

Innovación para la enseñanza de la Química

USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE “LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y SU CONSTITUCIÓN”

Fernando Gabriel Olivares

Cátedra de Química General, Ingeniería Química, Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina.

E-mail: folivares@uarg.unpa.edu.ar

Recibido: 31/03/2022. Aceptado: 17/06/2022.

Resumen. Durante los meses de pandemia se debió virtualizar las clases presenciales en una suerte de enseñanza remota de emergencia. A fin de brindar a los y las estudiantes el contenido “la estructura de la materia y su constitución” del espacio curricular de Química General se hizo uso de varias estrategias didácticas, como el aula invertida o *flipped classroom*, y las herramientas tecnológicas: animaciones, simuladores y laboratorios virtuales. Los resultados obtenidos fueron alentadores, respecto a la visualización de los videos previos a las clases sincrónicas, la participación de los estudiantes en los foros y las actividades propuestas en el Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje. Este tipo de estrategias posee un excelente potencial para las aulas híbridas pensadas para el retorno a la presencialidad en las universidades.

Palabras clave. *educación remota de emergencia, clase invertida, animaciones, simuladores, laboratorios virtuales.*

Use of technological tools in the teaching of “the structure of matter and its constitution”

Abstract. During the months of the pandemic, face-to-face classes had to be virtualized in a sort of emergency remote teaching. To provide students with the topic “the structure of matter and its constitution” of the course of General Chemistry, several didactic strategies were used, such as flipped classroom and technological tools: animations, simulators, and virtual laboratories. The results obtained were encouraging, regarding the views of the videos prior to the synchronous classes, student participation in the forums and the activities proposed in the Virtual Teaching-Learning Environment. This type of strategy has excellent potential for hybrid classrooms designed for the return to face-to-face teaching in universities.

Keywords. *remote emergency teaching; flipped classroom; animations; simulators; virtual laboratories.*

INTRODUCCIÓN

Débora Kozak (2015) menciona “que mientras la *incorporación* (de tecnologías) alude a una situación en la que las «tecnologías se adosan» artificialmente, la *inclusión* se piensa surgida desde las necesidades específicas de cada contexto, instalando la innovación en los «quebres» entre la tradición institucional y su tendencia a la innovación” (Ambrosino, 2015, p. 133). Dicha inclusión implica una acción planificada, deliberada y decidida por



quienes la van a llevar adelante y quienes van a participar como estudiantes en la misma, por lo tanto, requiere estrategias de planificación pedagógicas específicas, y revisión de los tiempos, las propuestas y los roles a cumplir por las partes interesadas.

Durante la pandemia se vivió un contexto en donde el sistema educativo tuvo que transformarse porque la concurrencia a las escuelas ponía en riesgo la salud de las personas. La única estrategia válida que se encontró fue la virtualización de las clases que hasta entonces eran presenciales. En palabras de Martín (2021), esto implicó "sorpresa, emergencia, y sobre todo una subordinación a una situación de salud pública".

Todos los años, durante el mes de febrero, la Cátedra de Química General de la UARG realiza un Proyecto Especial de Desarrollo de Actividades de Extensión y Vinculación denominado "Seminario Taller de Vinculación a la Química". Tiene como objetivo familiarizar a los interesados en los conceptos básicos de química que son imprescindibles para lograr un mejor desempeño académico en la carrera universitaria elegida por el colectivo estudiantil. En este caso, se llevó a cabo entre el 10 de febrero y el 10 de marzo de 2020, iniciando la cursada del cuatrimestre con sólo una clase presencial dictada en el Campus Universitario el 19 de marzo de 2020, un día antes al inicio del "Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) declarado por el Poder Ejecutivo Nacional" (Decreto DNU 297/2020, Poder Ejecutivo Nacional).

