

LA EDUCACIÓN A DISTANCIA Y LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN TIEMPOS DE PANDEMIA

DISTANCE EDUCATION AND THE TEACHING OF CHEMISTRY IN TIMES OF PANDEMIC

Lic. Katy Rodríguez López¹ (0000-0003-4598-8414), Universidad de Matanzas,

katy.rodriquez@umcc.cu

Ing. Yanelys Cuba Arana² (0000-0002-9535-8253)

Ing. Miguel Antonio Mugerza Márquez³ (0000-0001-8306-4357)

Resumen

Durante la epidemia de COVID-19, en la mayoría de los países las escuelas y universidades enfrentaron un largo período de cierre sin interrumpir la misión educativa. La educación a distancia, que se introdujo primero en el Reino Unido en el siglo XIX como "aprendizaje por correspondencia" y luego en EE. UU. y Australia, con la institución de las "Universidades abiertas", se convirtió en la única forma de enseñanza durante la pandemia COVID-19. La presente contribución tiene como objetivo caracterizar los límites y ventajas de la educación a distancia en la disciplina de Química, tomadas de las experiencias publicadas por gran parte de los países del mundo y Cuba en el período de la emergencia del Covid-19. Como resultados cabe destacar la autonomía desarrollada por los estudiantes y la necesidad de recuperar ciertas áreas de la presencialidad como el trabajo en grupo y la socialización entre los estudiantes.

Palabras clave: *covid-19; educación a distancia; enseñanza de la química*

Abstract

During the COVID-19 Epidemic, in most countries schools and universities faced a long period of closure without interrupting the educational mission. Distance education, first introduced in the UK in the 19th century as 'correspondence learning' and later in the US and Australia with the institution of 'Open Universities', became the only way teaching during the Covid19 pandemic. The objective of this contribution is to characterize the limits and advantages of distance education in the discipline of



Monografías 2022
Universidad de Matanzas © 2022
ISBN: 978-959-16-4869-3

Chemistry, taken from the experiences published by a large part of the countries of the world and Cuba in the period of the Covid-19 emergency. As results, it is worth highlighting the autonomy developed by the students and the need to recover certain face-to-face areas such as group work and socialization among students.

Key words: *covid'19; distance education; teaching chemistry*

Ni en las peores pesadillas puede imaginarse la situación que se encontró en el año 2020. Una pandemia que ha golpeado con dureza a toda la humanidad, con cientos de miles de muertos y millones de contagiados, poniendo a prueba los sistemas sanitarios de todos los países y socavando los cimientos de la economía.

En el ámbito educativo, la pandemia tomó completamente por sorpresa. De la noche a la mañana fueron confinados todos, sin posibilidad de continuar las clases con alumnos de forma presencial. Ni siquiera se había planteado antes de ese momento que las clases presenciales pudieran ser sustituidas por otro sistema de enseñanza. Es cierto que desde hace años hay otros medios (YouTube, webs...) que “compiten” con el aprendizaje en el aula, pero se trata de clases o explicaciones grabadas, sin interacción entre el profesor y el alumno. El aula es otra cosa: es complicidad, es teatro, es juego, es respeto y tolerancia, es diversidad, es también convivencia y socialización, es compartir, es debatir, es crecer. Sin embargo, la necesidad de continuar con las actividades docentes llevó a rescatar otras modalidades de estudio diferentes a la presencial como es la enseñanza y educación a distancia.

Una de las disciplinas que presenta un gran reto para adaptarse a la modalidad a distancia es la Química, por ello en este artículo analizaremos cómo aplicaron los países del mundo la educación a distancia en la enseñanza de la química en tiempos de pandemia.

