



Un curso de Electroquímica en tiempos de pandemia: el ecosistema educativo en acción

A course in Electrochemistry in pandemic times: the educational ecosystem in action

Aurora Ramos Mejía¹

Recepción: 2020-09-28

Aceptación: 2020-11-16

Resumen

En este trabajo describo una experiencia, durante el periodo de enseñanza remota de emergencia provocado por la pandemia de COVID-19, para un curso universitario de Electroquímica, con un grupo numeroso de estudiantes. Destaco la importancia de que el docente tenga preparación tanto con la tecnología con propósitos educativos, como con la didáctica del Aprendizaje Basado en Problemas aplicada en cursos de ciencias, haciendo énfasis en el trabajo colaborativo y la formación de comunidades de aprendizaje, para así desarrollar un ecosistema educativo adecuado que propicie aprendizajes y desarrolle habilidades.

Palabras clave

Ecosistema educativo, Aprendizaje Basado en Problemas, Enseñanza remota de emergencia, Tecnología del Aprendizaje y el Conocimiento.

Abstract

I describe an experience, during the emergency remote teaching period caused by the COVID-19 pandemic, for a university course in Electrochemistry, with a large group of students. I emphasize the importance for the teacher to have been trained both with technology for educational purposes, as well as with the didactics of Problem-Based Learning applied in science courses, emphasizing collaborative work and the formation of learning communities, in order to develop an adequate educational ecosystem that encourages learning and develops skills.

Keywords

Educational ecosystem, Problem-Based Learning, Emergency remote teaching, Learning and Knowledge Technology.

¹ Soy Profesora Titular A de Tiempo Completo, PRIDE B, en la Facultad de Química de la UNAM. Soy Consejera Académica de Área Ciencias Físicas, Matemáticas y las Ingenierías (CAACFMI), suplente de la Facultad de Química, a partir del 17-05-2016. Tengo un blog de la EEQ - ABP, que pueden consultar en la dirección: <https://eneqabap.wordpress.com/>, y pueden seguirme en Twitter en la cuenta @armejmx

Desde hace más de 15 años he trabajado con esquemas híbridos en mis clases presenciales. Incursionando desde los antiguos grupos de Yahoo, pasando por los grupos cerrados de Facebook, hasta que hace unos tres años adopté Edmodo, una LMS (Learning Management System) que descubrí en un MOOC (Cursos en Línea Masivos y Abiertos por sus siglas en inglés) de Erasmus. Yo soy lo que se conoce como una *early adopter*.¹ Según Perrenaud (2007), usar las tecnologías es una de las nuevas competencias para enseñar, y también lo es preparar en las nuevas tecnologías, pues significa, “para una proporción creciente de alumnos, lograr más éxito en los objetivos más ambiciosos de la escuela”.

Haber incursionado en el ámbito tecnológico me permitió tener experiencia y varias herramientas que nunca sospeché fueran a tener la portentosa utilidad que tuvieron en estas circunstancias. También fue muy importante tener claro el propósito de introducir la tecnología en el aula principalmente con una función educativa, y no meramente como moda. Así, la pude incorporar como Tecnología para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC). De acuerdo con Cabero y Barroso (2016) el docente debe estar capacitado en conocimientos tecnológicos, o TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), de contenido, y pedagógicos para que pueda utilizarlos de forma eficaz en la enseñanza y ponerlos en acción, lo que se conoce como Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido (TPCK por sus siglas en inglés). En este momento de emergencia debido a la pandemia de COVID-19, se ha visto que usar la tecnología en el aula es fundamental, y resignifica la perenne discusión acerca del teléfono celular irrumpiendo la clase magistral. Justo porque dicho esquema de clase expositiva está completamente desfasado con los tiempos que vivimos, de exposición abrumadora a la información a través de las redes y los motores de búsqueda, es importante considerar la transición a esquemas activos y de indagación de enseñanza aprendizaje. En esta experiencia particular me ubico desde el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)².

