*, *.oib*, *.oif*, *.tif*, y *.lsm*. Cada imagen puede ser recorrida en su totalidad y es posible realizar *zoom* a distintos aumentos. También se puede realizar capturas de las imágenes, o de porciones de las mismas y realizar ajustes de colores, brillo, contraste y gama. Existe la posibilidad de realizar anotaciones y agregar comentarios y enlaces en las mismas.

El sistema posee una sección de *bookmarks* donde se pueden encontrar las imágenes más utilizadas. Las imágenes pueden ser organizadas en grupos y es posible agregar *tags* a las mismas, lo que facilita su búsqueda y recuperación posterior.

Un aspecto interesante es que se pueden realizar análisis automatizados sobre las imágenes. El sistema se integra con otros sistemas de análisis ofrecidos por la compañía, llamados *NeuroLucida* y *Stereo Investigator*, los cuales permiten rastrear neuronas o realizar estereología. El sistema ofrece versiones tanto para plataformas PC como Mac. En relación a las características de colaboración, este sistema permite compartir imágenes y resultados de análisis entre usuarios del sistema.

### 3.4 Atlas Histológico Interactivo

Dentro del Departamento de Biología Experimental de la Universidad de Jaén [23] han desarrollado un sitio web para los estudiantes de histología y organografía animal y vegetal el cual pretende aportar al aprendizaje del contenido práctico de estas disciplinas y servir como complemento a las observaciones realizadas en microscopios convencionales [24]. El sitio presenta un menú en donde se encuentran

las imágenes organizadas en categorías: Órganos animales, Órganos vegetales y Microscopía Virtual. Dentro de las dos primeras categorías, se encuentran las imágenes descritas detalladamente, y sobre las cuales se puede realizar un *zoom* manual comenzando desde el aumento menor. Sobre algunas zonas de las imágenes aparecen rectángulos de colores a los cuales se les puede hacer clic para acceder a esa porción aumentada. Además para alguna de estas imágenes es posible simular la visualización en un microscopio de luz polarizada.

Resultó interesante el análisis de lo ofrecido por esta Universidad ya que incluye en estas primeras categorías un MV más “artesanal”. Sin embargo en la categoría Microscopía Virtual se encuentran unas series de imágenes en las cuales se utiliza el complemento *Zoomify* en su versión *Express* para ser recorridas y constituyen otra forma de simular un microscopio.

Esta aplicación no ofrece características para el trabajo colaborativo.

### 3.5 UK Virtual Microscopes

El Proyecto *Virtual Microscope for Earth Sciences Project* [25] financiado por *The Open University* [26], *The Open Science Laboratory* [27] y JISC [28], tiene como objetivo realizar un cambio en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, proporcionando el acceso a la colecciones de rocas que se encuentran actualmente en museos, universidades y otras instituciones de todo el mundo. Para esto se utiliza un MV con características de polarización, que permite a los usuarios examinar y explorar los minerales y las características microscópicas de rocas que pueden ayudar a desarrollar habilidades de clasificación e identificación.

El proyecto presenta diversas colecciones como la colección *UKVM* que consta de más de 100 rocas procedentes del Reino Unido e Irlanda, la colección de rocas recogidas por Charles Darwin durante su viaje en el *Beagle*, la colección de meteoritos que llegaron desde el espacio exterior, o la de rocas lunares recogidas por los astronautas de la *NASA*.

Al seleccionar una muestra, el microscopio se abre en una nueva ventana y se puede realizar *zoom* sobre la imagen. Cada muestra se puede ver bajo diferentes condiciones de luz polarizada (*PPL* o *XPL*). Un aspecto importante de la identificación de minerales es la capacidad de rotar la muestra, por lo que esta es otra de las funcionalidades ofrecidas por el microscopio.

Existe una escala milimétrica que es posible mover sobre la pantalla para realizar mediciones dentro de la imagen. Además, se pueden determinar dimensiones utilizando la herramienta de medida.