La Resolución N° 0226/20-R-UNPA dispensaba del deber de asistencia al lugar de trabajo a los docentes y No docentes de la UNPA, mientras que la Resolución N° 0256/20-R-UNPA declaraba que "*las actividades de formación de grado [...] se deberán implementar a través de propuestas pedagógicas mediadas por tecnología que no contemplen la presencialidad física de los estudiantes, mientras dure el ASPO*". Todo esto nos hizo replantear el sentido y uso que le asignábamos al Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) institucional UNPABimodal en la presencialidad y la transformación necesaria y obligatoria a la virtualización, sin clases presenciales en absoluto. Resulta importante destacar la diferencia temporal de las propuestas pedagógicas implementadas en pandemia que recopilan Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) en relación con que el propósito de los primeros meses fue la continuidad académica del semestre en curso, mientras que para el segundo semestre del 2020 hubo margen para la planificación de las prácticas educativas.

El contenido inicial de la materia, "Estructura de la materia y su constitución", requiere de un elevado nivel de abstracción, de la interpretación de modelos y su relación con las leyes fundamentales de la química. Por lo tanto, surgen los siguientes interrogantes: ¿Cómo utilizar la virtualidad para abordar dichos contenidos? ¿Qué herramientas pedagógicas y tecnológicas pueden resultar efectivas para potenciar la apropiación de estos aprendizajes? ¿Cómo evaluarlos eficazmente en contexto de pandemia? Adquieren relevancia dichas preguntas teniendo en cuenta los recursos disponibles al inicio del ASPO y el limitado tiempo concedido para adaptarnos a esta modalidad de enseñanza. Se decide utilizar las estrategias didácticas de la clase invertida o *flipped classroom*, el uso de animaciones, simuladores, laboratorios virtuales, el soporte digital de videoconferencias de Meet[®] e incorporar todas

las potencialidades del Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) UNPABimodal para la organización de las clases. Consecuentemente, la presente propuesta tiene por objetivos guiar a los y las estudiantes en la adquisición de los conocimientos de “la estructura de la materia y su constitución”, facilitar dichos contenidos mediante entornos y herramientas digitales que involucren las TIC, favorecer la interacción efectiva entre: estudiantes-contenidos, entre estudiantes-docentes y estudiantes entre sí, y por último, evaluar la eficacia de dichas actividades mediante el EVEA.

La presente secuencia didáctica se realiza desde una perspectiva constructivista de orientación sociocultural, basada en la incorporación de las TIC en educación en el marco social de la sociedad-red o sociedad digital, teniendo en cuenta las cuatro categorías del modelo de TIC y su función mediadora de las relaciones entre los elementos del triángulo interactivo adaptados por Bustos y Coll (2010).