Para el momento en que empezaba este nuevo curso de Electroquímica, ya había aplicado ambientes de ABP en otro curso experimental de fisicoquímica por más de una década, y había empezado a diseñar este curso teórico bajo este mismo esquema tres años atrás. Tener preparado este enfoque particular también me permitió afrontar la enseñanza remota con más herramientas y mejor alineada al modelo de educación a distancia.

El caso que describo aquí es el de una clase universitaria de Electroquímica, para carreras de Química e Ingeniería Química, y con una inscripción inicial de 56 alumnos.

El curso de Electroquímica en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se ofrece para la carrera de Ingeniería Química en el quinto semestre, y para la carrera de Química en el cuarto semestre. Entonces, en un salón se encuentran alumnos de dos carreras de semestres distintos al mismo tiempo, porque los estudiantes pueden inscribirlo en cualquier momento después de haber acreditado las materias de tronco común. Es una asignatura catalogada como “teórica” en el currículum, y se deben cubrir tres horas de clase a la semana, para cumplir 16 semanas lectivas. El curso está estructurado en tres secciones que son: electrolitos y conductividad; termodinámica de la celda electroquímica; y cinética electrodica.

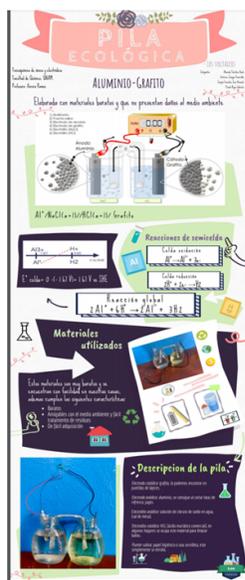
¹ Según el diccionario de Cambridge *early adopter* es un sustantivo que se usa en el ámbito de los negocios y que significa “alguien que es una de las primeras personas en comenzar a usar un nuevo producto, especialmente una nueva pieza de tecnología”.

² El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una aproximación didáctica socio-constructivista por indagación, centrada en el aprendizaje del estudiante, que se diseña a partir del contexto. Lo más importante es producir en los estudiantes una experiencia profunda y transformadora del ejercicio del pensamiento científico, a través de un problema real y de su interés. El trabajo es dirigido por los estudiantes con colaboración estructurada y la calidad del aprendizaje se evalúa de manera multifacética. El ABP debe ser muy riguroso, en el sentido de tener como objetivo el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, identificando las ideas centrales de la disciplina. A la par, debe ser relevante, en el sentido de aspirar a que los alumnos trabajen y piensen aplicando el conocimiento en situaciones del mundo real. Esto es, debe conseguirse que el alumno se aproxime al aprendizaje desde una perspectiva profunda y compleja. (Ramos, 2020)

Para el momento en que nos fuimos a nuestras casas para guardar la sana distancia, habíamos terminado apenas la primera sección, electrolitos y conductividad. Todavía nos faltaban no solo las dos terceras partes del curso, sino el periodo extendido que la Facultad de Química (FQ) determinó después del final oficial del semestre, para que los estudiantes que habían tenido problemas de algún tipo pudieran sacar el curso.

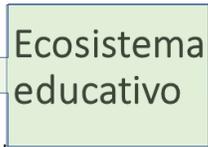
En el periodo de enseñanza remota de emergencia (Milman, 2020), trabajé en un ecosistema educativo (Figura 1), utilizando la mediación pedagógica y la mediación tecnológica. Combiné una didáctica de ABP -con un problema para desarrollar por equipos colaborativos durante todo el semestre- mediante una aproximación de aula invertida, y una evaluación frecuente de los aprendizajes a través de cuestionarios semanales en formularios de Google. Este cuestionario se podía contestar de manera asíncrona las veces que el estudiante necesitara para acreditarlo, de una forma similar a como se establecen los cuestionarios de fin de unidad en los cursos MOOC. También, le asigné la función de “pase de lista”, para poder tener un registro claro de cuáles estudiantes estaban siguiendo las actividades. El plan de actividades semanales lo compartía con los estudiantes, antes de la clase, en un documento pdf a través de Edmodo, la plataforma de aprendizaje que utilicé. Dicho plan contenía una descripción detallada de actividades y recursos, que incluía una lista de videos cortos seleccionados del contenido ya existente en YouTube, así como algunos videos de mi autoría y de mi ayudante, un profesor en formación. Así, también incorporé a los recursos de la clase mi **propio canal de YouTube**.

