



Laboratorios virtuales de aprendizaje: su importancia y desafíos en el proceso de innovación educativa.

Virtual learning laboratories: their importance and challenges in the process of educational innovation.

DOI: 10.32870/sincronia.axxviii.n85.38a24

Yolanda Canónico González

Facultad de Ciencias Biológicas / Universidad Autónoma de Nuevo León (MÉXICO)

CE: ycanonicog@uanl.edu.mx / ID ORCID: [0000-0001-6656-1917](https://orcid.org/0000-0001-6656-1917)

Lizette Berenice González Martínez

Facultad de Filosofía y Letras / Universidad Autónoma de Nuevo León (MÉXICO)

CE: lizette.gonzalezmr@uanl.edu.mx / ID ORCID: [0000-0002-7306-8562](https://orcid.org/0000-0002-7306-8562)

Irma María Flores Alanís

Facultad de Filosofía y Letras / Universidad Autónoma de Nuevo León (MÉXICO)

CE: irma.floresal@uanl.edu.mx / ID ORCID: [0000-0002-4914-3091](https://orcid.org/0000-0002-4914-3091)

Esta obra está bajo una licencia



Recibido: 27/10/2023

Revisado: 13/11/2023

Aprobado: 04/12/2023

Resumen

Como parte del proceso de innovación en la práctica docente, cada vez es más normal el uso de tecnología de la información y comunicación en los procesos educativos. Unos de los recursos digitales más empleados al menos en el área de las ciencias exactas y/o naturales son los laboratorios virtuales, principalmente por la flexibilidad de su uso y acceso.

Los laboratorios virtuales son una tecnología educativa innovadora que esta transformado la forma en que se enseña y se aprende en diversos campos de estudio. Estas herramientas proporcionan entornos virtuales que simulan experimentos y prácticas de laboratorio, lo que permite a los estudiantes adquirir habilidades y conocimientos de manera interactiva y segura. Sin embargo, a pesar de la versatilidad que los laboratorios virtuales presentan existen desafíos a los que el alumnado y profesorado se pueden enfrentar.



Palabras clave: Laboratorios virtuales. Innovación educativa.

Abstract

As part of the process of innovation in teaching practice, the use of information and communication technology in educational processes is becoming increasingly common. One of the most widely used digital resources, at least in the field of exact or natural sciences, is virtual laboratories, mainly because of the flexibility of their use and access.

Virtual laboratories are an innovative educational technology that has transformed the way teaching and learning is done in various fields of study. These tools provide virtual environments that simulate laboratory experiments and practices, enabling students to acquire skills and knowledge in an interactive and secure manner. However, despite the versatility that virtual laboratories present, there are challenges that students and teachers face.

Keywords: Virtual laboratories. Educational innovation.

Introducción

Como parte del proceso evolutivo en el perfil docente surge la necesidad de innovar su práctica educativa con el objetivo de crear aprendizajes significativos para sus estudiantes, ya que uno de los retos más recurrentes a los que se enfrenta el profesorado es precisamente la adaptación constante en sus estrategias de enseñanza como consecuencia de las necesidades de aprendizaje que cada generación estudiantil posee, pues la educación es un instrumento que evoluciona debido a la sociedad.

Los cambios sociales provocan transformaciones en la educación, que a su vez requiere del replanteamiento de los paradigmas ya establecidos, lo que lleva a la evolución y adaptación de sus preceptos para dar respuesta a las demandas exigentes que parten desde la individualidad hasta las organizaciones socioculturales inclusivas e incluyentes en las esferas educativas (Calero, 2019).

Por consiguiente, los cambios sociales que surgen a partir de detonantes como la globalización, el constante desarrollo de la tecnología, las demandas en los mercados laborales, así como problemas sociales y de salud conllevan a la innovación educativa.



Pascual (2019) menciona que la innovación educativa debe entenderse como un cambio en la acción pedagógica para el mejoramiento de la calidad de la educación, que va más allá de algo nuevo y novedoso, pues deben de incorporarse las herramientas pedagógicas y didácticas necesarias para el desarrollo de habilidades.

Por lo tanto, se debe realizar una planificación basada en los aprendizajes y habilidades esperadas, pues la implementación de alguna técnica o herramienta no puede realizarse de manera improvisada, sino mediante procesos de cambio planificados que buscan mejorar las prácticas educativas (López & Saborido, 2014).