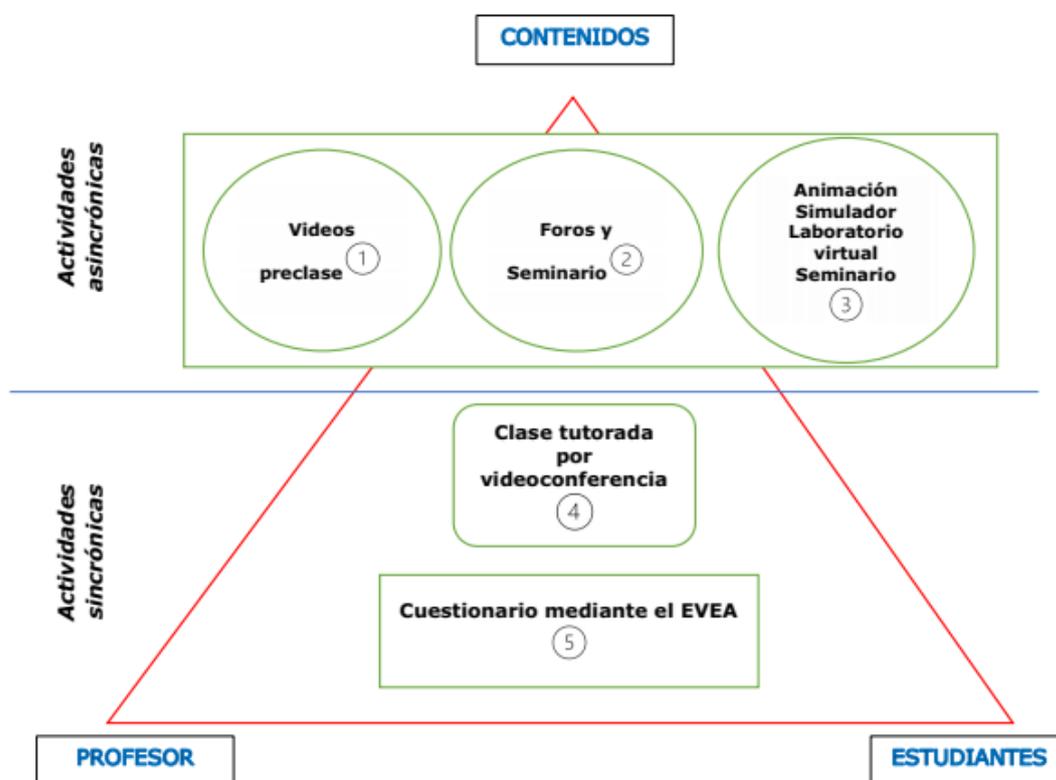


Figura 1. Secuencia didáctica de clase invertida en la virtualidad.

La Figura 1 esquematiza la secuencia didáctica propuesta en la presente experiencia. La misma consta de 5 fases, de las cuales 3 son asincrónicas y 2 sincrónicas. La primera (1) consta en subir el video con los contenidos explicativos a YouTube y habilitar el acceso a los estudiantes, la segunda (2) es incorporar los hipervínculos en el EVEA a simuladores, animaciones y laboratorios virtuales, la tercera (3) consiste en abrir un foro de discusión e intercambio colaborativo sobre los tópicos expuestos y presentar el seminario de problemas de lápiz y papel. Estas tres instancias son asincrónicas y previas al encuentro virtual. Luego, la cuarta instancia (4) consiste en llevar a cabo

la clase sincrónica por videoconferencia que permite aclarar dudas conceptuales, el uso de los simuladores y la resolución de los problemas del seminario. Finalmente, la quinta etapa (5) es una evaluación sincrónica mediada por un cuestionario subido al EVEA, con preguntas de distinta índole: múltiple choice, de respuesta textual corta, de respuesta numérica, etc. Si bien el cuestionario es por UNPABimodal, se realiza en simultáneo una videoconferencia para estar a disposición de los estudiantes para aclarar dudas sobre las preguntas y la forma correcta de cargar las respuestas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA

Hooper y Rieper (1995), la UNESCO (2002), Mckenzie (2005), Colás, Rodríguez y Jiménez (2005) y el Proyecto NETS (ISTE, 2008) proponen varios modelos que plantean diferentes niveles o estadios por los que pasa un profesor al apropiarse de una tecnología. Todos ellos plantean una fase de iniciación o familiarización, hasta llegar al estadio en el que los docentes son capaces de integrar la tecnología en el currículo y generar innovación (Saldivia, Briceño y Aguilar-Jiménez, 2019). Salinas (2009) ha elaborado una tipología basada en el uso que los profesores hacen del entorno virtual, con cinco categorías. Igualmente, estableció hasta seis perfiles generales de docentes basados en la tipología anterior y otros aspectos didácticos (estrategia, materiales, actividades, agrupamiento, etc.). Hasta el momento de la Resolución Nº 0256/20-R-UNPA, el uso del EVEA que realizábamos en la materia correspondía al docente Tipo 1: “profesores que utilizan la plataforma para la distribución de materiales y/o con la posibilidad de hacer alguna actividad puntual de forma voluntaria. Pueden usar la plataforma para la gestión de la asignatura, ya sea a través del calendario, del tablón, del foro, etc.” (Salinas, 2009, p. 4), con un perfil PRESENCIAL: “el peso de la asignatura está en la parte presencial, se realizan actividades, exposición didáctica, etc. [...], la plataforma educativa se utiliza para la distribución de material” (Salinas, 2009, p. 4). Por lo tanto, para abordar la “Enseñanza Remota de Emergencia” (Hodges, Moore, Lockee, Torrey, y Bond, 2020) se requería algo más que tan solo un cambio de soporte de la información a un nuevo medio de transmisión mediado por tecnología: era necesaria una transformación del paradigma educativo, hasta entonces predominante.