Figura 1. Se presenta el esquema del curso a partir de la idea de un “ecosistema educativo”. A la izquierda se muestra una infografía, entregada por un equipo, como uno de los productos finales del desarrollo del problema para construir una pila, que es la parte central de la mediación pedagógica.



Mediación pedagógica:

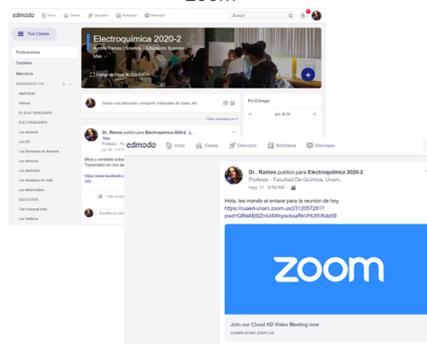
- Aprendizaje Basado en Problemas
- Clase Invertida
- Objetivos de aprendizaje (Diseño de clase y compartirlo con los alumnos)



Mediación tecnológica:

- Edmodo (LMS),
- correo electrónico,
- YouTube,
- libros digitales,
- Formularios de Google
- Zoom

¿Cómo construir una pila con materiales baratos, de uso doméstico, y que no representen un problema ambiental?



Las actividades estuvieron diseñadas para poder ser realizadas de manera asíncrona por los estudiantes (en un formato de clase invertida), y así, ellos subían un entregable a una asignación de Edmodo, programada semanalmente. En sesiones presenciales más reducidas a través de Zoom, la aplicación de videoconferencia que utilicé, se discutían principalmente dudas de las respuestas al cuestionario semanal, de las actividades realizadas, y se daba información general acerca de las actividades a realizar esa semana.

De esta manera, la estructura del curso, que antes de la pandemia consistía en dos clases presenciales de hora y media en un salón, se convirtió en una clase presencial por Zoom, solo una vez a la semana, que establecí siempre el mismo día, en el horario asignado oficialmente, con una duración que procuraba no fuera mayor a los 40 minutos debido a las limitaciones de

la herramienta. Zoom, en su versión gratuita, solo da 40 minutos. Después me di cuenta de la conveniencia didáctica de mantener las sesiones virtuales cortas y concisas, y con un propósito distinto del de una exposición de contenidos. La liga a la sala de Zoom la compartía, a través de Edmodo, 5 minutos antes de que empezara la clase. En ese momento estábamos sufriendo el *zoombombing*³, que, como principiantes en la herramienta, no sabíamos bien cómo era que los hackers podían entrar a una reunión sin haber sido invitados. Con el tiempo fuimos aprendiendo, conseguimos “aulas virtuales” a través del entonces CUAED (Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia), y las condiciones de videoconferencia se hicieron más seguras. Tal era la confusión al principio de la emergencia, que los docentes, aún los experimentados en la tecnología como yo, no alcanzábamos a tener algún tipo de control sobre la situación, ni sabíamos de las acciones que se estaban tomando a nivel institucional. Porque todo ocurría en el terreno virtual. Todo fue decantando poco a poco hacia un menor nivel de incertidumbre.

El problema propuesto en el ambiente de ABP lo presenté a los estudiantes desde el inicio del curso con esta pregunta: ¿Cómo construir una pila con materiales baratos, de uso doméstico, y que no representen un problema ambiental? Además, discutimos la importancia de una fuente de energía de emergencia, como las pilas, en lugares donde la electricidad es inaccesible. El curso ya estaba planeado para usar esta experiencia como un pretexto para enganchar la atención de los estudiantes, y para enculturarlos con una práctica epistémica de la electroquímica. De la misma forma que los científicos se sumergen en prácticas argumentativas, su comunicación y discusión, los estudiantes pueden entender la ciencia al involucrarse en estas prácticas argumentativas, utilizándolas como un método racional para la discusión crítica del trabajo científico y como herramientas básicas para aprender los conceptos (Hand *et al*, 2016). El problema sirvió entonces como una actividad integradora, que ponía en uso los saberes construidos y las habilidades conseguidas hasta ese momento, esto es, los estudiantes tuvieron la oportunidad de desarrollar competencias científicas en una comunidad de aprendizaje (Van Der Sanden *et al*, 2000, p. 120). Una razón más para formar comunidades de aprendizaje desde el ámbito virtual se fundamenta desde el punto de vista emocional, ya que una de las mejores maneras de sentirse acompañado en este mundo incorpóreo, es saber que formamos parte de una red, que hay personas, entidades, propuestas, con las cuales compartimos una visión, o un proyecto (Forés Miravalles, 2012).