El microscopio proporciona una funcionalidad que permite compartir la imagen que se está viendo junto con las condiciones de visualización y nivel de *zoom* que han sido aplicadas. Esto se realiza mediante la copia de la URL de la imagen con ciertos parámetros de configuración que indican las condiciones aplicadas, y es la única posibilidad de colaboración que se tiene.

### 3.6 ePathViewer

*ePathViewer* [29] es una de las aplicación ofrecidas por *Aperio Digital Pathology Solutions* [30]. Fue diseñada exclusivamente para los dispositivos móviles *Apple iPad* y *iPhone (IOS)* y permite realizar un paneo rápido y *zoom* de diapositivas. Esta aplicación posibilita trabajar con magnificaciones entre 1x y el máximo aumento de la imagen original escaneada. Para cada diapositiva es posible ajustar metadatos, contraste, brillo y balance de color. *ePathViewer* permite realizar capturas de imágenes y enviarlas por correo electrónico. También posee una regla para realizar mediciones sobre las imágenes. La aplicación está disponible para su descarga en la tienda iTunes [31] de Apple de forma gratuita. Una funcionalidad innovadora que ofrece esta aplicación es que realizando la compra de un agregado de la aplicación (*In-Application*) es posible acceder a colecciones de diapositivas virtuales alojadas en cualquier URL, y no solo a las que se encuentran en las colecciones disponibles por defecto. Este MV no posee características de colaboración definidas.

### 3.7 iScanImageViewer

*iScan Image Viewer* [32] es un software de visualización de imágenes ofrecido por la empresa Roche [33] que permite ver preparados escaneados con *Ventana iScan Coreo Au* [34]. Este microscopio es una aplicación para *Windows* que permite abrir imágenes almacenadas localmente o en forma remota.

El microscopio cuenta la posibilidad de realizar anotaciones, medición y conteo celular. Además es posible visualizar más de una imagen simultáneamente, trabajar con magnificaciones entre 1x a 80x, rotar imágenes en 90° y 180°, y ver imágenes escaneadas con volumen, en múltiples planos. Los formatos de imágenes reconocidos por el microscopio son *tif*, *jp2*, y *bif*. Este microscopio posibilita, además, la incorporación de dos complementos llamados *pathologists* e *histotechnologist*.

La única funcionalidad que podría relacionarse con la colaboración dentro de este MV es la que posibilita exportar imágenes y áreas.

### 3.8 NDP. VIEW

*NDP. VIEW2* [35] es un software de visualización de imágenes digitales creado por la empresa *HAMAMATSU* [22] y desarrollado para preparados obtenidos con escáneres de la series *NanoZooner* [36]. Entre las operaciones disponibles se encuentran la posibilidad de realizar *zoom* y rotar imágenes en 90° o más. También es posible realizar correcciones de color tales como *gamma*, valores, brillo y contraste, y mejorar secciones con mala definición dentro de la imagen, realizando un ajuste de color. Se permite insertar flechas, dibujos, comentarios, medidas de longitud y superficie. Existe un menú de diapositivas en miniatura, y así se permite la visualización simultánea de varias imágenes y el uso de solapas para trabajar con más de una imagen a la vez. Cualquier área dentro de la imagen puede ser exportada y es éste nuevamente el único rasgo de colaboración que podría mencionarse.

### 3.9 Coolscope VS 'WebSlide

*Coolscope VS 'WebSlide* [37] es un MV ofrecido por *Bacus Laboratories* [38] y es parte de una suite llamada *COOLSCOPE VS Software Suite*, la cual permite producir, archivar y compartir las imágenes a través de intranet o Internet.

El MV permite las exploraciones de especímenes completos en 40x. Todas las herramientas que posee el microscopio y todos los ajustes que pueden realizarse sobre las imágenes, pueden ser realizadas con el ratón: apertura, ajuste de brillo, movimiento escénico, enfoque, y ampliación. Existe la posibilidad de almacenar las imágenes con las que se trabaja dentro de un servidor que es otro de los componentes de la suite (*WebSlide VS Server LE®*). Esto es ofrecido para los casos en los que se requiera visualizaciones simultáneas de los preparados virtuales.

