



Microscopio Virtual, una contribución a la enseñanza de la microscopía remota: la herramienta que crea el puente entre las prácticas de laboratorio y las nuevas tecnologías

Moreira Szokalo, Rocio Ayelen; Romero, Daniela Judith; Carballo, Marta Ana;

Favale, Nicolás Octavio

Universidad de Buenos Aires (Argentina)



Fecha de recepción: 25/Jun/2020

Fecha de aceptación: 30/Sept/2020

Resumen:

En el ámbito de las ciencias naturales, el microscopio resulta indispensable pero a la vez un desafío dada la actual situación de pandemia del COVID-19 que ha generado el cierre temporal de las instituciones de Educación Superior. Así mismo, el entrenamiento en el manejo de un microscopio, la experticia y el criterio en la observación son metas que requieren de tiempos de observación, disponibilidad de equipamiento y de la supervisión de un docente calificado. En este sentido, el uso de simuladores se presenta como una sólida estrategia para salvaguardar el sistema educativo en base a su implementación exitosa en epidemias previas. En base a estos principios, cobra relevancia el desarrollo del Microscopio Virtual, el cual consiste en un entorno digital que simula la observación e interacción a través de un microscopio, tal como se haría en el

laboratorio físico. La plataforma permite a los alumnos analizar preparados obtenidos a partir de muestras reales y resolver ejercicios diseñados por los docentes, en el lugar y por el tiempo que elijan. Tomando en cuenta que nuestros alumnos son en mayoría nativos digitales, la posibilidad de aprender y adquirir experticia gracias al nexo que establece el Microscopio Virtual entre la “práctica de mesada” y los dispositivos móviles constituye una herramienta invaluable en la enseñanza de esta disciplina. Si bien puede concebirse a esta herramienta en primera instancia como parte de una sólida estrategia de enseñanza remota de emergencia frente a la pandemia, el Microscopio Virtual nos revela una fidedigna posibilidad que amerita su integración a la educación formal en el desarrollo de un marco híbrido de la currícula y el aprendizaje ubicuo, potenciando así el aprendizaje significativo. Reconocemos la introducción del Microscopio Virtual como parte de un nuevo ambiente que propicia una revolución significativa en la forma en que hacemos y entendemos la Educación Superior.

Palabras clave: Microscopio Virtual; Simulador; Tecnología Digital; Aprendizaje Ubicuo; Educación Remota de Emergencia

Abstract: **Virtual Microscope, a contribution to microscopy remote learning: the tool which creates bridges between laboratory microscope analysis and new technologies.**

In the field of natural sciences, the microscope is essential but at the same time a challenge considering the current pandemic situation of COVID-19 which has generated the temporary closure of Higher Education institutions. Likewise, training in the use of a microscope, experience and observation criteria are goal that require observation time, equipment availability and the supervision of a qualified teacher. In this sense, the use of simulators is presented as a solid strategy to safeguard the educational system based on its successful implementation in previous epidemics. Based on these principles, the development of the Virtual Microscope becomes more relevant, which consists of a digital environment that simulates observation and interaction through a microscope, as would be done in the physical laboratory. The platform allows students to analyze slides obtained from real samples and solve exercises designed by teachers, in the place and for the time that they choose. Taking into account that our students are mostly digital natives, the possibility of learning and acquiring expertise considering the link established by the Virtual Microscope between “laboratory microscope analysis” and mobile devices constitutes an invaluable tool in teaching this discipline. Although this tool can be conceived in the first instance as part of a solid emergency remote teaching strategy in the face of a pandemic situation, the Virtual Microscope reveals a reliable possibility that merits its integration into formal education in the development of an hybrid frame in the curriculum and ubiquitous learning, thus

enhancing meaningful learning. We acknowledge the introduction of the Virtual Microscope as part of a new environment that promote a significant revolution in the way we do and understand Higher Education

Keywords: Virtual Microscope; Simulator; Digital Technology; U-learning; Remote Emergency Education

Introducción

La evolución del conocimiento depende fundamentalmente del progreso tecnológico que se ha logrado en materia de diseño y construcción de instrumentos, equipos y técnicas de laboratorio, siendo el microscopio uno de ellos. De igual manera, el estado actual del conocimiento es el resultado de la interacción de diversas disciplinas que, aunque puedan parecer disímiles, encuentran un punto de convergencia en la microscopía.