Formar equipos, en ambientes de ABP, es fundamental también porque, para entender la complejidad del conocimiento hay que negociarlo y adquirirlo desde la complejidad de la interacción con los compañeros de clase. Esta premisa posibilita la discusión desde diferentes niveles de entendimiento y hace posible el avance en las zonas de desarrollo próximo, hasta alcanzar un entendimiento mejor y más homogéneo. Los estudiantes tienen más oportunidades de un aprendizaje significativo cuando, al discutir los conocimientos con los compañeros, van encontrando más eficazmente los esquemas cognitivos de anclaje en los que pueden acomodarlos.

Los equipos de estudiantes en mi curso se formaron todavía en clases presenciales, en la tercera semana, a partir de una actividad diseñada para fomentar actitudes positivas hacia el trabajo colaborativo. Los alumnos crearon un Acta Constitutiva, se pusieron un nombre, y trabajaron en una rúbrica de trabajo colaborativo, con la cual evaluaron dicha colaboración durante todo el semestre.

Programé dos reuniones por equipo, espaciadas en el tiempo, para dar realimentación específica acerca del avance de la resolución del problema. Estas reuniones se realizaron por Zoom en horario fuera del establecido para la clase, pero al cual convinimos ambas partes a través de un documento de Hojas de Cálculo en Drive que les compartí con mi disponibilidad. Estas reuniones

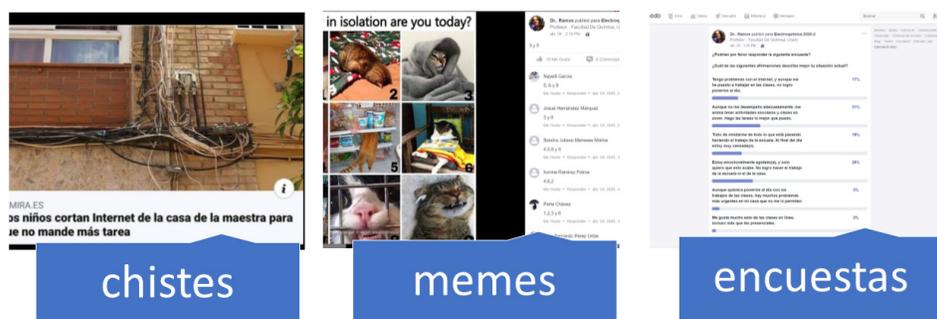
³Según Wikipedia, *zoombombing* es una intrusión no deseada y perturbadora, generalmente por trolls y hackers de Internet, en una videoconferencia.

grupales de treinta minutos de realimentación fueron fundamentales para que los estudiantes despejaran dudas y consiguieran éxito en el entendimiento de su problema por equipo.

Aunque algo de este trabajo de planeación del curso ya lo había desarrollado con mi transición al ambiente de ABP, la realidad es que conseguir que funcionara en el esquema virtual me llevó muchas horas de trabajo extra, de tal manera que los fines de semana ya no se diferenciaban de los días “laborales”. Y así como yo estaba trabajando a marchas forzadas, me di cuenta de que los estudiantes también estaban pasando por problemáticas complicadas, no solo desde la perspectiva del trabajo escolar, sino también desde el punto de vista personal, emocional, económico, y a veces de salud.