El aprendizaje a distancia y la educación a distancia tienen una historia bastante larga, a partir de los “cursos por correspondencia”, (Lee, F., 2008) nacidos durante el siglo XIX, y destinados a estudiantes que no podían asistir a las escuelas, principalmente debido a las grandes distancias del país. Los primeros cursos de educación por correspondencia y capacitación a distancia se desarrollaron en el Reino Unido, EE. UU. y Australia. (Lee, F., 2008)

El siguiente paso en la historia de la educación a distancia está relacionado con la nueva idea de “Universidad Abierta”, desarrollada para lograr un mayor acceso de los estudiantes a los estudios secundarios y universitarios. A mediados del siglo XX, primero en el Reino Unido, varias instituciones diseñaron nuevos tipos de cursos abiertos en diferentes disciplinas con el objetivo principal de crear una alternativa de aprendizaje a la educación presencial tradicional, destinada específicamente a aquellos que no tenían posibilidades de asistir a la escuela por razones sociales o económicas. Los programas de Universidad Abierta permitieron aumentar sensiblemente el número de estudiantes como nunca antes: hasta cientos de miles de estudiantes por cada institución cada año. La posibilidad de aumentar el número de estudiantes que tienen acceso gratuito a la educación superior está en línea con el concepto de “educación de masas”, que caracteriza los sistemas de enseñanza desde inicios del siglo XX. (Domenici, V., 2018)

Más recientemente, se introdujo la idea de cursos abiertos tanto en los países europeos como anglosajones en conexión con el concepto de “aprendizaje permanente” como parte constitutiva de las políticas educativas. La idea básica es que los ciudadanos aprendan durante toda su vida, no solo en contextos formales (es decir, en la escuela, la universidad o durante los cursos de formación profesional), sino también en entornos no formales, dígame visitar un museo, participar en actividades culturales, sociales o deportivas, informarse sobre la web. Hoy en día, Internet y las redes sociales se consideran centrales en el aprendizaje permanente, así como en la educación a distancia. El desarrollo de Internet y las tecnologías relacionadas, de hecho, se abrió a muchos programas y herramientas diferentes, generalmente denominados *e-learning* y *mlearning*, si implican el uso de dispositivos móviles, como tabletas y teléfonos inteligentes. (Nguyen, T., 2015)

Desde 2012, la idea de “Universidad Abierta” ha evolucionado gracias a las nuevas tecnologías digitales a los llamados “*Massive Online Open Courses*” (MOOC) que fueron inicialmente concebidos por varias Universidades en USA, como la MIT *OpenCourseWare* (MIT OCW), un proyecto de cursos en línea organizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Desde entonces, se han proporcionado varios programas MOOC en muchas universidades y academias de todo el mundo que cubren casi todas las disciplinas y campos educativos. Una de las consecuencias de los MOOC fue la posibilidad de tener un número ilimitado de alumnos y permitir la asistencia a cursos específicos a

adultos, trabajadores y personas que, por diversas razones, no hubieran tenido esta oportunidad de otra manera. (Moocs and intellectual property ownership and use rights, 2020).

También se desarrollaron cursos de ciencia abierta y MOOCs de ciencia, utilizando principalmente dos modalidades: enfoques sincrónicos y asincrónicos. La primera modalidad implica la presencia de los alumnos al mismo tiempo del curso en línea, ya sea a través de videoconferencias, *livestreaming*, foro u otras herramientas interactivas. El segundo modo de impartición del curso en línea, por el contrario, no requiere la presencia de los estudiantes al mismo tiempo y se caracteriza por una mayor flexibilidad. En principio, los estudiantes pueden escuchar o ver lecciones en video pregrabadas, o realizar cuestionarios en línea sin un horario definido, responder preguntas por mensajes de correo electrónico, etc. Como se informa en varios trabajos^{6,7}, los dos modos también se pueden usar juntos; además, estas actividades típicas en línea también se pueden combinar con modalidades de enseñanza presencial: en tales casos, el enfoque educativo se conoce como “aprendizaje combinado”. (Vaughan, D. N. D., 2011)