En el ámbito de las ciencias naturales, el microscopio resulta indispensable para reconocer y estudiar estructuras que por su reducido tamaño escapan a la capacidad del ojo humano. Particularmente, la currícula de las carreras de Farmacia y Bioquímica incluye asignaturas donde el empleo de este instrumento resulta fundamental, no sólo como facilitador del aprendizaje sino como herramienta para el futuro desempeño profesional de los egresados de nuestra facultad.

El entrenamiento en el manejo de un microscopio, la experticia y el criterio en la observación son metas que requieren de tiempos de observación y de la supervisión de un docente calificado. Además, se necesita contar con un número de microscopios y muestras tal que cada alumno de manera individual pueda realizar sus observaciones.

Dada la actual situación de pandemia del COVID-19 que ha generado el cierre temporal de las instituciones de Educación Superior, todas aquellas asignaturas que se centran en la microscopía atraviesan la problemática común de no poder ofrecer a los estudiantes la oportunidad de entrenarse en el uso del microscopio. Frente a este desafío institucional, debemos ser capaces de responder a las necesidades de manera inmediata. Hay acciones reales que las instituciones pueden tomar desde ya para seguir asegurando la educación a sus estudiantes.

A partir de la reflexión y una actitud proactiva es necesario que los docentes concentremos nuestros esfuerzos por encontrar y/o crear nuevas estrategias y herramientas como parte de la enseñanza remota de emergencia (Hodges 2020) frente a la cuarentena. Los modelos de enseñanza-aprendizaje deben centrarse ahora en el diseño de estrategias que permitan articular y coordinar nuevos modelos, que incluyen plataformas de desarrollos cognitivos y tareas para la construcción de la transmisión de saberes de los profesores e investigadores, sobre la base de una mayor flexibilidad y de un tiempo indefinido; garantizando así la continuidad de los estudios de calidad.

Sin embargo, este nuevo ambiente también propicia una revolución significativa en la forma en que hacemos y entendemos la Educación Superior, capaz de trascender la pandemia y reformular nuevos modos y métodos que se ajusten a las nuevas maneras de interacción de los estudiantes y docentes con la tecnología.

En este punto, surgen los interrogantes: ¿Qué podemos hacer desde nuestro rol docente para mejorar el aprendizaje de una habilidad como el uso de un microscopio? ¿Cómo pueden realizarse cambios superadores que sean sostenibles en el tiempo y el espacio? ¿Pueden las nuevas tecnologías educativas

aportar soluciones genuinas a esta realidad?

Respecto de este último interrogante, Edith Litwin (2005:5) afirma que es posible *“entender a las tecnologías como herramientas que ponen a disposición de los estudiantes contenidos que resultan inasequibles en la clase del docente, en sus exposiciones, representaciones o modos explicativos. En estos casos, la tecnología amplía el alcance de la clase”*. En este sentido, podríamos pensar en la implementación de tecnologías con fines educativos que nos permitan superar las limitaciones físicas y temporales del aula, manteniendo a su vez el acompañamiento docente. Si tenemos en cuenta los comentarios de otros autores, los simuladores brindan la *“posibilidad de reproducir situaciones reales para entrenar al estudiante en la toma de decisiones en contextos variados”* (Salinas Ibáñez 2018:309), resultando ser una potente herramienta para el aprendizaje basado en la experimentación en un contexto libre de riesgo y que además admite variedad de aplicaciones (Cabero-Almenara 2016).