En relación a la colaboración, y haciendo uso de otra de las herramientas de la suite, es posible compartir diapositivas virtuales a través de intranet o Internet. Se permite el control remoto de las diapositivas a través de un navegador web estándar y es posible guardar imágenes localmente.

### 3.10 Microscopios virtuales con Google Earth/ Map API

Una solución que ha surgido en cuanto al desarrollo de MV tiene que ver con el uso de *Google Earth API* [39] o *Google Map API* [40]. Estas APIs son orientadas a sistemas de información geográfica y trabajan en su esencia de una manera similar a la microscopía virtual realizando *zoom* y paneo de imágenes y movimientos a lo largo de archivos de gran tamaño [41]. Muchos autores coinciden que las soluciones comerciales para la microscopía virtual tienden a ser rígidas y difíciles de personalizar, probablemente para proteger los desarrollos, lo que dificulta el uso para el usuario final.

Para que una fotografía sea vista por el API de *Google Maps*, se debe segmentar en pequeñas imágenes que conforman un mosaico para cada nivel de visualización. Esta segmentación se logra utilizando softwares como *MapTiler* [42].

En este caso las funcionalidades que el MV posea serán las mismas que la API ofrezca y deberán ser adaptadas de la mejor manera posible para ser útiles para el microscopio. Entre las ventajas de trabajar con estas APIs se puede mencionar la frecuente actualización de las mismas, lo cual introduce mejoras constantemente y el uso libre para propósitos académicos. Si bien no se trata de un MV, es posible utilizar estas APIs para lograr la funcionalidad de un MV. Este es un camino a explorar.

## 4 Principales resultados del análisis realizado

A modo de resumen de los MV analizados se presenta la siguiente tabla comparativa.

	Colaboración	Proveedor	Tipo de Licencia	Tipo de Aplicación	Tipo de Uso	Área o Disciplina	Formato de Imágen	Tecnología / Lenguaje
3.1	No Tiene	Educativo Académico	Catalogo libre	Web	Libre	Medicina	Sin datos	Web + Zoomify
3.2	No Tiene	Educativo Académico	Sin datos	Web	Restringido a LMS	Medicina	Sin datos	Web + Zoomify
3.3	Tiene. Admite compartir imágenes con modificaciones hechas por otros usuarios	Educativo Académico	Libre el acceso al Atlas	Web	Libre	Medicina	Sin datos	Web + Biolucida
3.4	No Tiene	Educativo Académico	Sin datos	Web	Libre	Histología y Organografía	Sin datos	Web + Zoomify
3.5	Tiene. Compartir imágenes con los aspectos	Educativo Académico y Privado	Abierta	Web	Libre	Ciencias de la Tierra	Sin datos	Sin datos
3.6	No Tiene	Privado	Propietaria	Móvil	Libre	Multiplres disciplinas	Sin datos	App para IOS
3.7	Tiene. Permite compartir imágenes completas y áreas de las mismas.	Privado	Propietaria	De escritorio	Restringido	Multiplres disciplinas	TIF, JP2, y BIF	Sin datos
3.8	Tiene. Es Posible exportar imágenes para otros usuarios	Privado	Propietaria	Web	Restringido	Multiplres disciplinas	Formato propietario	Sin datos
3.9	Tiene. Permite compartir diapositivas, y guardarlas localmente	Privado	Propietaria	Web	Restringido	Multiplres disciplinas	Formato propietario	Sin datos
3.10	Depende de las posibilidades dadas usando las APIs	Privado	Código abierto	No específico	No específico	No específico	No específico	API

Uno de los objetivos principales de este análisis fue detectar características y funcionalidades que favorezcan el trabajo colaborativo. Se ha observado que de los microscopios analizados son muy pocos los que incorporan algún rasgo mínimo de colaboración. La única funcionalidad que ofrecen es la posibilidad de trabajar sobre ciertas imágenes realizando ajustes y anotaciones y luego compartir lo realizado. En este sentido son los MV virtuales pertenecientes al grupo de las empresas los que ofrecen esta característica, a la que por lo general denominan *Share* (compartir).