Para este análisis, es de especial interés la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, en la cual se sostiene que la combinación de información que active lo verbal y lo visual nos sirve para realizar aprendizajes más profundos (Raviolo, 2019). En síntesis, imágenes combinadas con palabras, sean leídas o sean escuchadas, hacen que la información a aprender se vuelva más potente, más fácilmente asimilable. En el caso particular de la enseñanza de la química, Pacheco, Lorduy, Flóres y Páez (2021, p. 2) concluyen que “el uso de simuladores PhET asociados con actividades experimentales promovieron la construcción de aprendizajes mejor estructurados y más profundos [...] por parte de los estudiantes, mediante la movilidad mental entre la información abstracta e implícita y representaciones macro o explícitas”.

CLASE INVERTIDA O *FLIPPED CLASSROOM*, UN EJEMPLO DEL USO DE VIDEOS EN LA ENSEÑANZA

Para la primera unidad del programa de Química General se decidió realizar grabaciones de tres videos de 50 minutos, mediante PowerPoint[®] y subirlo a un canal de YouTube[®], con acceso limitado a los estudiantes del curso (Figura 2). Esta actividad se pensó como un recurso específico a ser trabajado como clase invertida debido a las características generales que presenta este modelo de enseñanza y a las ventajas específicas del uso de videos en esta metodología.

Algunas particularidades fundamentales del aprendizaje invertido es que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo de la clase magistral hacia el espacio de aprendizaje individual, y este se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el educador guía a los y las estudiantes a medida que se aplican los conceptos (Berenguer Albaladejo, 2016). Es importante señalar que el modelo de clase invertida conlleva un gran ahorro en tiempo lectivo, reservando las horas presenciales para realizar proyectos con los que poner en práctica los conocimientos adquiridos y resolver dudas relacionadas con la temática explicada. Algunos beneficios potenciales de esta estrategia son: que los y las estudiantes mostrarían más interés y se sentirían más comprometidos, convirtiéndose en protagonistas de su propio aprendizaje y el ritmo y la implicación con su estudio dependería de ellos, teniendo mayor control sobre su proceso de aprendizaje (Aguilera-Ruiz, Manzano-León, Martínez-Moreno, Lozano-Segura, y Casiano Yanicelli, 2017; Ros-Gálvez y Rosa-García, 2014).



Figura 2. Repositorio de videos "Estructura de la Materia" en el canal de YouTube[®].

Especialmente, la utilización de videos permite su reproducción tantas veces como se desee y sin importar el lugar desde el que se realice, permite detener la explicación cuando es necesario, facilita el esclarecimiento de conceptos, es un recurso acorde con la sociedad actual y es un material flexible que se puede adaptar a las necesidades de cada persona. Además, si es el profesor de la asignatura quien los genera, sus contenidos pueden ajustarse

perfectamente a las actividades que se realizarán, evitando así una de las desventajas de seleccionar videos de internet (Ros-Gálvez y col., 2014).

Se inauguró en UNPABimodal un foro de consultas para cada video (Figura 3) y se trabajó con esta unidad en tres encuentros sincrónicas vía Meet[®], posterior a la presentación de la clase audiovisual. Se evaluó el impacto de los videos mediante la consulta en los foros, el nivel de dinamismo e interacción desarrollado por los estudiantes en los encuentros sincrónicos, por la cantidad de visualizaciones registradas y la resolución efectiva de los problemas de la unidad en los cuestionarios de evaluación del EVEA.

