



Modelo educativo emergente y herramientas digitales innovadoras en educación superior¹

Bartolotta, Susana

Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Moreira Szokalo, Rocío Ayelén

Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Carballo, Marta Ana

Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad de Buenos Aires (Argentina)



Fecha de recepción: 23/May/2022

Fecha de aceptación: 07/Oct/2022

Resumen:

La pandemia por SARS-CoV-2 en el 2020 nos impulsó a desarrollar la creatividad y expandir el aula de citogenética con un modelo pedagógico emergente en línea. Para el abordaje de los contenidos esenciales desarrollamos recursos digitales y empleamos el microscopio virtual, integrados y aplicados en instancias asincrónicas y sincrónicas en aula invertida. Para superar los obstáculos de aprendizaje en los mecanismos de formación de gametos elaboramos videos tutoriales y tableros interactivos como alternativa didáctica, sustituyendo al pizarrón en nuestra práctica docente. Todas las herramientas digitales se consolidaron en ambientes colaborativos que facilitaron la construcción activa del conocimiento. El éxito de las estrategias se reflejó en el rendimiento académico y la valoración de los estudiantes, razón para capitalizar la experiencia en la

¹ En este trabajo participaron como colaboradores en la recolección y análisis de datos: Casciaro, Stefanía; Tulino, María Soledad; López Nigro, Marcela Mabel; Schiariti Lampropulos, Victoria Elena; Pineda, Gonzalo.

actualidad y a futuro más allá de la pandemia.

Palabras clave: Pedagogías emergentes- aula invertida- laboratorio virtual- videos tutoriales- aprendizaje significativo

Abstract: **Educational emerging model and innovative digital tools in high education**

The SARS-CoV-2 pandemic in 2020 prompted us to develop creativity and expand the cytogenetics classroom with an emerging online pedagogical model. To address the essential content, we develop digital resources and use the virtual microscope, integrated and applied in asynchronous and synchronous instances in a flipped classroom. To overcome learning obstacles in the mechanisms of gamete formation, we elaborated tutorial videos and interactive boards, as a didactic alternative, replacing the blackboard in our teaching practice. All digital tools were consolidated in collaborative environments that facilitated the active construction of knowledge. The success of strategies was reflected in the academic performance and assessment of the students, a reason to capitalize on the experience today and in the future beyond the pandemic.

Keywords: Flipped classroom - emerging pedagogy - video tutorials - meaningful learning - virtual laboratory model

Problemática

La pandemia originada por el virus SARS-CoV-2 ha impactado notablemente en el ámbito de la educación. En el marco de la suspensión de las clases presenciales, nos apremió la necesidad de mantener la continuidad de los aprendizajes, superando los obstáculos y dando respuesta a cada uno de los desafíos.

El presente trabajo tiene como objetivo relatar la experiencia didáctica frente a esta emergencia inédita en la virtualización del módulo Citogenética de la asignatura Genética y Citogenética Molecular de la Maestría en Biología Molecular Médica de la Universidad de Buenos Aires.

Abordaje

La facultad ya contaba con una tradición de propuestas a distancia e integración de la virtualidad a las prácticas de enseñanza presenciales. Inmersos en el contexto de la emergencia sanitaria por COVID-19, nos enfrentamos al desafío de adaptar aceleradamente nuestro modelo híbrido de aprendizaje a una modalidad totalmente virtual, con una metodología innovadora, flexible, activa y centrada en el alumno.

El módulo fue dictado entre septiembre y octubre de 2020, haciendo uso de distintas plataformas digitales que nos permitieron optimizar la experiencia de clase. Contamos con el campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (<https://campus.ffyb.uba.ar/>), y con encuentros sincrónicos semanales vía Zoom. Además, creamos un canal de YouTube a través del cual los estudiantes pudieron acceder al material de las clases en formato video, motivándolos al estudio previo de la información y liberando de esta manera el tiempo de cada clase a fines de realizar actividades de aprendizaje más significativas.

Otro de los aspectos relevantes, indispensables para la práctica profesional en citogenética, incluye actividades de resolución de problemas en escenarios reales y el uso del microscopio en la práctica de laboratorio. A fines de emular la realidad y la toma de decisiones frente al desafío de resolver un problema y realizar la práctica de laboratorio en la virtualidad, se implementó el uso de un simulador que permitiera convertir a los estudiantes en protagonistas activos de su aprendizaje. La posibilidad de trabajar el uso de estas herramientas de manera asincrónica generó tiempo disponible para las actividades de retroalimentación entre pares y con los docentes en los encuentros sincrónicos por Zoom.

En el caso particular de la enseñanza de los mecanismos de formación de

gametos en cariotipos anómalos, tradicionalmente desarrollado en el pizarrón, se crearon varios videos tutoriales como herramienta que muestra paso a paso los procedimientos a seguir para desarrollar la actividad. Adicionalmente, se diseñaron pizarras interactivas que permitieron la construcción de dichos mecanismos en tiempo real durante los encuentros sincrónicos, incitando a la participación de los estudiantes.

Como estrategia para la práctica de laboratorio en el análisis de metafases, identificación de cromosomas y detección de alteraciones cromosómicas, se usó el microscopio virtual, un simulador desarrollado por docentes e investigadores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, como una herramienta invaluable en la enseñanza remota.²

Marco teórico

En la actualidad, los nuevos paradigmas educativos se apartan de la enseñanza tradicional, centrada en el docente y el contenido, y conciben una enseñanza centrada en el estudiante (Mestre, 2001). Este modelo educativo fomenta la participación activa y el desarrollo de habilidades comunicativas y de razonamiento de orden superior, actualmente mediados por las tecnologías.