Ante la emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia de COVID-19, se destacó la importancia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación. Por consiguiente, las TIC se convirtieron en la principal herramienta de trabajo de los docentes, pues no solamente permitieron proceder con una educación remota mediante clases virtuales, sino además fue posible la incorporación de recursos digitales innovadores que permitieron el seguimiento formativo de los estudiantes (Ortega *et al.*, 2022).

No obstante, el aprovechamiento académico mediado por tecnología depende del tipo de actividad realizada a través de los objetivos de aprendizaje planificados; Fullan *et al.*, (2017) argumentan que las herramientas digitales solo pueden cambiar significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje cuando la pedagogía, la tecnología y los conocimientos son integrados en un mismo sistema.

Sin embargo, hay que considerar que el éxito o fracaso de los recursos digitales utilizados como estrategias innovadoras en la práctica docente dependerá no solo de su desarrollo sino, en gran parte, de la forma en la que los diferentes actores educativos interactúan con ellos.

Aunque la mayoría de las veces la innovación educativa va dirigida hacia técnicas y/o metodologías que buscan fortalecer los procesos formativos empleados en los procesos educativos, también es fundamental el explorar y plantearse nuevas estrategias de evaluación, las cuales, además de ponderar un conocimiento, deben de valorar las habilidades que los estudiantes adquieren durante su proceso de aprendizaje.



La tecnología como herramienta constructivista del aprendizaje.

En un paradigma constructivista, el uso de TIC en la educación puede cumplir con el objetivo de un docente como facilitador del conocimiento y el estudiante como el constructor de su conocimiento, pues el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas hace factible esta metodología.

En este sentido, los docentes deben estar preparados para enseñar a sus estudiantes las habilidades pertinentes para desenvolverse en un entorno digital y para ello, es necesario que ellos mismos sean competentes digitalmente, no solo para conocer las herramientas digitales o *softwares* disponibles, sino para hacer de la enseñanza un proceso innovador a través de la creación de entornos virtuales de aprendizaje (Rodríguez *et al.*, 2021).

La integración de un entorno virtual ha sido esencial para la transformación educativa; un punto importante a considerar es cómo se da la interacción de maestros y alumnos en un panorama mediado por tecnología (Joshi *et al.*, 2020). Para asegurar la consolidación del aprendizaje teórico, los educadores, durante años, han utilizado experiencias de laboratorio. Estas experiencias refuerzan el aprendizaje conceptual y proporcionan la transición de la comprensión teórica a la práctica.

La experiencia práctica es un componente importante del proceso educativo. Sin embargo, el tiempo y los recursos económicos que a menudo se requieren para el establecimiento y la construcción de laboratorios científicos están fuera del alcance de muchas instituciones. Una solución a este problema se podría encontrar en la adaptación de entornos virtuales, que simularán los procesos y acciones que podrían tener lugar en laboratorios reales (Alexiu *et al.*, 2004).

Un entorno virtual es la representación de imágenes u objetos de determinados escenarios digitales (Abarca & Llamas, 2022). El objetivo de generar un entorno virtual es la comprensión de conceptos abstractos mediante la interacción y la exploración de los contenidos educativos digitalizados. La ventaja de estos entornos virtuales es que es posible adaptarla a las necesidades y preferencias de los estudiantes y garantizar así su aprendizaje; por ejemplo, una de las propuestas más populares desde hace ya algunos años es el uso de simuladores y/o laboratorios virtuales.



Laboratorios virtuales como estrategia didáctica

En términos más generales, un Laboratorio Virtual (LV) se define como "un espacio de trabajo digital y electrónico para la colaboración y la experimentación a distancia en la investigación u otra actividad creativa, para generar y entregar resultados utilizando tecnologías de información y comunicación distribuidas", (Rauwerda, Roos, Hertzberger *et al.*, 2006, p. 230).

Esencialmente, estas modalidades hacen uso de contenidos en red para proporcionar un entorno de aprendizaje inmersivo de visualizaciones, gráficos y aplicaciones interactivas. En este sentido, cualquier entorno virtual que se base en un aprendizaje interactivo y que individualmente o de manera colaborativa permita la indagación y/o exploración de un proceso puede ser considerado un LV (Chan, 2012); por consiguiente, el término "laboratorios virtuales" puede ser empleado de diferentes maneras y la mayoría de las veces de forma imprecisa entre los desarrolladores de *software* que desean atraer a los educadores a su uso, aunque los conceptos más generalizados se engloban en simulaciones y laboratorios virtuales (Nedic, Machotka, & Nafalski, 2003; Borgman *et al.*, 2008).