Un aspecto que las metodologías de enseñanza aprendizaje activas considera importante cuidar es el ambiente cálido y de interacción positiva del aula. Como el aula física había desaparecido, me di a la tarea de buscar maneras de propiciar dicho ambiente desde el ámbito virtual. Lo que hice fue hacer encuestas de bienestar, que curiosamente vienen integradas en las opciones de Edmodo (Figura 2). De esta manera entendí las múltiples problemáticas por las que atravesaban mis estudiantes. Entonces, además de procurar que el trabajo que les proponía no fuera excesivo, también debía mantener el contacto, mandando contenido divertido, o que indicara que ¡me importaban! (figura 2). Freire responde a la pregunta ¿Para qué sirve la tecnología? Afirmando que sirve cuando empieza a humanizar (Forés Miravalles, 2012).

Figura 2. Los chistes y memes que se comparten en redes sociales, así como las encuestas de bienestar integradas en Edmodo, sirvieron para mantener el contacto y el ambiente cálido del aula en el ámbito virtual.



El uso de Edmodo como plataforma de aprendizaje sobre otras opciones tiene varias ventajas: es gratuita; acepta el acceso con cualquier tipo de correo, lo que está restringido por ejemplo en Google Classroom, que solo acepta Gmail; tiene el aspecto de una red social, por lo que los estudiantes lo manejan de manera intuitiva; tiene integrada la funcionalidad de conectarse desde la biblioteca al Drive de Google, y además puede guardar una cantidad muy grande de documentos directamente en su biblioteca; no tiene una restricción de espacio (como Moodle) para albergar los documentos subidos en las actividades por los estudiantes; tiene un gestor de actividades muy eficiente, que genera de manera automática una hoja de seguimiento personalizada para cada estudiante, y un libro de progreso del grupo para el profesor, que podemos exportar a Excel; tiene un servicio de comunicación por inbox, que es muy conveniente para establecer un diálogo personalizado con los estudiantes; tiene la funcionalidad de generar grupos pequeños dentro de la clase, lo que es particularmente útil en ambientes activos de aprendizaje donde el trabajo en equipos colaborativos es muy valioso; se pueden hacer exámenes y programarlos para abrirse y cerrarse de la manera que nos parezca adecuada, y aunque no es tan potente como los exámenes que se pueden hacer en Moodle, se compensa porque se autocalifica y se guarda de manera automática en el libro de progreso. En fin, contar con una plataforma que sepamos usar bien hace más fácil la gestión del grupo, particularmente hablando de grupos muy numerosos.

Para la evaluación utilicé un sistema de herramientas diverso y multidimensional. Los cuestionarios semanales en los formularios de Google sirvieron como evaluación formativa, porque había realimentación inmediata en las sesiones presenciales. El avance del proyecto de la pila con las sesiones de realimentación por equipo funcionó también como evaluación formativa.

Para la evaluación sumativa establecí exámenes en línea, a través de la herramienta de exámenes de Edmodo, y productos finales del proyecto de la pila por equipo. Así, los estudiantes realizaron dos exámenes generales en la plataforma, de manera individual; y, los equipos entregaron la propuesta de su pila en forma de un trabajo escrito que estaba dirigido por una rúbrica (discutida en las sesiones de realimentación por equipo), y un video o una infografía, que mostraba al público fuera del aula sus resultados. Este proyecto por equipo representó la mitad de la calificación final. Un ejemplo de este trabajo es el que presentó el equipo ARKHAM: “Pila Aluminio-Carbono”

Los comentarios que los estudiantes me compartieron acerca de cómo habían vivido el proyecto y su trabajo de equipo fueron, en general, muy positivos. En este pequeño apartado pongo cuatro de ellos:

Ángel: *La verdad es que la materia me aportó muchos elementos en el aspecto de mi orientación hacia el área de investigación, tenía muy en mente que me gusta y se me facilitan los temas de cinética y catálisis por lo que cuando vimos el tema de cinética electroquímica se me hizo el tema más bonito del curso y es un área que me llama la atención. El trabajo en equipo creo que es muy importante, es algo que desde que entras a la facultad te lo recalcan pero solo en laboratorios y ahora que tuve la oportunidad de que fuera en una clase de teoría, me gustó mucho porque mis compañeros fueron muy ordenados y claros, si bien a la mejor tuvimos una que otra diferencia supimos comunicarnos bien y resolver las cosas de la mejor forma posible. La pila se me hizo algo curioso, porque en una clase de teoría casi nunca nos pedían hacer algo práctico y menos con cosas de nuestras casas, fue algo nuevo que me agrado, inmediatamente relacione el proyecto con la primera lectura que nos dejó en el curso, que si bien la celda de la lectura era electrolítica y la que hicimos es galvánica, nos demuestra que teniendo conocimientos básicos de electroquímica es posible hacer una celda con materiales fáciles de conseguir.*

Miguel: *El proyecto de la pila fue una forma muy interesante de cohesionar todos los temas abordados en el semestre, me gustó ver como cada uno de los conceptos se relacionaba con el trabajo y se podía explicar a través de modelos el funcionamiento de la pila. Al redactar el trabajo final pude notar que cada uno de los apartados tenía continuidad porque de esa forma fue el curso en general. El disponer de un equipo hizo que el trabajo se sintiera menos pesado y tenía la seguridad de que alguien me estaba apoyando, creo que en mi equipo todos somos diferentes y tenemos distintas aptitudes, lo que benefició al resultado final. La comunicación fue muy buena y al final pudimos completar nuestros objetivos.*

Jade: *La materia de Físicoquímica de Iónica y Electrónica me ayudó a resolver problemas de la vida real utilizando la electroquímica y la termodinámica a partir de la construcción de una pila con materiales baratos y en casa. Asimismo, me ayudó a tomar conciencia de el impacto ambiental de las pilas en el planeta y la necesidad de la creación de nuevas para convertirlas en un recurso más sustentable. En lo personal, el trabajo en equipo nunca ha sido mi fuerte, pero convivir con mis compañeros me hizo ser más responsable y tolerante. Considero que el curso es muy bueno, la verdad es que me gusta mucho que todo se enseñe a partir de un experimento, como era el caso de los videos de YouTube o el haber aplicado los conocimientos aprendidos en clase para la construcción de una pila.*

Emiliano: *El proyecto me ayudo bastante como estudiante para ver de una forma más aplicable la teoría y abriéndome la vista para ver cómo se puede construir y diseñar equipos con materiales comunes, ya sean para un uso común o no. Nunca me había planteado que con ciertas sustancias y materiales comunes hubiera podido construir una pila para prender un foco, causándome dudas e inquietudes en el desarrollo, ayudándome esas dudas para investigar más y poder satisfacerlas. Como equipo me voy satisfecho, ya que se vieron las mismas ganas en mis compañeros para el desarrollo de nuestra pila, proponiendo y colaborando. Me gustó mucho como nos fuimos desarrollando en este trabajo y las aportaciones que hacían y sin duda creo este trabajo en equipo te ayuda a aprender más.*

De esta manera, conseguí que, de 56 estudiantes inscritos inicialmente en el curso, acreditaran 46. Se dieron de baja siete, que ya habían acordado conmigo quedarse en la extensión de semestre. Pero este periodo no funcionó para estos alumnos, que ya de por sí se encontraban en condiciones difíciles. Solo una alumna en periodo extendido acreditó el curso, haciendo malabares con su vida personal, ya que tuvo que meterse a trabajar para poder mantenerse. Finalmente, tres estudiantes ni se dieron de baja, ni se comunicaron conmigo. Es muy triste que las personas que más necesitan ayuda son aquellas a las que no podemos llegar.

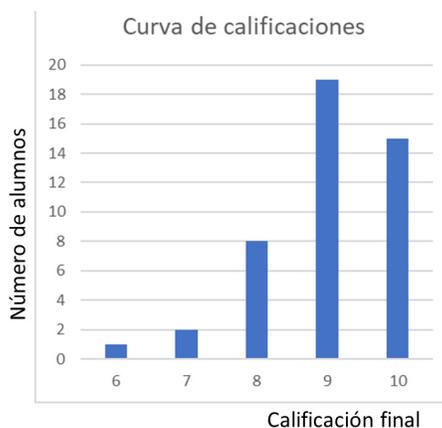


Figura 3. Perfil de calificaciones finales que obtuvieron los estudiantes. La media se encuentra en 9.