También podemos encontrar datos relacionados con el uso de simuladores en el ámbito de la educación superior aplicado en ciencias de la salud, tal como demuestra la experiencia de Salas Perea y Ardanza Zulueta (1995):

“El uso de la simulación en los procesos educativos de las Ciencias Médicas constituye un método de enseñanza y de aprendizaje efectivo para lograr en nuestros educandos el desarrollo de un conjunto de habilidades que posibiliten alcanzar modos de actuación superiores. Tiene el propósito de ofrecer al educando la oportunidad de realizar una práctica análoga a la que realizará en su interacción con la realidad en las diferentes áreas o escenarios docente-atencional que se trate”

Así mismo su implementación como estrategia para salvaguardar el

funcionamiento del sistema educativo de las Ciencias Médicas frente a epidemias previas resalta su importancia como una propuesta esencial con posibilidad de adaptación a la nueva realidad de los estudiantes y asegurando un exitoso desarrollo de la educación a distancia (Vergara de la Rosa 2020).

En la actualidad, la informática es una herramienta de uso indispensable en microscopía y hay que familiarizarse con el uso de ciertos términos, como es el caso de **microscopía digital**. Esta nueva terminología nos acerca a la digitalización y obtención de microfotografías de alta resolución que luego podrán ser de acceso masivo a través de internet, para su uso a distancia, así como para el intercambio de información con fines docentes o de diagnóstico.

De esta manera, se promueve la discusión sobre los hallazgos, las interpretaciones y los diagnósticos normales y patológicos. Este desarrollo ha conducido a otro concepto que se conoce como **microscopía virtual**, en la que varios computadores conectados mediante redes de alta velocidad permiten la manipulación de microfotografías digitales y la comunicación entre los científicos para facilitar la investigación a distancia.

En este contexto, y teniendo en cuenta las dificultades que se encuentran en el proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando esta herramienta, resulta interesante la extrapolación de estas tecnologías desarrolladas en el ámbito científico para su uso en la enseñanza superior, permitiéndonos dar respuesta a las dificultades ya mencionadas. De esta forma, logramos conjugar, el empleo de un simulador como herramienta innovadora que recupere los mejores aspectos de la enseñanza tradicional de la microscopía, con la incorporación de la microscopía digital.

Esta propuesta se ajusta al modelo de andamiaje de Bruner, en el sentido de proveer un espacio desde el cual el alumno construye su propio conocimiento explorando la posibilidad de que sea el estudiante quien tome decisiones respecto de las condiciones de observación y análisis de las imágenes, y que conozca en profundidad el funcionamiento del equipamiento disponible y sus múltiples posibilidades de uso, reflexionando el error como método de aprendizaje (Bruner 1999).

En la realización de este proyecto, se involucraron diversas cátedras de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, abarcando todos los ciclos de la formación profesional, cuyo punto de convergencia fue la utilización de distintos tipos de técnicas de microscopía. De este modo, la propuesta tomó un carácter institucional y pudo ser llevada a cabo con el financiamiento de los subsidios UBATIC obtenidos.

Objetivos

Teniendo en cuenta las características del proyecto podemos dividirlo en un objetivo principal y otros secundarios.

El principal objetivo de esta iniciativa fue desarrollar un simulador que emule la experiencia de trabajo con un microscopio para potenciar la enseñanza en las materias de grado del ciclo básico y superior de las carreras de Farmacia y Bioquímica, que requieren el uso de microscopía.

Dentro de los objetivos secundarios se propuso en primera instancia el establecimiento de aplicaciones virtuales de diferente índole y características, para ser enfrentadas con los alumnos, como una estrategia de prueba-error.

Por otra parte, una vez comprobada la eficiencia de la herramienta, crear un banco de imágenes digitales generadas por los docentes para realizar distintos tipos de ejercitación y evaluación. Finalmente, evaluar el impacto de este instrumento didáctico en la enseñanza de una asignatura de un posgrado perteneciente a la Universidad de Buenos Aires.

El proyecto busca promover el desarrollo de aptitudes y criterios, así como la adquisición de capacidades, en los estudiantes que se involucren en su uso, que se enumeran a continuación:

- El desarrollo de aptitudes técnicas en la visualización de las muestras biológicas en estudio por microscopía convencional de campo claro y de campo oscuro.
- La familiarización de los estudiantes con el uso de tecnologías para la resolución y el análisis de imágenes por microscopía de contraste de fase y de fluorescencia.
- El desarrollo de criterios para la selección, la digitalización, el análisis y la posterior interpretación de los resultados obtenidos.
- La recuperación del pensamiento crítico e intuitivo en el marco de situaciones problemáticas que interpelen cognitivamente.
- El fortalecimiento del pensamiento reflexivo.
- La capacidad de complejizar el análisis a partir de la incorporación de nuevas

fuentes de información en formatos variados.