Las simulaciones contienen ciertos elementos de los experimentos de laboratorio, pero son utilizadas principalmente para las visualizaciones y están disponibles en línea, frecuentemente son denominadas simulaciones clásicas y "ciberlaboratorios".

Por otra parte, están los laboratorios virtuales que intentan representar los experimentos de laboratorio con la mayor fidelidad posible, mediante la adquisición de habilidades de indagación.

Los LV pueden aplicarse en diversas ramas de las ciencias, entre los que se destacan los laboratorios de ciencias biológicas, químicas, físicas, ingeniería y control de procesos, y estos constituyen una alternativa complementaria que otorga ventajas para el aprendizaje de las ciencias; tales como: la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro, y que se pueden realizar trabajos individuales y/o grupales. Asimismo, se pueden aplicar para demostrar procesos o sucesos que tardan mucho tiempo en ocurrir, como en los casos donde se quiera demostrar el comportamiento en el crecimiento de plantas o cultivos, los bioprocesos e incluso los estragos de los cambios ambientales.



El desarrollo de los LV surgió en la década de 1990 como resultado de los usos de tecnologías de fácil acceso como lo fue el disco compacto de memoria de sólo lectura (CD-ROM), en estas unidades de memoria los docentes diseñaron LV a los que los estudiantes pudieran acceder (Lewin, 2014)

Hoy en día los LV se basan en configuraciones en red para crear simulaciones virtuales para su manipulación. Por lo que, en estos LV, los participantes pueden manipular aparatos virtuales que les permiten realizar experimentos en simulaciones generadas por computadora. Por ejemplo, se han utilizado programas informáticos de realidad virtual para enseñar robótica a estudiantes de ingeniería (Potkonjak *et al.*, 2016). Además, se han utilizado paquetes web, que trabajan en plataformas con componentes interactivos, para enseñar a los estudiantes universitarios sobre las técnicas de laboratorio (Gopal *et al.*, 2016). Además, se han utilizado simulaciones virtuales de experimentos de física, biología y química para materializar conceptos abstractos.

La idea general de incorporar los LV en el proceso educativo de las ciencias es fomentar en los estudiantes la adquisición de competencias digitales y de conceptos necesarios que faciliten el entendimiento teórico de lo que se busca aprender al realizar prácticas en un laboratorio real. Asimismo, promueve la autoevaluación de los estudiantes, ya que éste tiene la oportunidad de repetir sus prácticas virtuales las veces que lo considere necesario, permitiendo por lo tanto aprender de sus errores.

Ventajas asociadas con el aprendizaje virtual

Antes de la pandemia de COVID-19, hubo cuatro razones principales que promovieron el uso de los LV. En primer lugar, la realización de laboratorios físicos convencionales es económicamente exigente, pues se debe de contar con material y equipos necesarios para satisfacer las necesidades del alumnado (Bedford *et al.*, 2020).

En segundo lugar, algunos de los laboratorios que realizan prácticas con animales pueden estar asociados a problemas bioéticos, lo que limita el alcance de los experimentos; esto en



contraste con el uso de simulaciones de modelos animales virtuales, que reduce los dilemas éticos y amplía los tipos de experimentos que se pueden realizar.

En tercer lugar, si lo comparamos con los laboratorios presenciales, los laboratorios virtuales exhiben mayores niveles de eficiencia y seguridad (Bell & Fogler, 1999; Muthusamy et al., 2005; Ra'anan, 2005; Herlandy et al., 2019).

Por último, estudios anteriores han informado que estrategias de aprendizaje virtual, como simulaciones y videos instructivos, se pueden utilizar como material de apoyo a los laboratorios clásicos, mejorando la adquisición y entendimiento de conceptos básicos (Swan & O'Donnell, 2009; Elmel et al., 2016; Chen et al., 2020;).

Por estas razones, es probable que la transición de los laboratorios tradicionales presenciales a alternativas virtuales persista en el sector de la educación superior.

Además, existen otros beneficios diferentes asociados con el aprendizaje virtual. Estos incluyen: (a) flexibilidad, (b) colaboración, (c) ampliar el acceso a recursos educativos, (d) brindar oportunidades de aprendizaje de alta calidad, (e) permitir opciones educativas y (f) lograr eficiencia administrativa.