En esta dirección, surge como alternativa el uso de plataformas virtuales dentro de un modelo de aula invertida o *Flipped Classroom*, que puede facilitar el acceso a los contenidos previamente seleccionados por los docentes, para su uso antes, durante y después de clase, o como espacio colaborativo para facilitar la interacción dentro y fuera del aula, a través del espacio virtual (Lage, 2000). Esta estrategia educativa ha sido suficientemente estudiada para mejorar la competitividad de los estudiantes mediante la adquisición de competencias específicas y transversales en instituciones de enseñanza

² <http://microscopio.ffyb.uba.ar>

superior (Segura y González Zamar, 2019; Mingorance, 2017).

En este sentido, nuestra propuesta educativa en clase invertida se integra con un enfoque pedagógico emergente, donde se invierten los roles y los tiempos de trabajo, se potencia el trabajo colaborativo y la interacción entre los miembros del grupo, apoyado en plataformas y herramientas digitales que mejoran la instrucción y el aprendizaje activo y autónomo en el aula (Corcoba Encina, 2020).

Como punto de partida y para pensar la innovación tecno-pedagógica del aula de citogenética en la virtualidad, se analizaron variables para alcanzar un alto grado de equilibrio e interacción entre lo didáctico y lo comunicacional, a fin de lograr una configuración lo más integrada posible que fomente una participación activa de los estudiantes. En este sentido, el desarrollo de la noción de avanzada de pedagogías emergentes replantea la enseñanza, el aprendizaje y la didáctica como fenómenos emergentes y multidimensionales que entrelazan el conocimiento intercultural, la tecnología, la pedagogía y la sociedad.

Las pedagogías emergentes se definen como el conjunto de enfoques e ideas pedagógicas, todavía no bien sistematizadas, que surgen alrededor del uso de las TIC en educación y que intentan aprovechar todo su potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura del aprendizaje (Adell, 2012).

Este enfoque permite el desarrollo de competencias por parte del individuo y, según Mora (2019), el fomento de dichas competencias ocurre por medio de actividades significativas, situadas y colaborativas que mejoran los procesos de formación, para contar con un individuo capaz de insertarse y enfrentar los retos del mundo laboral. Así también, Juan-Lázaro (2017) las considera

metodologías flexibles, activas y centradas en el alumno, que apuestan por las tecnologías, propugnan el desarrollo de las alfabetizaciones múltiples y la competencia digital, fomentan el aprendizaje autónomo y la responsabilidad del aprendiente como parte del grupo, y potencian el trabajo colaborativo y la interacción entre los miembros del grupo en todas sus manifestaciones y formatos.

A fines de trascender el aprendizaje lineal en la virtualidad y como parte del enfoque convergente de pedagogías y tecnologías emergentes, se decidió utilizar el modelo *Flipped Classroom* o aprendizaje invertido, que en la última década ha despertado un gran interés por su significativo potencial en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En el aprendizaje invertido o aula invertida, la instrucción directa se desplaza de la dimensión del aprendizaje grupal a la dimensión del aprendizaje individual, transformándose el espacio grupal restante en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el facilitador guía a los estudiantes en la aplicación de los conceptos y en su involucramiento creativo con el contenido del curso (FLN, 2014: 1).

La creación de un ambiente multimedia con recursos audiovisuales se ha convertido en un proceso fundamental en la enseñanza. El uso de la tecnología 2.0 en educación permite construir relaciones profesionales mediante el uso de dispositivos tecnológicos, a través del aprendizaje colaborativo, con la orientación del docente y a distancia (Zainuddin, 2016).

Los videos educativos cortos utilizados para cada clase aportan un valor diferencial en la enseñanza y aprendizaje, ya que potencian la implicación de los estudiantes, refuerzan la atención y aumentan el interés por el contenido, facilitan la comprensión, el análisis y el pensamiento crítico, a la vez que

favorecen el recuerdo y la aplicación práctica posterior de los conocimientos. En este sentido, ha sido reportado su uso en distintos formatos, como contribución positiva y significativa al aumento del rendimiento académico, en materias de cierta complejidad en entornos de enseñanza universitaria a distancia (De la Fuente Sánchez, D. 2018).

Respecto a los simuladores, son considerados como una de las herramientas más poderosas disponibles para la toma de decisiones y operaciones en sistemas complejos, ya que permiten el análisis y evaluación de situaciones que no podrían resolverse de otra manera en un entorno de aprendizaje en línea.

Implementación

La secuencia didáctica de cada una de las clases se sistematizó en una hoja de ruta o *roadmapping*, como organizador de los materiales didácticos hipermediales y facilitador de cada recorrido semanal.

Los contenidos fueron digitalizados en videos cortos, disponibles para los estudiantes en etapas previas a los encuentros sincrónicos, para su aprendizaje individual. El seguimiento docente, como guía experta en cada etapa del aprendizaje, fue permanente, a fines de valorar y retroalimentar en proceso la comprensión significativa de los contenidos de las clases en videos, mediante cuestionarios de resolución individual en Formularios de Google.

Asimismo, en cada clase y con dificultades progresivas, los alumnos analizaron y discutieron en foros diferentes artículos académicos, elaboraron documentos, y en otro orden de actividades, armaron cariotipos con técnica estándar y con bandas G.