Estas nuevas formas de enseñanza, en particular el aprendizaje combinado y los modos de aprendizaje en línea, fueron objeto de varios estudios con el objetivo de investigar su efectividad con respecto a los más tradicionales, como se informa en (Nguyen, T., 2015). Estos estudios se centraron principalmente en el efecto del aprendizaje en línea y el aprendizaje combinado en términos de resultados de aprendizaje específicos, compromiso de los estudiantes, percepción del aprendizaje y objetivos metacognitivos mostró sustancialmente que estas modalidades de educación a distancia son al menos tan efectivas como las presenciales. Sin embargo, como se analiza en las siguientes partes, se necesita trabajo adicional para investigar su eficacia en disciplinas específicas, como la química. Otro aspecto importante de la educación a distancia está relacionado con su accesibilidad. En principio, como también se establece en la declaración de la UNESCO, (*UNESCO Paris OER Declaration*, 2012) la educación a distancia y el aprendizaje en línea deben seguir varios criterios para mejorar, y no limitar, el acceso a la educación. Los estudiantes en cursos de aprendizaje a distancia representan una variedad de antecedentes raciales y étnicos, edades, idiomas nativos y estilos de aprendizaje. Además, un número cada vez mayor de estudiantes con discapacidades participan en cursos preuniversitarios y postsecundarios regulares. Sus discapacidades incluyen ceguera, baja

visión, problemas de audición, problemas de movilidad, problemas de aprendizaje y problemas de salud.

El libre acceso a todos los estudiantes y la igualdad de accesibilidad son probablemente las principales tareas de la educación a distancia en el futuro próximo.

No es sorprendente que el aprendizaje a distancia en química se haya introducido hace varias décadas, así como las simulaciones por computadora y el software digital se han utilizado ampliamente en muchos campos de investigación de la química desde los años setenta del siglo pasado. (Lagowski, J. J., 1999) La primera descripción crítica sobre el aprendizaje a distancia en química se publicó en 1999 (Lagowski, J. J., 1999) y muestra cómo los profesores de química aprovecharon la informática muy pronto. Por ejemplo, las actividades en línea relacionadas con la creación de grupos de trabajo virtuales o el intercambio de multimedia, como video digital y animaciones moleculares en 3D, se introdujeron en gran medida tanto en la escuela secundaria como en la universidad, en combinación con actividades presenciales y prácticas (Boschmann, E., 2003). Los nuevos modos tecnológicos de enseñanza demostraron ser bastante efectivos en la educación química en cuanto al nivel de interactividad y participación de los estudiantes en las actividades del aula. Por otro lado, las principales limitaciones de la educación a distancia en química parecen estar relacionadas con la necesidad de una formación docente específica y de un cambio radical de los modelos educativos. (Lagowski, J. J., 1999) Además, de estos estudios, se evidencia que la educación a distancia en química implica la disponibilidad de materiales educativos nuevos y, más importante, un acceso completamente gratuito a herramientas digitales e internet y/o dispositivos móviles. (Boschmann, E., 2003; Lagowski, J. J., 1999)

Cabe señalar que en el caso de la educación a distancia a nivel universitario, en varios países se incentivaron los cursos en línea de química (Leontyev, A. y Baranov, D., 2013) y la educación a distancia por razones económicas. (Boschmann, E., 2003)

La necesidad de organizar laboratorios químicos para un número cada vez mayor de estudiantes, especialmente en el caso de estudiantes de primer año de pregrado, estimuló el desarrollo de laboratorios virtuales y programas de aprendizaje electrónico para reducir su costo y permitir que los estudiantes asistan a las clases en línea, por ejemplo, en caso de que los estudiantes no pudieran

acceder al campus universitario. Como se observa en el párrafo anterior, los países caracterizados por grandes distancias geográficas, como EE. UU. y Australia, fueron los primeros en desarrollar herramientas digitales y entornos virtuales específicos para la educación a distancia en química.