Contenido Teórico: Estructura de la Materia

Restringido Disponible desde 2 de abril de 2020
Unidad 1: La materia y su constitución

Video: Estructura de la Materia (Unidad 1 Parte 1)

Leyes fundamentales de la química: ley de la conservación de la materia, ley de las proporciones definidas, ley de las proporciones múltiples. Teoría atómico molecular de Dalton, naturaleza eléctrica de la materia, tubo de rayos catódicos y tubo de rayos canales, relación q/m del electrón, experiencia de Millikan y teoría atómica molecular de Thomson.

Consultas teóricas sobre la Unidad 1: La Materia y su constitución

Este foro tiene por objetivo responder consultas específicas sobre los contenidos teóricos que se desarrollan entre el 30 de marzo y el 12 de abril de 2020, relativos al tema de referencia.

Está diagramado de tal manera que todos puedan ver las consultas de los participantes, "La duda de uno puede ser la duda de muchos", e ir respondiendo entre Uds. si así lo desean. En este caso particular, en que los contenidos teóricos se han dividido en varios videos ilustrativos, se responderán las consultas de la parte 1 cuando se ponga a su disposición la parte 2, y así sucesivamente.

Animaciones sobre átomos, moléculas y iones

Animaciones de los experimentos de tubos de rayos catódicos, tubo de rayos canales, experiencia de la gota de aceite de Millikan y experimento de Rutherford, tomadas del capítulo 2, átomos, moléculas y iones, del libro Chemistry, AP^{*} Edition (Chang), 11th Edition Update.

Simulaciones de Química

Simulaciones del Phet Interactive Simulations de la Universidad de Colorado (USA).

Contiene simulaciones en español desde la construcción de un átomo y moléculas, balance de masa, hasta experiencias de dispersión de Rutherford o el efecto fotoeléctrico.

Figura 3. Contenido audiovisual, foro de consulta y material multimedia en el EVEA UNPABimodal.

Los contenidos seleccionados fueron:

- Video 1: Leyes de la conservación de la materia, las proporciones definidas y las proporciones múltiples. Teoría atómico molecular de Dalton, naturaleza eléctrica de la materia, tubo de rayos catódicos y tubo de rayos canales, relación q/m del electrón, experiencia de Millikan y teoría atómica molecular de Thomson.
- Video 2: Orígenes de la mecánica cuántica: radiaciones electromagnéticas (longitud de onda, frecuencia en el tiempo, frecuencia en el espacio, energía), radiación de cuerpo negro (Planck),

efecto fotoeléctrico (Einstein), espectros de emisión y absorción (Bohr), cuantización de la energía y de los radios atómicos. Interpretación de las series espectrales del átomo de hidrógeno e hidrogenoides (Balmer-Rydberg). Modelo atómico de Bohr y Sommerfeld.

- Video 3: Naturaleza ondulatoria de la materia. La hipótesis de las ondas piloto de De Broglie. Principio de incertidumbre de Heisenberg. Ecuación de onda de Schrödinger. Números cuánticos. Concepto de orbital atómico. Configuración y distribución electrónica de los elementos. Spin del electrón. Principio de exclusión de Pauli. Principio de máxima multiplicidad de Hund. Principio de construcción. Niveles de energía.

La participación en los foros de discusión tuvo que ver con dudas de alguna parte del video, la aplicación de los conceptos teóricos a problemas concretos y el uso de algunas fórmulas para resolver ejercicios de lápiz y papel. La comunicación fue multidireccional, profesor-estudiante y estudiante-estudiante, en un proceso de retroalimentación guiada. Las visualizaciones de los videos fueron 275, 162 y 99 veces, respectivamente. Y el 40 % de preguntas de la unidad fueron respondidas correctamente.

Según Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) la clase invertida adaptada al mundo virtual pandémico ha contribuido notablemente a flexibilizar los tiempos, estimular la autonomía de los estudiantes, favorecer la atención a los diversos estilos de aprendizajes y, como proceso general, hacer posible la enseñanza en un contexto totalmente en línea.