Uno de los principales desafíos fue cómo reemplazar las clases prácticas presenciales de microscopía, las cuales permiten la adquisición de competencias y habilidades fundamentales para el ejercicio profesional. El microscopio es una herramienta indispensable en citogenética, ya que esta rama de la genética estudia los cromosomas y las enfermedades relacionadas causadas por alteraciones en el número o la estructura de los mismos. Esta enseñanza práctica es imprescindible para lograr que los estudiantes se entrenen en la identificación de estructuras y correlacionen las imágenes microscópicas con los conceptos teóricos estudiados. En la actualidad, la educación busca generar aprendizajes profundos, en este sentido el aula se concibe como un escenario abierto a la innovación, donde coexisten diversos factores que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y donde las tecnologías juegan un papel fundamental al convertirse en herramientas para la representación y construcción del conocimiento. Al respecto, el uso de los simuladores constituye una de las tecnologías más destacadas en los nuevos entornos formativos en educación (Ayala Moreno, 2018) y la microscopía virtual se está distinguiendo cada vez más como un aporte a la innovación en educación, investigación y diagnóstico clínico (Tuominen, Isola, 2009).

El microscopio virtual emula los parámetros físicos de un microscopio real y se los puede modificar para observar muestras reales totalmente digitalizadas. Sobre el panel izquierdo del dispositivo se observan los parámetros físicos del microscopio: objetivos, tornillo macrométrico y micrométrico, diafragma, potenciómetro de iluminación, aceite de inmersión y tornillos de desplazamiento de la platina. En el centro se observa la muestra que es necesario enfocar, y en el panel derecho se encuentran las diferentes consignas que forman parte de la ejercitación (Fig.1).

Asimismo, este desarrollo permite realizar autoevaluaciones con asistencia de

la misma plataforma y la del docente, quien realiza una retroalimentación, o bien el usuario puede sacar fotos y enviárselas al docente en el caso de que aún permanezcan las dudas y éste pueda responderlas por la misma vía (Moreira Szokalo, R. 2020).

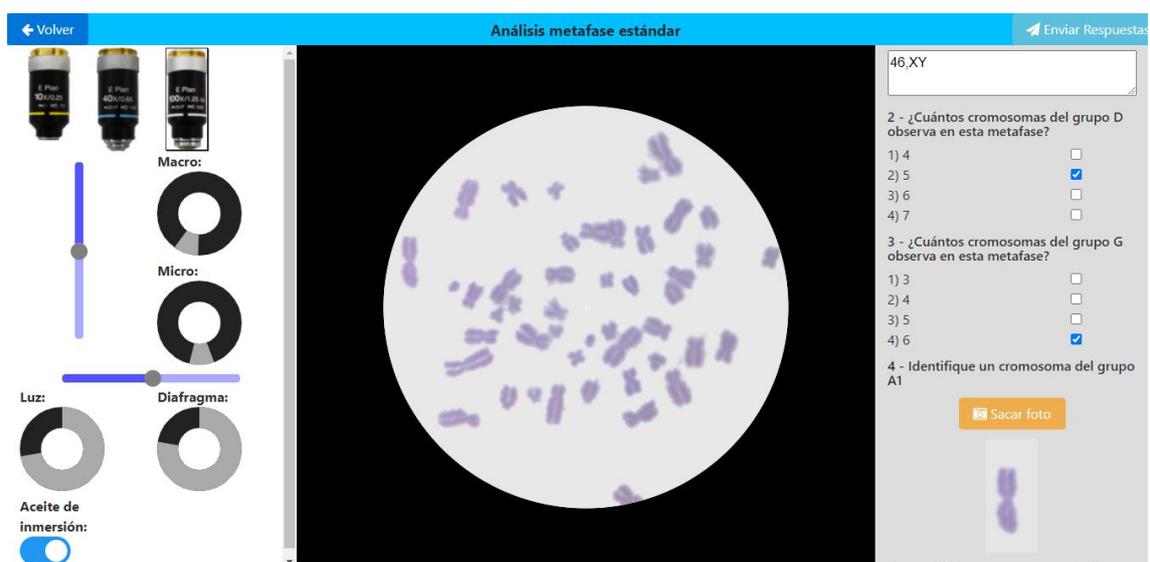


Figura 1: Microscopio virtual. Pantalla en tres campos: en el panel izquierdo los parámetros físicos del microscopio: objetivos, tornillo macrométrico y micrométrico, diafragma, potenciómetro de iluminación, aceite de inmersión y tornillos de desplazamiento de la platina. En el centro se observa la muestra que es necesario enfocar y en el panel derecho se hallan las diferentes consignas que forman parte de la evaluación.

Con el objetivo de que los estudiantes puedan realizar la práctica de laboratorio, diseñamos un video tutorial sobre el uso del microscopio, con el capturador de pantalla Loom. El video fue realizado con el propósito de que los estudiantes tengan una guía para manipular los parámetros físicos del microscopio y consigan enfocar la muestra digital.

A continuación, recibieron un instructivo orientador de la actividad práctica

como una pauta para ingresar a la plataforma y resolver la ejercitación. Finalizada la actividad, los estudiantes envían las respuestas y el docente retroalimenta el trabajo que posteriormente puede ser visualizado en el panel de ejercicios. En la retroalimentación se valoran los logros y se sugieren comentarios como una guía que permita superar los obstáculos presentados en la resolución del ejercicio, y si persisten las dudas, los estudiantes cuentan con un foro de consultas.