Flexibilidad

A diferencia del tipo de aprendizaje efectuado en el aula de clases física, el aprendizaje virtual proporciona una serie de oportunidades educativas diferentes tanto para el alumno como para el docente y uno de los principales beneficios es la flexibilidad ya que tanto docente como estudiante pueden estar en diferentes espacios según sus necesidades, y además de no existir la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, basta con hacer un clic para ingresar al aula virtual.

Colaboración

De manera similar al trabajo en grupo en el aula, el aprendizaje virtual también brinda oportunidades para que los estudiantes aprendan en grupos, lo que los convierte en participantes más activos en el aprendizaje a medida que se involucran en actividades de pensamiento crítico y



resolución de problemas. La colaboración en el entorno de aprendizaje virtual permite la participación en debates y sesiones de resolución de problemas. Los resultados de tales discusiones pueden llevar a la propiedad compartida entre los alumnos en contraposición a la propiedad de un individuo en particular (Brindley, Blaschke & Walti, 2009).

Acceso a recursos educativos

Se ha vuelto cada vez más sencillo el acceso ilimitado a recursos e información al conectarse a internet, pues los estudiantes aprenden a buscar el material necesario relevante en las diferentes bases de datos. Esto permite que los alumnos puedan cumplir sus deberes de aprendizaje además de tener la oportunidad de superar los obstáculos que se ameritan por las ubicaciones, situaciones geográficas y económicas. (Barbour & Reeves, 2009).

Eficiencia administrativa

El aprendizaje virtual ha agregado una nueva dimensión a la eficiencia administrativa. Los horarios de trabajo flexibles y el desempeño eficiente de las tareas ahora son posibles para las personas involucradas en la administración de sistemas de gestión de aprendizaje virtual porque pueden monitorear las actividades de los estudiantes e instructores a medida que ocurren y luego brindar soluciones a los problemas casi de inmediato cuando surgen (Barbour & Reeves, 2009).

Importancia de los laboratorios virtuales

Como función pedagógica principal, los LV permiten la obtención del aprendizaje conceptual ya que permite el asimilar conceptos, leyes y fenómenos sin la necesidad de invertir en una costosa infraestructura, así como esperar largos (Velasco, Arellano, Martínez *et al.*, 2013).

El deseo de implementar LV nace de una combinación de la teoría del aprendizaje constructivista y el aprendizaje por indagación, ya que los constructivistas sugieren que el uso de tareas y herramientas auténticas puede ser empleado para evitar conceptos erróneos debido a simplificaciones inapropiadas (Duffy & Jonassen, 1992).



Según Barbour & Reeves (2009), ambos defensores de la educación virtual han concluido que hay una serie de beneficios asociados a su integración. Estos se pueden resumir en cinco áreas principales: (a) ampliar el acceso a la educación, (b) brindar oportunidades de aprendizaje de alta calidad, (c) mejorar los resultados y las habilidades de los estudiantes, (d) permitir opciones educativas y, (e) lograr oportunidades administrativas eficientes.

Por su parte, Liegle & Meso (2014), abordan los desafíos de la enseñanza utilizando laboratorios virtuales. Su trabajo fue basado en un estudio de caso, concluyendo con una discusión sobre los beneficios, inconvenientes y lecciones aprendidas del enfoque virtual, donde se indica que los estudiantes encontraron los laboratorios útiles cuando se trabajaba de manera individual en contraste con trabajar de manera colaborativa.

Desafíos asociados con el uso de laboratorios virtuales

Algunos de los desafíos asociados con el aprendizaje en línea que se citan en la literatura incluyen la falta de interacción social (presencia social), inmediatez del instructor, equidad y accesibilidad a la tecnología, estilos de aprendizaje y alto costo del equipo.

Presencia social

La presencia social es un constructo que se relaciona con el grado de contacto interpersonal que existe entre los alumnos y los instructores, que se asocia con un aprendizaje cómodo y mejorado (Stodel, Thompson & MacDonald, 2006; Lowenthal, 2010;). Los dos conceptos asociados a la presencia social son el concepto de intimidad y el concepto de inmediatez.