En la literatura se reportan ejemplos de laboratorios virtuales de química general y química orgánica,(Boschmann, E., 2003; Dalgarno, B., Bishop, A.G., Adlong, W. y Bedgood Jr, D.R., 2009; Hensen, C., Glinowiecka-Cox, G. y Barbera, J., 2020; Kurtz, M.J. y Holden, B.E., 2001; Pérez Vicente, A., 2021) dando lugar a hallazgos interesantes. En particular, algunos de estos estudios(Dalgarno, B., Bishop, A.G., Adlong, W. y Bedgood Jr, D.R., 2009; Hensen, C., Glinowiecka-Cox, G. y Barbera, J., 2020) pueden considerarse muy útiles en términos de organización de los materiales, descripción y disponibilidad de herramientas digitales gratuitas, esquemas de evaluación y recursos en línea. Desafortunadamente, hasta el momento, existen pocos estudios sobre la efectividad de los laboratorios virtuales en química en comparación con los laboratorios prácticos.

La situación relacionada con la pandemia de Covid-19 provocó el cierre de escuelas y universidades en muchos países, por diferentes períodos dependiendo de la gravedad específica y los riesgos percibidos en diferentes países y de las elecciones políticas. Tal como se informa en una nota de la UNESCO (UNESCO, 2020), a principios de marzo de 2020: “El cierre de escuelas en trece países para contener la propagación del COVID-19 está interrumpiendo la educación de 290,5 millones de estudiantes en todo el mundo, una cifra sin precedentes”. El aprendizaje a distancia y la educación a distancia parecían ser la única forma de asegurar la continuidad de la educación y el aprendizaje de los estudiantes en todos los grados escolares y universitarios. Sin embargo, en base a consideraciones anteriores, ciertamente varios países estaban más preparados que otros para enfrentar esta emergencia.

En cuanto a la educación química, la educación a distancia para estudiantes de secundaria y universitarios se caracterizó principalmente por video-lecciones sincrónicas proporcionadas por profesores de química que tenían que organizar y preparar los materiales educativos por sí mismos, en la mayoría de los casos sin la ayuda y asistencia de la escuela y sistemas universitarios. La mayoría de estas actividades se realizaron en plataformas de aprendizaje electrónico (es decir, la plataforma Moodle) o sitios web diseñados para videoconferencias (es decir, Google Meet, Microsoft Teams,

Zoom, Skype, etc.); a menudo fueron sugeridos por las escuelas y universidades, con cierta variabilidad en la modalidad de acceso. Obviamente, en algunos países, la disponibilidad de herramientas digitales, dispositivos y programas virtuales, así como las experiencias previas y los programas de formación de docentes sobre educación a distancia en química fueron de gran ayuda durante la pandemia del Covid-19. Es bastante significativo que la mayoría de las herramientas y software interactivos relacionados con laboratorios virtuales y simulaciones químicas moleculares estén en inglés. Un gran número de recursos gratuitos ya estaban disponibles en varios sitios web; muchos recursos de aprendizaje a distancia y de enseñanza en línea fueron proporcionados, por ejemplo, por la División de Educación Química de la *American Chemical Society*. La misma asociación lanzó una edición especial del *Journal of Chemical Education*, con el objetivo de compartir las mejores prácticas en educación química sobre el aprendizaje a distancia y la enseñanza a distancia durante la emergencia. (Holme, T. A., 2020) Otras sociedades químicas nacionales, como la *Royal Society of Chemistry* en el Reino Unido y la Sociedad Química Italiana en Italia, comenzaron a compartir experiencias de laboratorio químico y recursos gratuitos en línea para ser utilizados para la enseñanza a distancia. Una consecuencia interesante de la emergencia relacionada con la insólita situación educativa es el aumento exponencial de experiencias docentes compartidas entre colectivos y asociaciones de docentes. Esto también sucedió en la educación química: muchos profesores de química comenzaron a grabar y compartir sus propias lecciones en video, videos sobre experiencias prácticas y de laboratorio, realizados en casa, usando materiales comunes y de uso diario.

En cierto modo, gracias a la web ya las redes sociales, la insólita situación contribuyó a crear una “comunidad virtual de docentes en educación química”.