En cambio, para algunos de los microscopios ofrecidos por las universidades, la única funcionalidad que podría asociarse de manera indirecta con la colaboración es la posibilidad de obtener capturas de pantallas las cuales podrían ser compartidas posteriormente. De todas maneras, cualquier actividad colaborativa que pueda surgir a partir de estas capturas se resolvería fuera de la aplicación del microscopio.

Otra de las cuestiones observadas tiene que ver con las funcionales básicas ofrecidas por los MV. La mayoría de los analizados permiten recorrer una imagen, hacer *zoom*, realizar ajustes de color, brillo, contraste, y realizar mediciones. Además, y a excepción de *ePathViewer*, todos los microscopios permiten realizar anotaciones. Se destaca a *Virtual Microscope 2.0*, el cual permite además adjuntar audios a las anotaciones creadas.

Por otra parte, todas las empresas proveedoras de dispositivos y servicios relacionados con la microscopia virtual poseen algún software de visualización de imágenes, que por lo general puede ser descargado de manera gratuita, pero sólo funciona con las imágenes obtenidas de los productos que la misma empresa ofrece.

De todas maneras, muchas veces estas empresas ofrecen colecciones de imágenes de acceso gratuito que pueden ser consultadas y utilizadas haciendo uso del MV, pero si se desea trabajar con imágenes propias es necesario adquirir los servicios de almacenamiento o escaneo. Se observa además que estos MV ofrecidos por empresas son los que poseen mejores funcionalidades y actualizaciones. Esto, en contraste con los ofrecidos por universidades, de los cuales es posible encontrar solo algunas versiones, no siempre completamente actualizadas, y que por lo general, responden a necesidades específicas de la misma universidad.

Otra cuestión que se ha observado tiene que ver con que el tipo de disciplina que utiliza el microscopio puede determinar ciertas características o funcionalidades distintivas del mismo. Por ejemplo, se ha presentado el caso del *UK Virtual Microscopes*, exclusivamente usado con muestras de minerales y rocas, y por ello posee funcionalidades que permiten trabajar con luz polarizada, y rotar las muestras. Estas funcionalidades no se observan en otros microscopios utilizados por otras disciplinas como la medicina o la histología. Por su parte, *ePathViewer* es un buen ejemplo de cómo todas las aplicaciones tienden a adaptarse a los nuevos dispositivos disponibles en el mercado, en este caso móviles. Vale señalar que estas adaptaciones algunas veces pierden funcionalidades, como es el caso de realizar anotaciones, debido a las limitaciones de los dispositivos. Por último *Zoomify* aparece como un ejemplo de los varios complementos web disponibles que permiten realizar *zoom* y paneo sobre imágenes de alta calidad, y que cada vez están siendo más utilizados para la construcción de MV.

## **5 Conclusiones y Trabajos Futuros**

En este trabajo se ha presentado como aporte una revisión de software de microscopios virtuales y un análisis posterior, donde se han visto sus características y se los ha comparado. El estudio se cree de interés para el ámbito de las disciplinas que hacen uso de este tipo de instrumentos como parte de sus procesos educativos y de investigación. En particular, en el ámbito de la Parasitología, los microscopios virtuales se han vuelto una herramienta complementaria interesante para el trabajo con los alumnos, esto ha sido abordado en trabajos previos de los autores.

Uno de los criterios tomados para la búsqueda de herramientas de microscopía virtual se vinculó con las características de colaboración, sin embargo, no se han encontrado resultados interesantes en este sentido, lo que abre las puertas a comenzar a abordar la incorporación de este tipo de posibilidades para complementar las ya existentes. Esto se vuelve importante para que los alumnos puedan realizar análisis conjuntos en los MV, a partir de la identificación de elementos de interés en los preparados virtuales observados, por ejemplo. Se abre así un camino de mejoras para los actuales microscopios virtuales, con nuevas oportunidades para el escenario educativo y académico.