Esta práctica con el microscopio virtual es fundamentalmente formativa, ya que permite desarrollar competencias genéricas tales como la capacidad de análisis, la toma de decisiones, la comunicación y competencias personales y sistémicas, como el razonamiento crítico y el aprendizaje autónomo.

De esta manera, la simulación se configura como una excelente herramienta didáctica para la práctica de laboratorio, no solo en la virtualidad sino también en escenarios híbridos de enseñanza y aprendizaje.

Videos tutoriales sobre mecanismos de formación de gametos

Otro de los contenidos de la propuesta formativa, la esquematización de los mecanismos de formación de gametos, constituye una herramienta fundamental para la posterior evaluación de los aprendizajes. Su comprensión mediante un uso activo del conocimiento demanda la integración y aplicación de diversos contenidos teóricos en ejercicios de diferente complejidad. El valor didáctico del dispositivo consiste en el aprendizaje significativo por asociación e integración de la información nueva con la que ya conocen (Ausubel, 1983).

Con el objetivo de que nuestros estudiantes comprendieran cómo realizar el esquema de un mecanismo de formación de gametos en cariotipos anómalos y poder resolverlo de manera autónoma en las instancias de evaluación,

utilizamos herramientas digitales que trascendiera el uso del pizarrón en la presencialidad. La estrategia didáctica contempla tres etapas de complejidad creciente.

En una primera instancia, abordamos los distintos contenidos conceptuales fundamentales para realizar los esquemas. Para ello, construimos presentaciones de PowerPoint que contenían gráficas de células y cromosomas que sirvieron de soporte para la grabación de las clases en video. El diseño de los cromosomas fue de realización propia, y para ello se tuvo en cuenta la morfología y los tamaños relativos de los mismos, facilitando la comprensión y constituyendo una importante puerta de entrada visual al cromosoma.

En un segundo nivel, aún en la etapa asincrónica, mostramos la resolución de ejercicios de mayor complejidad en papel, capturando dicha secuencia en un video tutorial como herramienta de autor.³ La narrativa audiovisual de este video constituye otro de los eslabones o puerta de entrada al conocimiento, sustituye al pizarrón, presenta versatilidad en los contenidos, se articula con la clase invertida, y enseña de manera atractiva, sencilla y eficaz la formación de gametos en cariotipos con alteraciones numéricas y estructurales.

Por último, llegamos a la etapa sincrónica, escenario clave para la construcción colectiva de conocimientos. Implementamos la esquematización virtual en vivo en las clases vía Zoom con el empleo de una hoja de PowerPoint y las gráficas que creamos como “pizarra”. Este recurso nos permitió la resolución de ejercicios en un diálogo dinámico con los estudiantes, demostrando su versatilidad al permitir crear infinitas posibilidades, estrategias y ejemplos en tiempo real.

³ <https://youtu.be/n3rJKcALdNE>

Evaluación

La evaluación, considerada como un proceso integrante de cualquier propuesta didáctica, nos brindó oportunidades para promover una permanente reflexión sobre los logros y obstáculos en el desarrollo de cada una de las tareas.

Desde la concepción del conocimiento como construcción y como modificación de las estructuras cognitivas, ha sido necesario diseñar instancias evaluativas que pongan en juego la significatividad y la funcionalidad de los nuevos aprendizajes, a través de la resolución de problemas, aplicación de los conceptos a distintos contextos y construcción de nuevos conocimientos.

Para identificar el avance de los procesos cognitivos e interactivos en entornos virtuales de aprendizaje, es necesario contar con una estrategia flexible de evaluación, así como con una serie de herramientas que permitan detectar cambios en la complejidad de las construcciones de conocimientos por parte de los estudiantes.

Las herramientas o instrumentos viabilizan los aprendizajes de los estudiantes y el conocimiento de los docentes para resignificar y valorar esos procesos (García Aretio, 2001), así también la evaluación es más que la consideración de los instrumentos y las evidencias relevadas; la comunicación, la interacción y la retroalimentación son los protagonistas y los instrumentos pueden ser facilitadores de estos procesos (Barberá, 2006). En este sentido, consideramos imprescindible atender la dinámica de las comunicaciones e interacciones y las retroalimentaciones de la evaluación en proceso, como un aspecto clave de la evaluación.

En este módulo, como parte de una de las asignaturas del curso, con profesionales de la salud de distinta formación académica de base, la

evaluación hizo foco en la etapa formativa e interactiva en proceso, como andamiaje para la construcción de conocimientos emergentes desde esta disciplina. La instancia de cierre o evaluación final daría cuenta de la utilidad del modelo y sus herramientas, a través del rendimiento académico de cada estudiante.

Los instrumentos de enseñanza, considerados luego para la evaluación continua de los aprendizajes, han sido variados, atractivos y contextualizados, a fines de realizar un seguimiento estrecho de cada uno de los estudiantes y recabar e interpretar los logros y las dificultades para analizarlos y tomar decisiones. La resolución de cuestionarios individuales, la elaboración de documentos, la participación en los foros de intercambio y discusión, las actividades de armado de cariotipos y el uso del microscopio virtual recibieron un *feedback* permanente, a fines de consolidar y darle significado a cada uno de los aprendizajes.

Según Sadler (2010), el *feedback* debe ayudar a los estudiantes a reconocer la brecha existente entre el nivel en el que se encuentran y el que tienen que alcanzar con respecto a un aprendizaje. En tal sentido, consolidada la evaluación formativa, se amplía hacia una evaluación para los aprendizajes (Barberá, 2006).