Por otro lado, el largo período de cierre de escuelas y universidades, en particular en algunos países como en Italia, reveló todas las limitaciones de las modalidades de enseñanza basadas únicamente en la educación a distancia. Esto es particularmente evidente para aquellas actividades educativas que implican una formación manual, como los laboratorios químicos e instrumentales. Un tema adicional está relacionado con la ausencia de empatía y las implicaciones psicológicas de la educación a distancia, que claramente se agudizaron por la contienda dramática y el nivel general de ansiedad difusa relacionado con la emergencia del Covid-19.

En cuanto a América Latina, muchos de los países que decidieron cerrar las escuelas se vieron en la necesidad de poner en marcha herramientas y recursos educativos. En este contexto, varios gobiernos tomaron la decisión de interrumpir las clases presenciales en los diferentes niveles educativos. La situación pandémica condujo a enfrentar disímiles desafíos: transitar la pandemia manteniendo clases sin sobrecargar a los diferentes actores; tratar de establecer un vínculo pedagógico de manera remota y estar atentos a lo que sucede alrededor en este contexto. (Artopoulos, A., 2020)

La siguiente tabla muestra las herramientas que algunos países latinoamericanos ponen a disposición para sus alumnos, su plataforma de aprendizaje y una breve descripción de la misma.

País	Nombre de la plataforma	Tipo de solución	Breve descripción
Argentina(Carrizo, M. A., Barutti, M., Sosa, M. y Liendro, S., 2021; Elisondo, R. C. y Chesta, R., 2022; Lompardía, S., 2021)	Seguimos educando	Portal educativo y TV	Lecciones en TV y video por área de conocimiento para nivel primario y secundario y materiales para docentes para preparar clases en línea
	Biblioteca Digital	Portal educativo	Portal para estudiantes y docentes de todas las escuelas del país para acceder a más de cien libros y novelas clásicas
Brasil	Banco Internacional de Objetos Educativos	Portal educativo	Contenido educativo abierto desde la educación preescolar hasta la universitaria
Chile	Aprendo en línea	Portal educativo	Proporciona recursos pedagógicos para estudiantes desde el primer grado de

			educación primaria hasta el cuarto año de secundaria
Colombia	Colombiaaprende	Portal educativo	Herramienta en línea creada por el Ministerio de Educación para apoyar a maestros, familias y estudiantes en el proceso de e-learning en el contexto actual de la pandemia de Covid-19
	3,2,1 Edu-Acción	TV/Radio	Programas de TV educativos
Costa Rica	Aprendo en casa	Portal educativo	Recursos digitales en educación desde la primera infancia hasta las escuelas secundarias
	Caja de herramientas	Portal educativo	Herramienta digital para maestros para llevar a cabo clases de educación a distancia creadas por el Ministerio de Educación
Ecuador	Recursos educativos digitales	Portal educativo	Herramienta del Ministerio de Educación para estudiantes y maestros para apoyar el aprendizaje en el hogar
El Salvador	Material para la continuidad educativa	Portal educativo	Recursos pedagógicos para todos los estudiantes en el contexto de la crisis actual de Covid-19
Guatemala	Aprendo en Casa	Portal educativo	Guía y documentos con sugerencias para aprendizaje en casa
	DIGECADE	Portal educativo	Recursos en línea para docentes

Honduras	Educatrachos	Portal educativo	Contenido, actividades, herramientas y recursos educativos en diferentes formatos, diseñados para ser utilizados por profesores y estudiantes
México(Díaz-Barriga-Arceo, F. y Barrón-Tirado, 2020)	Aprende 2.0	Portal educativo	Recursos del Ministerio de Educación para promover el uso de TIC
	Aprende en casa por TV y en Línea	Portal educativo y TV	Clases vía TV y en línea para todos los niveles en base al curriculum nacional
	Libros de texto	Portal educativo	Acceso a libros digitales
	Telesecundaria	Portal educativo	Programa ya existente para el aprendizaje distancia en zonas rurales
Panamá	Educapanama	Portal educativo	Cursos en línea del Ministerio de Educación para estudiantes de preescolar, primaria y secundaria para seguir las clases a distancia
Paraguay	Tu escuela en casa	Portal educativo	Proporciona contenido, actividades, herramientas y recursos educativos propuestos por el Ministerio de Educación diseñados para ser utilizados por maestros y estudiantes