Metodología

La metodología implementada se basa en el *Design research*, la cual supone un circuito de retroalimentación constante entre los siguientes momentos:

- a) el planteo de los retos y los límites de las metas educativas propuestas
- b) la elaboración de un conjunto de hipótesis acerca de la enseñanza y aprendizaje, así como las tecnologías pueden ser utilizadas para favorecer dichos procesos
- c) el diseño de una propuesta a partir de un feed-back entre las disciplinas de formación básica y las de formación profesional que determine los contenidos, las actividades y las interacciones entre los actores
- d) la implementación, la observación y la evaluación de la propuesta y la posibilidad de ajustes y cambios
- e) la evaluación, la discusión y la documentación de la propuesta con el objetivo de elaborar nuevas estrategias y favorecer las buenas prácticas de la enseñanza. Se puede afirmar que el proyecto, partiendo de la tecnología, hace hincapié en lo pedagógico. En este sentido la tecnología se incorpora para ampliar las herramientas, las formas de enseñanza, así como las técnicas de aprendizaje y el intercambio de conocimiento. El seguimiento y evaluación de forma coherente con esta definición tuvieron diferentes perspectivas de relevamiento y análisis de datos.

Como punto de partida para la construcción de indicadores, se tuvieron en cuenta 8 (ocho) aspectos que se enumeran a continuación:

- 1) la descripción de las actividades realizadas para llevar adelante los desarrollos tecnológicos
- 2) las características técnicas y pedagógicas de los desarrollos tecnológicos alcanzados
- 3) las características de los dispositivos donde los recursos se insertan o para los que fueron creados
- 4) la observación y análisis desde un enfoque cualitativo y crítico-interpretativo de las clases donde se implementan las nuevas propuestas
- 5) la percepción de docentes y estudiantes sobre las propuestas de enseñanza realizadas
- 6) la percepción de los equipos de trabajo del proceso de formulación, puesta a prueba y reajustes de las propuestas de enseñanza y los productos
- 7) los alcances en términos del potencial de los contenidos de enseñanza seleccionados
- 8) el análisis y la evaluación de los instrumentos de seguimiento.

Resultados

El Microscopio Virtual consiste en un entorno digital para poder simular la observación e interacción a través de un microscopio, tal como se haría en el laboratorio físico.

Este microscopio permite acceder a la plataforma desde una computadora o dispositivo móvil y realizar una práctica en el ámbito y el momento elegidos por el alumno o profesional.

El desarrollo tiene dos pilares fundamentales. Por un lado, emula los parámetros físicos del microscopio, con lo que se puede modificar el objetivo utilizado en la observación, la intensidad de luz visible, el diafragma el uso de iluminación para fluorescencia; también se puede modificar el diafragma, ajustar el foco mediante tornillo micro-macrométrico y generar el desplazamiento de la platina (ejes x-y). Resumiendo, el microscopio virtual ofrece todas las variables físicas que pueden encontrarse en un microscopio físico clásico.

Por otra parte, permite la observación de muestras reales digitalizadas en su totalidad. Las mismas pueden ser empleadas por los docentes para la confección de ejercicios en la modalidad evaluativa y autoevaluativa. En la primera, el alumno debe responder a una serie de consignas planteadas por el docente acerca del preparado a analizar, las cuales serán sometidas a una posterior calificación. En la segunda los alumnos reciben una retroalimentación en el momento de la observación, sin necesidad de la intervención inmediata de un docente. En esta opción el mismo microscopio asiste al alumno durante la realización del ejercicio de aprendizaje. Así, el alumno puede recorrer libremente las muestras, seleccionar las estructuras o elementos a reconocer, y es la misma plataforma quien le da una respuesta en el momento, permitiendo realizar una ejercitación libre y asistida. A su vez, si durante la observación le

surgieran dudas al alumno, el mismo puede fotografiar y enviar al docente lo que está observando, quien responderá por el mismo canal. Esto último, permite una dinámica alumno-docente que excede ampliamente el tiempo y calidad que poseen estos dos actores en el aula física de microscopía (Figura 1)