La instancia de evaluación final ha sido facilitada por la integración de los contenidos en las sucesivas etapas formativas; no obstante, siempre se presentan ciertos desafíos que interpelan nuestras intervenciones cotidianas y se transforman en insumo de mucho valor para optimizar el acompañamiento en los trayectos estudiantiles.

Acorde a lo que sugieren los reportes bibliográficos sobre la implementación gradual del aula invertida, (Platero (2015); Observatorio de Innovación

Educativa (2014)), en las versiones anteriores de nuestro curso con el modelo de enseñanza y aprendizaje híbrido se aplicaron gradualmente ajustes parciales para algunos contenidos en aula invertida. El análisis y reflexión de los resultados en sucesivas cohortes nos facilitó la optimización del modelo antes de su implementación en el entorno virtual de aprendizaje.

Resultados

Las diferentes instancias de evaluación formativa con retroalimentación para los aprendizajes nos permitieron conocer los resultados del proceso de instrucción y la utilidad didáctica de las herramientas digitales.

Hemos constatado que las herramientas desarrolladas ofrecieron soluciones para el abordaje del problema, tanto de manera sincrónica como asincrónica.

Esta experiencia nos demostró que podemos crear de forma sencilla herramientas innovadoras en nuevos escenarios que nos permitan trascender la enseñanza tradicional. Con un poco de creatividad, hemos desarrollado un entramado de herramientas y estrategias que enriquecieron y mejoraron nuestra propuesta didáctica.

Un aspecto que consideramos de relevancia es la apreciación de nuestros estudiantes respecto de nuestras prácticas docentes. Al finalizar la cursada, les solicitamos que respondiesen una encuesta no obligatoria y anónima, que incluyó preguntas respecto de estos nuevos recursos (Figura 2).

La mayoría de las instituciones de educación superior en todo el mundo recopilan algún tipo de retroalimentación de los estudiantes sobre su experiencia en la educación. Los estudiantes son partes interesadas importantes en los procesos de seguimiento y evaluación de la calidad, y es importante obtener sus opiniones ya que la retroalimentación con los

estudiantes es más que la simple recopilación de datos (Harvey 2003).

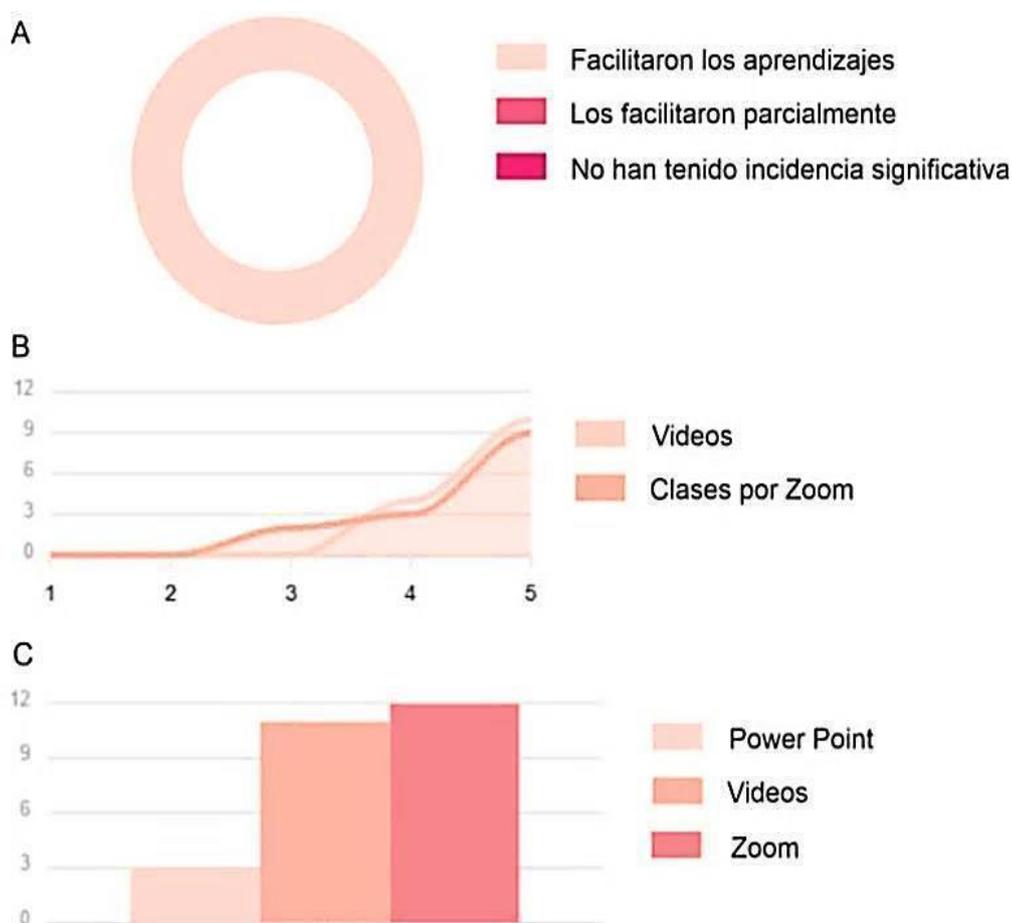


Figura 2: Resultados de la encuesta (14 respuestas). A: Respecto a las herramientas tecnológicas utilizadas en el curso, usted cree que; B: En el caso que usted haya considerado que las herramientas tecnológicas favorecieron los aprendizajes, indique el grado de importancia de cada una, teniendo en cuenta que el nivel 5 se refiere a la mayor significancia; C: ¿Para la explicación de los mecanismos qué herramienta le resultó más útil?