	Biblioteca digital	Portal educativo	Recursos para apoyar a las escuelas y los maestros con materiales educativos y la posibilidad de diseñar lecciones en la plataforma.
Perú	Perú Educa	Portal educativo	Una plataforma digital provista por el Ministerio de Educación que ofrece servicios a la comunidad educativa.
Uruguay	Plan Ceibal	Plataformas de aprendizaje	Recursos para maestros y estudiantes a los que se puede acceder desde cualquier dispositivo, así como programas remotos, que ayudan a mitigar los efectos de la suspensión de actividades educativas debido al cierre temporal de centros educativos
Venezuela	Cada familia una escuela	TV/Radio	Programa de TV con contenido educativo

Fuente: Artopoulos, 2020.

Cuba no estuvo ajena a este contexto y puso en marcha diversas estrategias para enfrentar la adversidad ocasionada por esta pandemia apoyándose en las Tecnologías de la Información (TIC) y la Comunicación en la Educación Superior.

La plataforma Moodle es una de las herramientas utilizadas como estrategias en la educación a distancia. Según González y Blanco (2013) dicha plataforma presenta una gran flexibilidad y capacidad de utilización, lo que permite que los profesores puedan preparar cursos en que los límites sean solamente la imaginación de los propios docentes. Puede adaptarse a cursos más orientados a

contenidos teóricos (filosofía, literatura, economía), a otros más instrumentales (química, física, etc.) o a otros más enfocados al desarrollo de habilidades motoras (técnicas eléctricas, baloncesto, natación, culinaria). Moodle posibilita la organización de cursos a partir de la creación y combinación de recursos que se gestionan dentro de la misma plataforma, sin necesidad de coincidencia temporal-espacial entre los participantes. Los cursos desde Moodle son creados y gestionados por los profesores y los estudiantes matriculados en el aula virtual (Andrade-Arenas et al., 2022).

Un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) tiene un sinnúmero de actividades o herramientas, las cuales deben ser utilizadas y aprovechadas adecuadamente por los docentes y estudiantes en los centros educativos, especialmente de nivel medio y superior, con el objetivo de crear o generar nuevo conocimiento enfocándose en nuevas formas de concebir planear, implementar y evaluar las futuras acciones educativas en especial en entornos virtuales (Lara et al.,2017).

La tendencia actual, hacia un aprendizaje cada vez más significativo, flexible y colaborativo, ha posibilitado al claustro de profesores de la universidad cubana, experimentar metodologías y estrategias de aprendizaje que elevan la calidad del proceso docente educativo (Duquesne, 2007)

Para esto, se implementan diversas herramientas, por ejemplo:

- *Neobook*, que permite crear unidades de contenidos más didácticas (libros electrónicos), según las características de la disciplina, asignatura o curso y de las destrezas para el trabajo con las TICs que presenta el profesor.
- *WinCmapTools*, que posibilita desarrollar los mapas conceptuales —un término propuesto por Joseph D. Novak— para representar, en esquemas lógicos, un conjunto de conceptos en forma de proposiciones, y que en nuestro ámbito han posibilitado la organización lógica de la estructura de las clases impartidas, y que se expresa mediante las categorías dialécticas: objetivo, contenido, método y evaluación.
- El uso de videos didácticos elaborados con *Camtasia Studio* y *WINK* para apoyar la docencia.
- La evaluación o autodiagnóstico por medio del paquete integrado *Hot Potatoes*.