El resultado final de este forzado experimento de educación a distancia, independientemente del contexto tan penoso y difícil que lo ocasionó, fue positivo. En la Figura 3 se observa el perfil de calificaciones finales que consiguieron mis estudiantes, siendo 9 la media. Me mostró que el aprendizaje en medios virtuales puede ser tan bueno como en sistemas presenciales, incluso mejor en algunos casos. Los trabajos finales que presentaron mis estudiantes fueron de alta calidad en términos generales, incluso mejores en promedio que en cursos anteriores.

Le atribuyo este éxito a las sesiones de realimentación personalizadas por equipo, que fueron posibles por la flexibilidad que permite trabajar a distancia con sistemas de videoconferencia en horarios más amplios, aunque siempre con la precaución de no trastocar los límites. Esto es, no imponiéndose, sino consensuar, y nunca programarlos en periodos de descanso. También, a que manejar actividades asíncronas permite que los estudiantes distribuyan sus tiempos y espacios de mejor manera, entrenándolos para mejorar sus funciones ejecutivas y su autorregulación, lo cual tiene muchas vetas que explorar desde las metodologías activas. Finalmente, a que los equipos formaron vínculos fuertes y los estudiantes se ayudaron, trabajando de manera colaborativa, como una verdadera comunidad de aprendizaje.

Quiero pensar que contribuí en algo a que se mantuvieran positivos y activos, a pesar de las difíciles circunstancias a la que nos enfrentamos.

Referencias

- Aurora Ramos. (2020). YouTube. Recuperado el 27 de septiembre de 2020 de: <https://www.youtube.com/channel/UCU0eSSKMIpVceyzRi6995Qw>
- Cabero, J. & Barroso, J. (2016) ICT teacher training: a view of the TPACK model / Formación del profesorado en TIC: una visión del modelo TPACK, *Cultura y Educación*, 28:3, 633-663, DOI: 10.1080/11356405.2016.1203526
- Cambridge University Press. (2020). Early adopter. En *Cambridge Business English Dictionary*. Recuperado el 27 de septiembre de 2020 de: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/early-adopter>
- Colaboradores de Wikipedia. (2020, 25 septiembre). *Zoombombing*. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Zoombombing>
- Forés Miravalles, A. (2012). E-mociones. Sin emoción no hay educación. En *Tendencias emergentes en Educación con TIC*. Coord. José Hernández Ortega, Massimo Pennesi Fruscio, Diego Sobrino López y Azucena Vázquez Gutiérrez. Espiral: Barcelona
- Hand, B.; Cavagnetto, A.; Chen, Y. and Park, S. (2016). Moving Past Curricula and Strategies: Language and the Development of Adaptive Pedagogy for Immersive Learning Environments. *Research in Science Education*.
- Milman, N. B. This Is Emergency Remote Teaching, Not Just Online Teaching. *Education Week*, March 30, 2020. Recuperado el 28 de septiembre de: <https://www.edweek.org/ew/articles/2020/03/30/this-is-emergency-remote-teaching-not-just.html>
- Perrenoud, P. (2007). Diez nuevas competencias para enseñar. Invitación al viaje. Graó, Colofón: México.
- Ramos Mejía, Aurora (2020). ¿Cómo se puede usar el celular como pretexto para enseñar la Tabla Periódica? *Educación Química*. 31(1): 49-61. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2020.1.70399
- Van Der Sanden, J. Terwel, J. & Vosniadou, S. (2000). Chap 7. New Learning in Science and Technology. En R. J. Simons *et al.* (Eds.), *New Learning* (pp. 119-140). Kluwer Academic Publishers: Netherlands.
- Video Pila Aluminio-Carbono*. (2020, 20 mayo). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WSKCKfYhtf0&feature=youtu.be&fbclid=IwAR1t6QvAY3awf8sN3hCEZ9l25vWH377DXI3_C82OvsiFvK3CG9R3R5AI4SM