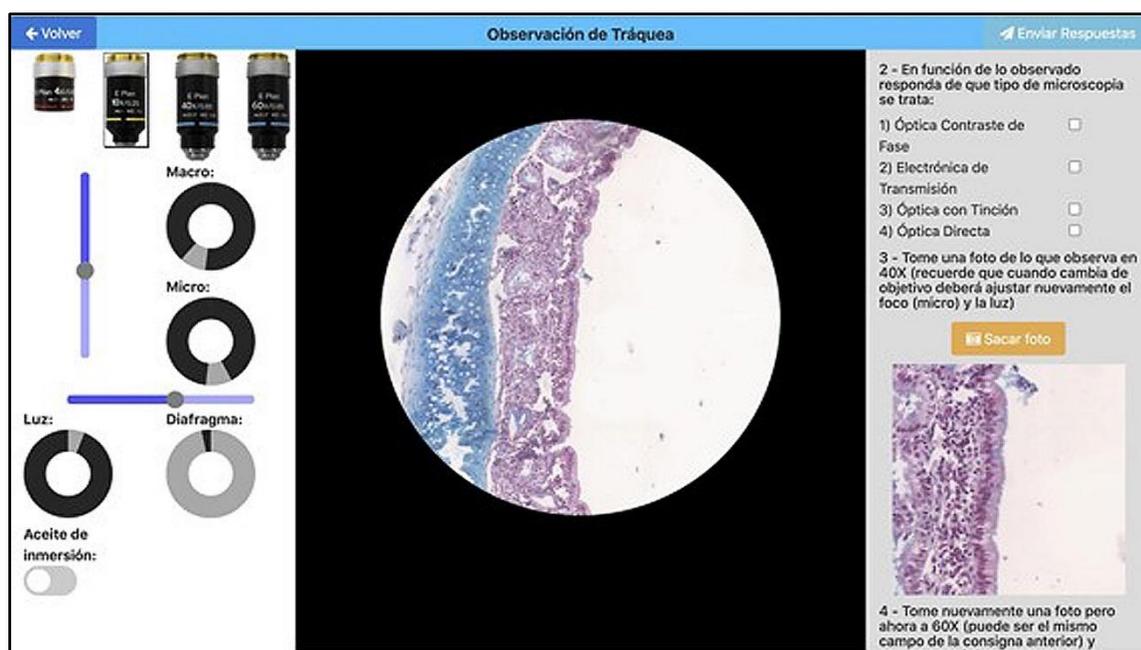


Figura 1. Captura de pantalla de un ejercicio realizado por los alumnos de la facultad de Farmacia y Bioquímica-UBA. Se puede observar sobre el panel izquierdo los parámetros físicos del microscopio: objetivos, macro, micro, diafragma, potenciómetro de iluminación, aceite de inmersión y tornillos de desplazamiento de la platina. En el centro se observa la muestra. En el panel derecho se encuentran las diferentes consignas que forman parte de la ejercitación.

De esta manera, tanto alumnos como docentes pueden acceder a un gran número de muestras a un clic de distancia, pudiendo observar una muestra real tal cual lo haría en un microscopio físico, en el lugar y por el tiempo que elijan. Así mismo, los alumnos pueden analizar los preparados, interactuar colaborativamente, discutir sobre los mismos y acercarse al conocimiento de una manera más directa, lo que sin duda conduce al logro de un aprendizaje

significativo. Es en este punto que se destaca el microscopio virtual de otros desarrollos *on-line*. Este tipo de plataformas presentan dos limitaciones muy importantes, que buscamos mejorar con el Microscopio Virtual. Por un lado, son imágenes estáticas, donde no se permite las modificaciones de los parámetros físicos. Por otro lado, se constituyen de imágenes “ideales” (atlas), y todos aquellos que haya sido estudiante de esta herramienta, saben que las imágenes de los atlas distan diametralmente de la realidad y que rara vez funcionan en el aprendizaje crítico, sino es acompañado del ejercicio de observación con el microscopio físico.