En los últimos años ha habido un creciente cuestionamiento con respecto a la pedagogía. Por un lado, los métodos tradicionales de la enseñanza y por otro, la constante búsqueda por nuevos paradigmas de enseñanza-aprendizaje.

Como reflejo de esas ideas en el área de las ingeniarías, surgió la reingeniería de la enseñanza, haciendo accesible a los alumnos de graduación el contacto con las nuevas estrategias del aprendizaje, resaltándose la utilización de la informática como herramienta indispensable en la construcción del conocimiento. (Tannous, K. y Rodrigues, S., 2003)

En el campo de la ingeniería química para potencializar más la utilización de la internet para finalidades didácticas diversos *softwares* fueron desarrollados, tales como: TelEduc, AulaNet y WebCT permitiendo así la disposición de los materiales de los cursos curso en un ambiente virtual, sino también la aplicación de *test online* y la utilización de *chats* y *e-mails* específicos para las discusiones y comunicación interactiva entre el maestro y los alumnos, y entre los alumnos. Aunque, inicialmente, desarrollados para cursos no presenciales, esos *softwares* son utilizados como herramienta de apoyo en cursos presenciales. Además, la utilización de esos *softwares* permite la delineación y alteración del curso por el propio profesor, que lo hace a través de sus conocimientos de usuario de la herramienta mientras que los programas de radio y televisión necesitan una equipe especializada y de una emisora para su transmisión. (Tannous, K. y Rodrigues, S. 2003)

De manera general, podemos considerar algunos aspectos positivos y negativos. Entre los primeros, podemos mencionar el aumento de la autonomía del alumno y la valoración del trabajo personal. El alumno ha dejado de ser un sujeto pasivo para ser el auténtico protagonista. Aunque hace mucho tiempo que el alumno debiera haber adoptado este rol, la inercia del propio sistema educativo y del profesorado ha relegado al alumno al papel de receptor de su propio proceso de aprendizaje. Esto ha cambiado con la situación actual ya que, debido a que en muchos casos el alumno tiene que estar en casa realizando actividades, la participación activa es una obligación que implica la búsqueda de recursos y la resolución individual de las tareas, fomentando la autonomía. La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje debe incluir elementos que tengan en cuenta esta nueva situación valorando las actividades realizadas por el alumno (incluso si la autoría es dudosa) puesto que es en esta faceta de aprendizaje donde se puede comprobar mejor el progreso del alumno y su implicación personal.

Hay otros elementos importantes del proceso de aprendizaje que se han perdido en esta etapa y que debemos intentar reconstruir lo antes posible. En este sentido, podemos incluir en el balance negativo

que la pérdida de presencialidad en las aulas implica un deterioro notable de la vida escolar. La escuela (tomando mejor este término genérico que el de centro educativo) es un espacio de socialización y de relación que permite conocer las realidades de los otros, desarrolla la empatía y contribuye a valorar lo propio y lo ajeno (ya sean valores materiales o afectivos), además de ser un factor desarrollador del equilibrio social (o al menos es lo que debiera pretender). También se ha perdido la colaboración y el trabajo en grupo (es bastante complicado generar tareas *online* de trabajo colaborativo, aunque no imposible), que posibilitan la compartición de recursos y habilidades entre varios alumnos, aumentando el grado de participación de todos y desarrollando capacidades de desarrollo cognitivo, incluyendo el reconocimiento de las limitaciones propias. Compartir y colaborar en un trabajo colectivo tiene el valor añadido de crear aportando cada uno sus propias experiencias y capacidades, enseñando y aprendiendo a la vez.

Las secuelas de esta pandemia durarán algún tiempo y probablemente sus consecuencias se incorporarán a nuestra cotidianidad, pero no debemos perder de vista algunos aspectos importantes de la ciencia, por un lado, y de la enseñanza, por otro.

Para concluir, la sustitución total de la educación a distancia por la educación tradicional puede justificarse debido a la emergencia mundial causada por la epidemia de Covid-19, sin embargo, como ya se puso en evidencia en las reflexiones anteriores, se debe preferir un enfoque de “aprendizaje combinado” en el próximo futuro.