Rovai, Wighting & Liu (2005) sostuvieron que la distancia psicológica en el entorno de aprendizaje en línea provocaba que los estudiantes se sintieran aislados y frustrados y esto, a su vez, conducía a las altas tasas de abandono entre los estudiantes que estaban inscritos en programas en línea.



Por otro lado, Ascough (2007) encontró que la creación de comunidades sociales en línea fomentaba un entorno de colaboración que generaba calificaciones positivas en los cursos y éxito en los cursos en línea.

A partir de las percepciones de falta de presencia social en el aprendizaje en línea, se ha vuelto imperativo que los instructores se centren más en los planes de estudio centrados al alumno, para que estos estén basados en las necesidades de los alumnos y reaccionen a sus necesidades con un alto sentido de inmediatez.

La inmediatez del instructor es una medida de la distancia psicológica que existe entre un comunicador y el objeto de la comunicación. La inmediatez se puede transmitir mediante el uso de señales verbales, así como señales no verbales (Russo & Benson, 2005), esto con la finalidad de mejorar la presencia social en el aprendizaje en línea debido a la fuerte tendencia de los alumnos a sentir que, su docente no está presente.

Las respuestas inmediatas del instructor a las preguntas que surgen hacen que parezca que el instructor está físicamente presente (Joyce & Brown, 2009). Al estudiar las experiencias de los estudiantes a distancia en línea, Howland y Moore (2002) revelaron que los estudiantes no tenían confianza en sí mismos, no podían averiguar los requisitos de las tareas y sentían la necesidad de ser guiados verbalmente, lo que demostró la necesidad de la instrucción directa del maestro.

Equidad y accesibilidad a la tecnología

Lamentablemente, aún existe una barrera económica para acceder a los recursos tecnológicos, así como al acceso a Internet. La pandemia, por ejemplo, evidenció la desigualdad en el acceso y el uso de las TIC, y desde un panorama optimista era sorprendente el pensar lo que una red wifi pudo llegar a hacer no solo por educación (Casal Otero *et al.*, 2021), pues las TIC se convirtieron en esas herramientas esenciales para la educación a distancia, el trabajo remoto, atención médica virtual y conectividad social. Sin embargo, aquellos que no tuvieron acceso a los servicios digitales como internet, computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes se vieron privados de estas herramientas,



y lo que aun peor fue el responsable de fenómenos sociales como la deserción estudiantil (Nasner *et al.*, 2022; Sabino & Acuña, 2022; Minchola *et al.*, 2023;).

Alto costo de equipo

La falta de recursos e infraestructura también contribuye a que la integración de tecnología no se lleve a cabo de manera efectiva, por lo que se debe de garantizar que los profesores tengan acceso a recursos adicionales, como apoyo técnico y financiero, para integrar efectivamente la tecnología en su práctica.

Así mismo es una realidad que algunos programas virtuales como laboratorios virtuales son costosos, tan costosos que las escuelas encuentran que el aula virtual puede ser más costoso que el salón de clases físico (Staker & Horn, 2012). Aunque los programas virtuales tienen ahorros de costos, como no necesitar edificios físicos, equipos, materiales y otras instalaciones; los ahorros se incrementan con los costos iniciales y continuos de hardware, software, licencias, conectividad a Internet y otros elementos.

Desafíos asociados al profesorado

Otros desafíos por considerar para desarrollar e implementar entornos virtuales de aprendizaje son los asociados a los docentes; esto a partir de las amplias evidencias sobre el cambio, la falta de confianza tecnológica, así como la falta de motivación y compromiso.

En ese sentido, la formación pertinente debe ser clave para que los profesores se adapten a las exigencias de la era digital y puedan desenvolverse eficazmente en un entorno cada vez más tecnológico. Sin embargo, se ha identificado una falta de formación en TIC y competencias digitales en este ámbito (Quezada *et al.*, 2020). Las claramente identificadas competencias digitales han evolucionado de ser deseables a ser obligatorias, especialmente para el profesorado (Terreni & Vilanova, 2019).

Las competencias digitales que un docente debe adquirir pueden variar según el perfil que se esté buscando en la institución; quizá el nivel más básico y necesario radica en el manejo de las



herramientas informáticas básicas de *Microsoft-office* y uso de internet. Aunque actualmente se busca que el profesorado sea capaz de: 1) Investigar y evaluar información en línea de forma objetiva y crítica; 2) Crear y compartir sus propios contenidos digitales de manera responsable, por ejemplo, usando plataformas y herramientas multimedia; 3) Capacidad para utilizar dispositivos y herramientas digitales en la gestión y organización del aula, como plataformas virtuales de aprendizaje y herramientas de gestión de tareas y proyectos.