En los resultados obtenidos respecto a los dispositivos utilizados, se observó que todas las herramientas tecnológicas favorecieron el aprendizaje, en particular los videos y los encuentros sincrónicos por Zoom, considerados como los más útiles para comprender los contenidos y, en particular, la

complejidad de los mecanismos de formación de gametos en cariotipos con alteraciones cromosómicas. Como resultado de la utilización de los videos tutoriales sobre mecanismos de formación de los gametos, el rendimiento académico fue altamente satisfactorio, obteniéndose un promedio de puntaje de 8,16/10 en la instancia formativa y 9,06/10 en la instancia sumativa.

Como se mencionó, otra de las herramientas estratégicas utilizadas fue el microscopio virtual. Este simulador fue integrado como prueba piloto al currículo en las cohortes 2018 y 2019 en escenarios híbridos de enseñanza y aprendizaje, lo que permitió la implementación de optimizaciones de la herramienta para el 2020.

En cada una de las cohortes, los estudiantes completaron una encuesta anónima que nos facilitó comparar los resultados pre-pandemia y aquellos de la cohorte 2020, que tuvo lugar durante el aislamiento sanitario. En dicha encuesta se consultó la opinión de los estudiantes en cuatro categorías: la operatividad de la plataforma, la semejanza del simulador con un microscopio real, la adecuación de los contenidos al uso práctico de la herramienta y la valoración de la experiencia (Tabla 1).

Tabla 1: Resultados de la encuesta sobre las características del simulador. Comparación entre los estudiantes de las cohortes 2018-2019 en pre-pandemia y la cohorte 2020 durante la pandemia.

(En página siguiente)

| Categorías consultadas en la encuesta | % Aceptación / alto grado de aceptación | |
|--|---|------------------------|
| | Cohorte 2018/2019 (n=20) | Cohorte 2020 (n=12) |
| Operatividad de la plataforma | | |
| El MV es amigable para el usuario | 45% | 100% |
| Las partes del MV son fáciles de ajustar | 15% | 83% |
| MV vs Microscopio real | | |
| El MV es un simulador fiel de un microscopio real | 35% | 83% |
| El MV permite desarrollar habilidades necesarias para el manejo de un microscopio real | 50% | 83% |
| Adecuación de los contenidos a la plataforma | | |
| El ejercicio se adecua a los contenidos de la asignatura | 100% | 100% |
| Las modalidades de las consignas son pertinentes | 95% | 100% |
| Valoración de la experiencia | | |
| La experiencia con el ejercicio fue positiva | 60% | 100% |
| La experiencia global con el MV fue positiva | 60% | 100% |
| El MV brinda un valor agregado a la cursada | 80% | 92% |

En las dos primeras categorías analizadas, operatividad de la plataforma y microscopio virtual versus el microscopio real, se observa un acrecentamiento significativo en el grado de aceptación en la cohorte 2020, coincidentemente con la mejora del simulador. En relación con la tercera categoría, adecuación de los contenidos a la plataforma, los resultados fueron similares entre las cohortes, con un alto grado de aceptación. Finalmente, la cuarta categoría, valoración de la experiencia, mostró un aumento del grado de aceptación desde los inicios de la prueba piloto hasta la herramienta mejorada en el 2020.

La opinión de los estudiantes es clave en los procesos de seguimiento y evaluación del modelo y sus herramientas, ya que dan cuenta de la realidad contextual en la que se realizó la experiencia educativa. Este relevamiento de datos permite analizar y tomar decisiones que se efectúan al momento de reformular, desarrollar, ajustar y evaluar una propuesta de trabajo.

Conclusiones

El presente trabajo tuvo como objetivo compartir nuestra experiencia generando una propuesta educativa emergente, en aula invertida, centrada en el estudiante e intervenida por videos educativos pre-clase y el uso del microscopio virtual como dinamizadores del aprendizaje significativo.

De acuerdo a nuestros hallazgos, los recursos digitales utilizados en aula invertida han sido motivadores, promovieron el aprendizaje autónomo y mejoraron el rendimiento académico, superando los obstáculos de aquellos contenidos de significativa complejidad. Estos resultados son coincidentes con las expresiones en los reportes de Ljubojevic (2014), Tapia (2020), Moya (2016), De la Fuente (2018), Corcoba (2020) e Hinojo Lucena (2019), aunque no son consistentes con Bossaer et al. (2016) cuyo equipo experimentó el aula invertida en un módulo de oncología de farmacoterapia y no encontró

mejoras en el rendimiento académico respecto a cursadas previas, sugiriendo que la combinación de invertir la mayor parte de un módulo o curso a la vez, el tipo de materiales utilizados y no responsabilizar a los estudiantes por las tareas fuera de clase, podrían ser el motivo de tales resultados.

En el caso de los videos tutoriales, coincidimos con la pesquisa de He, Swenson y Lents (2012) y Bengochea, (2012), quienes señalan que los tutoriales diseñados para aquellos contenidos complejos constituyen una herramienta flexible y valiosa para resolver problemas en el modelo aula invertida.