ANIMACIONES Y SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

El uso de simulaciones, animaciones y otros dispositivos de hiper y multimedia resultan recursos valiosos para la comprensión de temas complejos que requieren de grados de abstracción elevados, y que de no aprehenderse significativamente terminan actuando como obstáculos epistemológicos (Pérez y Plaza, 2013).

Las simulaciones son particularmente útiles cuando por razones económicas o administrativas, de seguridad o de tiempo, el colectivo de estudiantes no puede actuar directamente sobre el material estudiado. Su gran ventaja es que pueden constituir visualizaciones concretas de modelos científicos, especialmente para obtener información acerca del objeto de estudio el cual no puede ser observado o medido directamente.

En la enseñanza de la química las simulaciones facilitan la visualización de la dinámica de un proceso químico, mejorando la comprensión de los conceptos, por ejemplo, a nivel molecular. Con ello, promueven que los estudiantes conecten más efectivamente entre sí las representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas de los fenómenos químicos. Por ejemplo, ayudan a superar la imagen estática y en dos dimensiones que brindan los modelos representados en papel (Raviolo, 2010).

Acuerdan al respecto Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) al mencionar que los laboratorios virtuales permiten dar continuidad a las actividades que requieren forzosamente de la presencialidad. Bajo este

modelo los estudiantes pueden utilizar simuladores o software que permitan ayudar a representar escenarios equiparables a los que se encuentran en el mundo físico.

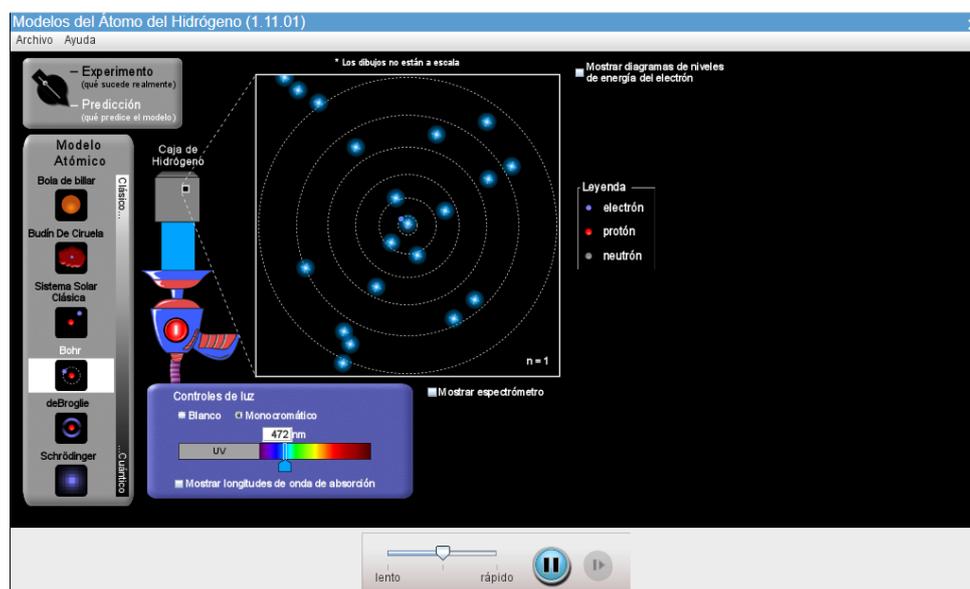


Figura 4. Representación de los modelos atómicos del átomo de hidrógeno, simulaciones Phet.

Previo a las clases sincrónicas se pusieron a disposición en el EVEA:

- Animaciones relativas a los experimentos de tubo de rayos catódicos, tubo de rayos canales, la experiencia de Millikan y el experimento de Rutherford

Disponible en:

<http://glencoe.mheducation.com/sites/0076656101/index.html>

- Simulaciones de construcción de átomos y moléculas, balance de masa, dispersión de Rutherford, interferencia de onda cuántica, radiación del cuerpo negro, efecto fotoeléctrico y modelos del átomo de hidrógeno, Figura 4.