## Referencias

1. Appleton, B., Bradley, A. P. & Wildermoth M. (2005). Towards Optimal Image Stitching for Virtual Microscopy. Proceedings: DICTA 2005
2. Treanor, D., Waterhouse, M. , Lewis F., & Quirke, P. (2007). A virtual slide library for histopathology. J Pathol. 213 (S1): S33
3. Treanor, D. (2009) Virtual slides: an introduction. Diagnostic Histopathology 15:2 99-103
4. Treanor, D. & Quirke, P. (2007). The virtual slide and conventional microscope - a direct comparison of their diagnostic efficiency. J Pathol. 213(S1):7A
5. García Rojo, M., Bueno García, G., González García, J. & Carbajo Vicente, M. (2005). Preparaciones digitales en los servicios de Anatomía Patológica (I). Aspectos básicos de imagen digital. Revista Española de Patología. 38(2): 69-77
6. Conde, M. AF. (2006). Microscopia virtual: ¿Un cambio en la forma de hacer telepatología?
7. Martorelli Sabrina L, Sanz Cecilia V., Giacomantone Javier, Martorelli Sergio R. (2012). ParasitePics: un prototipo de repositorio de imágenes de Parasitología Animal
8. Heim, S. (2007). The Resonant Interface: HCI Foundations for Interaction Design.
9. Zañartu Correa, L. M. (2003). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red. Revista Digital De Educación Y Nuevas Tecnologías
11. Virtual Histology, <http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/virtualhistology.htm>
12. Zoomify, <http://www.zoomify.com/>
14. Rehatschek, H. The introduction of a new virtual microscope into the eLearning platform of the Medical University of Graz. Med. Univ. Graz, Graz, Austria ; Hye, F. Interactive Collaborative Learning (ICL), 2011 14th International Conference on
15. FH-Joanneum, homepage. [URL (4 July 2011): <http://www.fhjoanneum>.
16. WebMic, <http://artsandsciences.sc.edu/technology/webmic>
17. Universidad de IOWA, <http://www.uiowa.edu/>
18. The Iowa Virtual Slidebox, <http://www.path.uiowa.edu/virtualslidebox/>
19. Biolucida, <http://www.mfbioscience.com/biolucida>
20. Zeiss, <http://www.zeiss.com/>
21. Olympus Aperio [www.leicabiosystems.com/pathology-imaging/aperio-digital-pathology/](http://www.leicabiosystems.com/pathology-imaging/aperio-digital-pathology/)
22. Hamamatsu, <http://www.hamamatsu.com/>
23. Universidad de Jaén, <http://www10.ujaen.es/>
24. Atlas Histológico Interactivo, <http://www.ujaen.es/investiga/atlas/>
25. Virtual Microscope for Earth Sciences Project, <http://www.virtualmicroscope.org/>
26. The Open University , <http://www.open.ac.uk/>
27. The Open Science Laboratory <http://www.open.ac.uk/researchprojects/open-science/>
28. JISC , <https://www.jisc.ac.uk/>
29. ePathViewer <http://www.leicabiosystems.com>
30. Aperio Digital Pathology Solutions. <http://www.leicabiosystems.com>
31. iTunes <http://www.apple.com/itunes/>
32. IScan Image Viewer, <http://www.ventana.com/product/page?view=iscan>
33. Roche, <http://www.roche.com/index.htm>
34. Ventana iScan Coreo Au, <http://www.ventana.com/product/page?view=iscan>
35. NDP. VIEW2, <http://www.hamamatsu.com/jp/en/U12388-01.html>
36. NanoZoomer, <http://www.hamamatsu.com/us/en/community/nanozoomer/index.html>.
37. Coolscope VS WebSlide, <http://www.nikoninstruments.com/>
38. Bacus Laboratories, [www.bloomber.com/](http://www.bloomber.com/)
39. Earth API, <https://developers.google.com/earth/?hl=en>
40. Google Map API , <https://developers.google.com/maps/?hl=en>
41. NYU School of Microscopio Virtual Medicina [education.med.nyu.edu/virtualmicroscope/](http://education.med.nyu.edu/virtualmicroscope/)
42. MapTiler, <http://www.maptiler.com/>