Por lo tanto, los maestros deben de adquirir las habilidades necesarias para poder guiar a los alumnos en el uso de las bases de información pertinentes, así como también proporcionar acceso y destrezas para generar sus propios recursos. Además deben de promover y potencializar el rol activo en un proceso de aprendizaje auto dirigido, en un contexto de aprendizaje abierto, sin descuidar el asesoramiento y gestión del ambiente de aprendizaje en el que los alumnos estén utilizando estos recursos, pues el docente deberá de guiar a los alumnos en el desarrollo de experiencias colaborativas y dar seguimiento al progreso del estudiante mediante la retroalimentación constante que pueda ofrecer oportunidades reales para la construcción del conocimiento.

La confianza que los docentes tengan en su capacidad para usar computadoras y entornos virtuales relacionados tienen un impacto no sólo en la capacidad del maestro para enseñar en este entorno, sino que también influye en la motivación y confianza del estudiante hacia el maestro (Kwofie & Henten, 2011).

La capacitación de los docentes sobre cómo utilizar el entorno es esencial para la motivación y el compromiso de los docentes. Esta capacitación debe relacionarse con cómo utilizar la tecnología del entorno de aprendizaje virtual y los diversos métodos, estrategias y técnicas de enseñanza que funcionan en este entorno (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2014).

Conclusión

La relevancia de adaptar las estrategias o metodologías en la práctica docente es una necesidad que se vive ante los cambios sociales. Los entornos virtuales son una poderosa herramienta de



innovación educativa que promueve la accesibilidad, flexibilidad y colaboración, así como el acceso a recursos educativos que pueden brindar aprendizajes significativos.

El uso de las TIC en la educación puede cumplir con el objetivo de un docente como facilitador del conocimiento y el estudiante como constructor de su conocimiento, por lo que la integración de entornos virtuales de aprendizaje tales como el uso de laboratorios virtuales (LV) permiten la consolidación del aprendizaje teórico y experimental.

Una de las ventajas que ofrecen los LV es que estos pueden aplicarse en diversas ramas del aprendizaje, y que estos constituyen una alternativa complementaria para la consolidación del aprendizaje. Ante esto, los LV son una estrategia pedagógica que permite obtener aprendizaje conceptual y asimilar conceptos, leyes y fenómenos sin invertir en una costosa infraestructura.

A pesar de su importancia y los beneficios que brinda tales como ampliar el acceso a la educación y brindar oportunidades de aprendizaje significativo mediante su uso, existen desafíos como lo son el alto costo de los equipos, la falta de acceso a la tecnología y el internet que siguen permeando su uso en la educación.

Referencias

- Abarca, J. E. O., & Llamas, C. R. (2022). Digitalización, metaverso y la (in) distinción entre lo online y lo offline. *El Ornitorrinco Tachado*, (16).
- Ascough, R.S. (2002). Designing for Online Distance Education: Putting Pedagogy Before Technology. *Teaching Theology and Religion* (5) 17–29.
- Barbour, M. K., & Reeves, T. C. (2009). The reality of virtual schools: A review of the literature. *Computers & Education*, 52(2), 402-416. doi:10.1016/j.compedu.2008.09.009
- Brindley, J., Blaschke, L. M., & Walti, C. (2009). Creating Effective Collaborative Learning Groups in an Online Environment. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i3.675>