Conclusión

El desarrollo de la tecnología digital que sustenta al Microscopio Virtual es el resultado de la experiencia docente y el deseo de sobreponerse a los obstáculos en la enseñanza de asignaturas que involucran al uso de técnicas microscópicas. Si bien puede concebirse esta herramienta en primera instancia como parte de una sólida estrategia de enseñanza remota de emergencia frente a la pandemia, el Microscopio Virtual nos revela un fidedigno potencial que amerita su integración a la educación formal en el desarrollo de un marco híbrido de la currícula y el aprendizaje ubicuo (Burbules 2012).

Consideramos a la implementación del Microscopio Virtual como un elemento curricular que *"por sus sistemas simbólicos y estrategias de utilización, propicia el desarrollo de habilidades cognitivas en los sujetos, en un contexto determinado, facilitando y estimulando la intervención mediada sobre la realidad, la captación y comprensión de la información por el alumno y la creación de entornos diferenciados que propicien los aprendizajes"* (Cabero-Almenara 1999:59). Así mismo, promueve en los docentes la oportunidad de reflexionar sobre la renovación del modelo enseñanza-aprendizaje

cuestionando la brecha existente entre cursos presenciales y a distancia.

Los docentes que formamos parte de este proyecto estamos convencidos de la capacidad transformadora de esta iniciativa y deseamos compartir con la comunidad nuestra experiencia en el desarrollo de tecnologías educativas que nos permiten innovar y superar las barreras en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, también fueron contempladas las fortalezas y habilidades de los nuevos estudiantes de las carreras ya que en su mayoría son nativos digitales. De esta forma, la posibilidad de aprender y adquirir experticia gracias al nexo que establece el Microscopio Virtual entre la “práctica de mesada” y los dispositivos móviles, constituye una herramienta invaluable en la enseñanza de esta disciplina.

Actualmente el Microscopio Virtual se está implementando en el dictado de las asignaturas de nuestra facultad cuyo programa cuenta con trabajos prácticos requieren el uso del microscopio, garantizando la continuidad en su dictado. Constituyéndose así, como una herramienta de gran utilidad para el resto de la comunidad académica capaz de zanjar la presencialidad en la enseñanza de la microscopía y con expectativas de su incorporación a las prácticas regulares para potenciar el aprendizaje significativo.

Referencias

- Burbules, Nicholas C. (2012). *“El aprendizaje ubicuo y el futuro de la enseñanza”*. *Encounters/Encuentros/Rencontres on Education* Vol. 13, 3 – 14.
- Bruner, Jerome (1999) *La educación, puerta de la cultura*. Visor. Madrid, España.

Cabero-Almenara, Julio (1999) *Tecnología Educativa*. Síntesis. Madrid, España.

Cabero-Almenara, Julio; Costas, Jesús (2016) “La utilización de simuladores para la formación de los alumnos”. *Prisma Social* N°17, *La publicidad en Iberoamérica*. pp. 343-372. Las Matas, España.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (2020). “*The difference between emergency remote teaching and online learning*”. *EDUCASE*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>

Litwin, Edith (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. Amorrortu. Buenos Aires, Argentina.

Salas Perea, Ramón S; Ardanza Zulueta, Plácido. (1995). “La simulación como método de enseñanza y aprendizaje”. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.

Salinas Ibáñez, Jesús María; Ayala Moreno, Johanna Beatriz (2017). “Uso de simuladores en el aula para favorecer la construcción de modelos mentales” en Silva, J. (ed.). *EDUCación y TECnología: una mirada desde la Investigación e Innovación*.

Vergara de la Rosa, E; Vergara Tam R; Alvarez Vargas M; Camacho Saavedra L; Galvez Olortegui J. (2020) “*Educación médica a distancia en tiempos de COVID-19*” *Educación Médica Superior*. 34(2):e2383.