Disponible en:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?type=html>

Luego, durante los encuentros sincrónicos se profundizó en los conceptos teóricos visualizados, se utilizaron las animaciones y los simuladores presentados, logrando interés por parte de los y las estudiantes hacia entornos tecnificados. Es de destacar que se puso a disposición de los alumnos la posibilidad de reproducir los experimentos un número elevado de veces, modificar las variables, predecir los resultados y extraer conclusiones (Cabero Almera, 2007), discutidas luego en los encuentros sincrónicos. Sin mencionar que algunas prácticas son imposibles de acceder por el coste o la infraestructura necesaria. Todo ello contribuyó a potenciar el aprendizaje mediado por tecnología usando la clase invertida como recurso pedagógico.

En iguales circunstancias temporales, iniciativas similares fueron tomadas en universidades regionales, como es el caso del uso de simulaciones computacionales en Química Medicinal, en la carrera de Farmacia de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (Zambon, Baggio y

Pinto Vitorino, 2020). Los autores concluyen que estas actividades no reemplazan a las instancias presenciales, sin embargo, "mostraron ser una herramienta de gran ayuda, que permitió a las alumnas situarse en el contexto del trabajo práctico y dimensionar la complejidad de la actividad propuesta". Lo antedicho concuerda con el concepto de efectividad de las prácticas realizadas en pandemia expresadas por Moreno Reyes, Mondragón Beltrán y Peña Vargas (2021) respecto al impacto positivo verificable en el cumplimiento de los objetivos que persiguen para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. De acuerdo con los autores, la efectividad de la práctica puede realizarse por la observación del desempeño, por comentarios de los estudiantes, encuestas, observación de la participación, evaluación con cuestionarios o grupos focales.

La eficacia de esta experiencia en particular fue evaluada desde el uso instrumental de las herramientas informáticas, la participación en los foros, la dinámica desarrollada durante las actividades sincrónicas y las actividades evaluativas propuestas en el EVEA. Cabe destacar que algunas de las intervenciones en el foro eran dudas sobre consideraciones teóricas expresadas en los videos y su relación con las actividades del seminario de problemas. Ciertos simuladores fueron trabajados en los encuentros sincrónicos: balance de ecuaciones químicas, el efecto fotoeléctrico y el átomo de hidrógeno, reconociendo su funcionalidad, su relación con los conceptos teóricos y las actividades prácticas, a saber: cálculo de frecuencias, longitudes de onda y niveles de energía del átomo de Bohr y resolución de la Ecuación de Balmer-Rydberg.

El presente dispositivo pedagógico surgió como medida excepcional ante la necesidad de facilitar los contenidos de Química General a los estudiantes de primer año al inicio de la pandemia, sin embargo, quedó manifiesta la necesidad de reformular la enseñanza de la química desde el uso integral de los EVEA, pensando en la creación de aulas híbridas. Siendo este un recurso que se está implementando paulatinamente en las universidades en esta vuelta a la presencialidad, en especial en las materias que cuentan con una matrícula numerosa.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El ASPO y la necesidad de virtualizar las actividades pedagógicas presenciales del espacio curricular de Química General propició que se reevaluara la práctica docente y se pusiera en tensión la utilización plena del EVEA institucional. Mediante el uso de herramientas tecnológicas y nuevas estrategias didácticas se propició el aprendizaje de la química en la virtualidad. Se considera que en este proceso de enseñanza se avanzó un nivel en la clasificación de Salinas (2009) respecto al tipo de profesor en cuanto al uso que hace del entorno virtual, siendo ahora el perfil docente SUPERPUESTO o ALTERNO, el cual incluye a los que realizan actividades individuales obligatorias en el EVEA, manteniendo una separación entre la parte virtual y la presencial, en este caso las prácticas experimentales de laboratorio, pendientes hasta el levantamiento de las restricciones sanitarias.