Nuestros resultados indican que tanto los videos cognoscitivos utilizados para los contenidos temáticos en cada pre-clase como los instructivos para dominar algún contenido complejo son efectivos como herramientas educativas de mejora, en coincidencia con Placencia 2015) y con Brame (2016), quienes reportan la efectividad de su uso, orientado a los objetivos de aprendizaje e insertados en un contexto de aprendizaje activo con preguntas orientativas o con tareas asociadas.

Por otra parte, en concurrencia con Goedhart (2019), el uso de estas herramientas previo a la clase nos ha permitido trascender algunos obstáculos de aprendizaje en aquellos estudiantes con diferentes niveles de conocimiento preexistente. Así encontramos que el abordaje combinado de estrategias redujo la brecha entre lo que se conoce y lo nuevo que se aprende, como anclaje para el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983).

Dentro de las estrategias utilizadas, el microscopio virtual permite adquirir habilidades que pueden ser transferidas a la realidad inmediata, en situaciones particularmente diseñadas en el contexto situacional.

En conexión a este tipo de dispositivo de uso remoto, Martorelli en 2016

analizó diferentes microscopios virtuales utilizados en el mundo y observó que son muy pocos los que han sido diseñados para perseguir fines educativos generales y adaptables a cualquier práctica educativa más allá de la disciplina. Por otra parte, la autora pone en relevancia que se ha encontrado una vacancia en las posibilidades de estos sistemas para permitir la creación de actividades educativas donde el docente pueda indicar una consigna a los estudiantes y se pueda ofrecer alguna retroalimentación que permita complementar las actividades tradicionales con un microscopio convencional. En nuestro caso, el simulador ha sido diseñado con fines educativos, es utilizado por varias cátedras de la comunidad educativa y permite que los docentes elaboren consignas de trabajo con retroalimentaciones que colaboran para la reflexión y consolidación de los aprendizajes de los estudiantes, colaborando en contribuyendo a la secuencia didáctica.

Cuando comparamos las cohortes que utilizaron este dispositivo, observamos una notable mejora en las diferentes categorías analizadas en el 2020, que podría deberse a la optimización de la herramienta. Las modificaciones introducidas en la plataforma durante los últimos dos años mejoraron su accesibilidad, manejo y fidelidad como simulador, lo cual resultó en una experiencia positiva para los usuarios. Estas prácticas previas fueron clave para poder contar con una herramienta sólida para ser usada en el contexto de Enseñanza Remota de Emergencia como reemplazo del trabajo de mesada con el microscopio físico (Moreira Szokalo, 2020). En este sentido, la herramienta ofreció una solución y enriqueció la cursada virtual, a la vez que obtuvo una valoración altamente satisfactoria por parte de los alumnos. Por otro lado, la diferencia entre las cohortes podría deberse también a los heterogéneos perfiles y estilos de aprendizaje de los estudiantes, condiciones que es preciso investigar en futuras cohortes participantes.

Los hallazgos encontrados en las evaluaciones y en la percepción de los alumnos aumentan nuestra confianza en el tremendo potencial de las nuevas tecnologías educativas para innovar en la enseñanza. También nos permitieron conocer más sobre la forma de abordar el conocimiento, y cómo los conceptos se perciben, interpretan, transfieren, construyen y reconstruyen cuando el punto de partida son elementos determinados por diseñadores pedagógicos y educativos, y verificar si el uso de tales tecnologías favorece estos procesos (Ávila, 2004).

Frente a la emergencia sanitaria, el diseño de nuestra propuesta pedagógica emergente en modelo aula invertida alcanzó buenos resultados en función de la combinación de diversas actividades mediadas por recursos digitales innovadores y la retroalimentación entre estudiantes y docentes, que estimularon estrategias de aprendizaje efectivas. Interpretamos que la pandemia ha precipitado la transición a un nuevo modelo de enseñanza para brindar nuevas oportunidades de enseñar y aprender en línea; no obstante, es necesario profundizar la investigación para obtener mayor información sobre el impacto de este modelo educativo en estudiantes de educación superior.

REFERENCIAS

Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? en J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coord.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología. págs. 13-32. Accesible en https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/29916/1/Adell_Castaneda_emergentes2012.pdf

Ayala Moreno, J., Salinas Ibañez, J. (2018). *Simular en el aula para construir modelos mentales, un estudio de investigación basada en el diseño*. en EDUTEC XXI Congreso Internacional. Accesible en

<https://www.researchgate.net/publication/330654811> SIMULAR EN EL AULA PARA CONSTRUIR MODELOS MENTALES UN ESTUDIO DE INVESTIGACION BASADA EN EL DISEÑO

Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10).

Ávila, M. P, (20054). Motivación y la educación a distancia, una revisión al proceso. en M. Mena (comp). *La educación a distancia en América Latina*. Buenos Aires: Editorial La Crujía / Unesco. Accesible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/24486/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barberá, E. (2006). Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. RED. *Revista de Educación a Distancia, número especial VI*. Accesible en <https://doi.org/10.6018/red>

Bengochea, L., Budia, F. (2012). "Subtitled video tutorials, an accessible teaching material". *Journal of Accessibility and Design for All* (CC) JACCES, 2012 - 2(2): 155-164. ISSN: 2013-7087. Accesible en <https://doi.org/10.17411/jacces.v2i2.68>

Bossaer, J. B., Panus, P., Stewart, D. W., Hagemeyer, N. E., & George, J. (2016). "Student performance in a pharmacotherapy oncology module before and after flipping the classroom." *American Journal of Pharmaceutical Education*, 80(2), 31. Accesible en <https://doi.org/10.5688/ajpe80231>