- Calero, C. (2019). La llegada de las nuevas tecnologías a la educación y sus implicaciones. *International Journal of New Education* (4), 21-39. <https://doi.org/10.24310/IJNE2.2.2019.7449>
- Chan CKY. (2012) Laboratory learning. In: *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. edited by Seel N. M. Boston.
- Duffy, T.M., & Jonassen, D. (Eds.), (1992). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Englewood: Lawrence Erlbaum.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., & Tondeur, J. (2014). Teachers' beliefs and uses of technology to support 21st-century teaching and learning. In *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 403-418). Routledge.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2017). Deep learning: Engage the world change the world. *Corwin Press*. <https://doi.org/10.15365/joce.2202082019>
- Gopal T, Herron SS, Mohn RS, Hartsell T, Jawor JM, Blickenstaff JC. (2010) Effect of an interactive web-based instruction in the performance of undergraduate anatomy and physiology lab students. *Comp Educ* (55) 500–512. doi: 10.1016/j.compedu.2010.02.013
- Howland, J. L., & Moore, J. L. (2002). Student perceptions as distance learners in Internet-based courses. *Distance education*. 23(2), 183-195.
- Joyce, K. M., & Brown, A. (2009). Enhancing social presence in online learning: Mediation strategies applied to social networking tools. *Online Journal of Distance Learning Administration*. 12(4), n4.
- Liegle, J. O., & Meso, P. N. (2006). Evaluation of a virtual lab environment for teaching web application development. *Director*. (7).
- López, C. M., & Saborido, D. M. (2014). La gestión de proyectos de innovación educativa basados en el aprendizaje cooperativo: análisis para su implementación. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*. 9(1), 112-119.



- Lowenthal, P. R. (2010). The evolution and influence of social presence theory on online learning. In T. T. Kidd (Ed.), *Online education and adult learning: New frontiers for teaching practices* (pp. 124–139). IGI Global. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-60566-984-7.ch010>
- Minchola, A., Guimaraes, J. L. C., Villafranca, F., Ferro, H., & Aroca, B. L. (2023). La deserción escolar en tiempos de pandemia: factores que promueven el abandono de los estudios escolares. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*. (100), 42-59.
- Nasner, L. T. M. C., Guzmán, A. M. F., Zambrano, S. B., & Delgado, Y. A. G. (2022). Deserción en la población estudiantil universitaria durante la pandemia, una mirada cualitativa. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*. (66), 37-62.
- Ortega, I. G., Rendón Guerra, G. D. P., Racines Macias, R. E., & Plúa Panta, K. A. (2022, October 28). Formative learning and its characteristics applied in the classroom in university students. *Revista Iberoamericana De La Educación*. 6(4). <https://doi.org/10.31876/rie.v6i4.231>
- Pascual, J. (2019). Innovación Educativa: Un proceso construido sobre relaciones de poder. *Revista Educación, Política Y Sociedad*. 4(2), 9–30. <https://doi.org/10.15366/rebs2019.4.2.001>
- Potkonjak V, Gardner M, Callaghan V, Mattila P, Guetl C, Petrović VM, Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: a review. *Comp Educ* (95) 309–327, 2016. doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.002.
- Ra'anan, AW. The evolving role of animal laboratories in physiology instruction. *Adv Physiol Educ* (29) 144–150, 2005. doi: 10.1152/advan.00017.2005.
- Rauwerda, H., Roos, M., Hertzberger, B. O., & Breit, T. M. (2006). The promise of a virtual lab in drug discovery. *Drug Discovery Today*. (11) 228-236.
- Rovai, A.P., Wighting, M.J., & Liu, J. (2005). School Climate: Sense of Classroom and School Communities in Online and On-Campus Higher Education Courses. *The Quarterly Review of Distance Education*. (6) 361-374.
- Russo, T. & Benson, S. (2005). Learning with Invisible Others: Perceptions of Online Presence and Their Relationship to Cognitive and Affective Learning. *Journal of Educational Technology &*



Society. 8(1), 54-62. Retrieved October 25, 2023 from

<https://www.learntechlib.org/p/75245/>

Sabino, V., & Acuña, K. (2022). Pandemia y deserción escolar en la Universidad Autónoma de Guerrero, México. *Gestionar: Revista de empresa y gobierno*. 2(3), 35-50.

Staker, H., & Horn, M. B. (2012). *Classifying K–12 blended learning*.

Stodel, E. J., Thompson, T. L., & MacDonald, C. J. (2006). Learners' perspectives on what is missing from online learning: Interpretations through the community of inquiry framework. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 7(3).
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v7i3.325>

Swan AE, O'Donnell AM. The contribution of a virtual biology laboratory to college students' learning. *Innovation Educ Teach Intl* (46) 405–419, 2009. doi: 10.1080/14703290903301735.

Terreni, L., Vilanova, G., & Varas, J. (2019). *Desarrollo de competencias digitales en propuestas pedagógicas en ambientes mediados: Un caso en educación superior bajo modelo de aula extendida*.

Velasco, A.; Arellano, J.; Martínez, J. y Velasco, S. (2013). Laboratorios virtuales: alternativa en la educación. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 26(2).