Referencias bibliográficas

- Andrade-Arenas, L., Llulluy-Nuñez, D., Vilchez-Sandoval, J., Reyes-Perez, W., Gonzales, Choquehuanca, E. (2022). Proposal of a Model for the Development of University Teacher Training Through Virtual Courses. *International Journal of Engineering Pedagogy*.
- Artopoulos, A. (2020). COVID-19:¿ Qué hicieron los países para continuar con la educación a distancia?
- Boschmann, E. (2003). Teaching chemistry via distance education. *Journal of Quimical Education*.

- Carrizo, M. A., Barutti, M., Sosa, M. y Liendro, S. (2021). Innovación para la enseñanza de la Química. Artículos breves sobre la Enseñanza de la Química durante la pandemia. El desafío de reorganizar la didáctica de la química y su enseñanza.
- Dalgarno, B., Bishop, A.G., Adlong, W. y Bedgood Jr, D.R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers & Education*.
- Díaz-Barriga-Arceo, F. y Barrón-Tirado. (2020). Currículo y pandemia: Tiempo de crisis y oportunidad de innovación disruptiva.
- Domenici, V. (2018). *Insegnare e Apprendere Chimica*. Mondadori Università.
- Duquesne Rodríguez, M. (2007). Herramientas para la producción de materiales didácticos para las modalidades de enseñanza semipresencial ya distancia. *Acimed*.
- Elisondo, R. C. y Chesta, R. (2022). Inclusión digital y equidad educativa: brechas y puentes. Nuevos desafíos para abordar desigualdades. Innovar en tiempos de pandemia: rupturas necesarias y urgentes.
- Hensen, C., Glinowiecka-Cox, G. y Barbera, J. (2020). Assessing Differences between Three Virtual General Chemistry Experiments and Similar Hands-On Experiments. *Journal of Chemical Education*.
- Holme, T. A. (2020). Introduction to the Journal of Chemical Education Special Issue on Insights Gained While Teaching Chemistry in the Time of COVID-19. *Journal of Chemical Education*.
- Kurtz, M.J. y Holden, B.E. (2001). Analysis of a distance-education program in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*.
- Lagowski, J. J. (1999). The role of distance learning in chemical education. *Pure and Applied Chemistry. Chimie Pure et Appliquee*.
- Lara, R. B., Lizano, M. V., & Paredes, J. J. R. (2017). El Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en la generación de conocimiento de estudiantes universitarios. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*.
- Lee, F. (2008). Technopedagogies of mass-individualization: Correspondence education in the mid twentieth century. *History and Technology*.

- Leontyev, A. y Baranov, D. (2013). Massive open online courses in chemistry: A comparative overview of platforms and features.
- Lompardía, S. (2021). Innovación para la enseñanza de la Química. Pandemia y continuidad pedagógica: reflexionando sobre la química en el contexto de la inmunología y sobre educación remota de emergencia.
- Moocs and intellectual property ownership and use rights. (2020). <https://er.educause.edu/blogs/2013/4/moocs-andintellectual-property-ownership-and-use-rights>
- Nguyen, T. (2015). The effectiveness of online learning: Beyond no significant difference and future horizons. *MERLOT: Journal of Online Learning and Teaching*.
- Pérez Vicente, A. (2021). La enseñanza de la física y la química en tiempos de pandemia.
- Tannous, K. y Rodrigues, S. (2003). Aplicación de herramienta de educación a distancia como soporte didáctico a la enseñanza en Ingeniería Química.
- UNESCO. (2020). <https://en.unesco.org/news/290-million-studentsout-school-due-covid-19-unesco-releases-firstglobal-numbers-and-mobilizes>
- Vaughan, D. N. D. (2011). Blended Learning. In "An Introduction to Distance Education: Understanding Teaching and Learning in a New Era.