Es significativo destacar el uso ampliado de las TIC para la enseñanza de la química, como complemento al cursado presencial habitual. Los contenidos

curriculares se dictaron íntegramente desde la virtualidad de manera satisfactoria en el tiempo previsto para ello en el calendario académico, teniendo este modelo de enseñanza un gran potencial para el desarrollo de aulas híbridas en la enseñanza de la química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., Lozano-Segura, M. del C. y Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 261-266. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Ambrosino, M. A. (2015). El proceso de virtualización en programas académicos de la Universidad Nacional del Litoral. *Itinerarios Educativos*, 7, 130-150. <https://doi.org/10.14409/ie.v0i7.4953>
- Berenguer Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o *flipped classroom*. En: M. Tortosa Ybáñez, S. Grau Company y J. Álvarez Teruel (Coord.), *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*, 1466-1480.
- Bustos Sánchez, A. y Coll Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 163-184.
- Cabero Almera, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la química: aportes desde la tecnología educativa. En: A. Bodalo Santoyo, E. Gómez Gómez, J. Zaragoza Planes y R. Álvarez Blázquez. (Eds). *Química: vida y progreso*, 1-34.
- Colás, P., Rodríguez, M. y Jiménez, R. (2005). Evaluación de e-learning. Indicadores de calidad desde el enfoque sociocultural. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 6(2). <https://doi.org/10.14201/eks.18186>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Torrey, T., y Bond M. (27 de marzo de 2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Hooper, S. y Rieber, L. (1995). Teaching with technology. En: A. C. Ornstein (Ed.), *Teaching: Theory into practice*, 154-170. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- ISTE (2008). *NETS for Teachers: National Educational Technology Standards for Teachers*, Second Edition, ISTE (International Society for Technology in Education).
- Martín, M. (28 de abril de 2021). ¿Cuál es la diferencia entre la educación remota de emergencia que tuvimos que llevar adelante en estos meses y la educación a distancia? *Portal Educ.ar*. <https://www.educ.ar/recursos/156858/mercedes-martin-cual-es-la-diferencia-entre-la-educacion-rem>.

- Moreno Reyes, H., Mondragón Beltrán, E. y Peña Vargas, C. (2021). Análisis de las experiencias de enseñanza y aprendizaje digitales aplicadas durante la pandemia de COVID-19 en el nivel superior desde el enfoque de las buenas prácticas educativas. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, e1257. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1257
- Mckenzie, W. (2005). Becoming a Technoconstructivist. *On Cue, Spring 2005*, 21-23.
- Pacheco, A., Lorduy, D., Flórez, E., y Páez, J. (2021). Uso de simuladores phet para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 201-213. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1358>
- Pérez, T., y Plaza, J. (2013). *Unidad 7: Animaciones, simuladores y laboratorios virtuales. Educación y Nuevas Tecnologías*. Profesorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad Nacional de Río Negro, 1-9.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/2427>
- Raviolo, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. *Memorias de las VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. 1-9.
- Ros-Gálvez, A., y Rosa-García, A. (2014). Uso del vídeo docente para la clase invertida: Evaluación, ventajas e inconvenientes. En: B. Peña Acuña (Coord.), *Vectores de la pedagogía docente actual*. 423-441.
- Saldivia, B., Briceño, M., y Aguilar-Jiménez, A. (2019). Apropiación de las Tecnologías de Información y Comunicación como Generadoras de Innovaciones Educativas. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30,(58), 267-289. <https://doi.org/10.33255/3058/413>
- Salinas, J. (2009). Modelos emergentes en entornos virtuales de aprendizaje. *Congreso Internacional Edutec 2009: Sociedade do Conhecimento e Meio Ambiente: Sinergia Científica, Manaus*, 1-18.
- UNESCO (2002). Information and Communication Technology in Education. A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development. <http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?-catno=129538&qp=1&mode=e&lin=1>.
- Zambon, A., Baggio, S. y Pinto Vitorino, G. (2020). Simulaciones computacionales en Química Medicinal: de la emergencia a la permanencia. *Educación en la Química*, 26(2), 168-176. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/82/149>