Brame CJ. Effective educational videos: principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE Life Sci Educ*. 2016;15(4):es6.1–6. Accesible en <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>

Corcoba Encina, M., Lázaro, O., Nuñez Bayo, Z. (2020). *El modelo Flipped Classroom como pedagogía emergente: Panorama actual e implicaciones en la enseñanza de ELE*. Universidad de Alcalá. Accesible en <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/46012>

De la Fuente Sánchez, D., Hernández Solís, M, Pra I. (2018). Vídeo educativo y rendimiento académico en la enseñanza superior a distancia. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, vol. 21, núm. 1*, pp. 323-341. Accesible en

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18326>

Díaz Barriga, F., Hernández Rojas, G. (2000). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México, McGraw-Hill Interamericana. ISBN 970-10-3526-7

García Aretio, L.; (2001). *La Educación a Distancia. De la teoría a la práctica*. Editorial ARIEL.

Goedhart (2019). The flipped classroom: supporting a diverse group of students in their learning. *Learning Environments Research* (2019) 22:297–310. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09281-2>

Harvey, L. (2003). 'Student Feedback [1]', *Quality in Higher Education*, 9:1, 3–20. <https://doi.org/10.1080/13538320308164>

He, Y., Swenson, S., & Lents, N. (2012). Online video tutorials increase learning of difficult concepts in an undergraduate analytical chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 89, 1128–1132. <https://doi.org/10.1021/ed200685p>

Hinojo Lucena, f. J.; Aznar Díaz, I.; Romero Rodríguez, J. M.; Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. *Una revisión sistemática. Campus Virtuales*, 8(1), 9-18. Accesible en <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/384/300>

Juan-Lázaro, O. (2017). Marco para la transformación digital en el aula de ELE. en A. M. Cestero Mancera, *Manual del profesor de ELE*. Alcalá de Henares: Servicio de publicaciones UAH. Accesible en https://www.academia.edu/42352913/Transformacion_digital_en_el_aula_de_ELE

Lage, M., Platt, G. y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31. Accesible en <https://doi.org/10.2307/1183338>

Ljubojevic, M., Vaskovic, V., Stankovic, S., y Vaskovic, J. (2014). Using Supplementary Video in Multimedia Instruction as a Teaching Tool to Increase Efficiency of Learning and Quality of Experience. *The international*

review of research in open and distance learning, 15(3), 275-291. Accesible en <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i3.1825>

Martorelli, S. (2016). *Microscopios Virtuales: Estudio y Comparación*. Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata. Accesible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52695>

Mestre, J. P. (2001). Implications of research on learning for the education of prospective science and physics teachers. *Physics Education*, 36(1), 44. Accesible en <https://doi.org/10.1088/0031-9120/36/1/308>

Mora Vicarioli, F., Salazar Blanco, K. (2019). Aplicabilidad de las pedagogías emergentes en el e-learning. *Revista Ensayos Pedagógicos*. Vol. XIV, N° 1 Enero-Junio, 2019. Accesible en <https://doi.org/10.15359/rep.14-1.6>

Moreira Szokalo, R. A., Romero, D. J., Carballo, M. A., & Favale, N. O. (2020). 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. *Revista Electrónica De Didáctica En Educación Superior*, (18).(1), 30-43.

Moya, P.; Williams, C. (2016). Efecto del Aula Volteada en el rendimiento académico: Estudio comparativo basado en el resultado del rendimiento académico con metodología Aula Volteada y Clase Tradicional para la asignatura de Salud Pública. *Revista de educación en ciencias de la salud*, 13(1), 15-20. <http://www2.udec.cl/ofem/recs/>

Mingorance, A.C.; Trujillo, J.M.; Cáceres, P.; Torres, C. (2017). Mejora del rendimiento académico a través de la metodología de aula invertida centrada en el aprendizaje activo del estudiante universitario de ciencias de la educación. *Journal of Sport and Health Research*. 9(supl 1):129-136. Accesible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6026403>

Observatorio de Innovación Educativa (2014). Aprendizaje invertido. Reporte Edutrends. Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey. Accesible en <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>

Placencia G. (2015). Los vídeo-tutoriales en la educación universitaria del siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. ISSN

2007-8412. Accesible en <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/463>

Platero, J., Tejeiro, M. y Reis, F. (2015). La aplicación del Flipped classroom en el curso de dirección estratégica. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* pp. 119-133, Universidad Europea de Madrid. Accesible en https://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/4317/jiu_2015_14.pdf?sequence=2

Sadler, David Royce. (2010). Beyond feedback: Developing student capability in complex appraisal. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 35(5), 535-550. Accesible en <https://doi.org/10.1080/02602930903541015>

Segura, E., González Zamar, M. (2019). Análisis de las competencias en la educación superior a través de flipped classroom. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação*, vol. 80, núm. 2, pp. 29-45. Accesible en <https://doi.org/10.35362/rie8023407>

Tapia, L., Delgado Zapata, N., García Hernández, A. (2020). Asimilación de contenidos y aprendizaje mediante el uso del video tutorial. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 7, 12028. Accesible en https://www.lajse.org/may20/2020_12028.pdf

Tuominen, V.J., Isola, J. (2009). The application of JPEG2000 in virtual microscopy. *J Digit Imaging.*, 22(3): 250 a 258. Accesible en <https://doi.org/10.1007/s10278-007-9090-z>

Zainuddin, Z. & Halili, H. S (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3), 313-340. Accesible en <https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2274>.