

Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña

Rectoría

INFORME FINAL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

1. Fechas:

Fecha firma del contrato	No hubo firma de contrato (Sin presupuesto)
Fecha entrega informe medio término	
Fecha entrega informe final	15 de octubre del 2024

2. Título de la propuesta de innovación docente

Lightboard para iluminar la ciencia

3. Nombre investigadores/as

Dr. Oscar Corona

MSc. Laura Barreto

4. Resumen del PID (en tiempo pasado)

El proyecto planteó el diseño y construcción de una pizarra de luz (*lightboard*) con la cual se creó contenido digital científico para su uso en contextos académicos de diferentes niveles. Usando el recurso *lightboard* para la enseñanza, se fomentó la interacción virtual cara a cara alumno-profesor, creando un entorno comunicativo natural y estimulante, que además promovió un aprendizaje efectivo, en el que los estudiantes se involucraron y se motivaron, siendo actores centrales del proceso enseñanza-aprendizaje. Adicionalmente, se creó una muestra de material audiovisual como píldoras educativas científicas de duración entre 5-10 minutos, en temas básicos de la Química y la Biología. Los contenidos desarrollados podrán en un futuro gestionarse bajo enfoques diversos de enseñanza, y ayudarán a la preparación de los estudiantes de práctica docente en el contexto áulico formal. La creación de contenido basado en la pizarra luminosa, conllevó a una serie de resultados concatenados y que se nombran secuencialmente según los objetivos planteados: 1) se logró la creación y construcción de la pizarra de luz (*lightboard*) mediante el uso de materiales reciclados y de bajo costo; 2) se generaron píldoras como recursos educativos innovadores para su uso en ambientes virtuales.

5. Cumplimiento de objetivos

- Diseñar un lightboard de bajo costo (completado en 100%)
- Diseñar contenido educativo interactivo en formato de píldoras (completado en 100%)

6. Introducción

La educación científica es esencial porque la naturaleza misma de la ciencia permite a los estudiantes adquirir conocimientos, a través de la indagación, métodos de resolución de problemas, formas de pensar sobre el mundo y cómo el conocimiento científico interactúa con la sociedad y la tecnología (Ramnarain y Padayachee, 2015). Se trata de comprender los fenómenos de nuestro entorno y cómo interactuamos con él. Se sabe que los programas de ciencias desarrollan las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes, que son necesarias en un mundo en constante cambio, por esta razón, la adquisición de pensamiento científico es un objetivo deseable y valioso para la sociedad. Actualmente, la enseñanza de las ciencias naturales enfrenta varios desafíos, desde seleccionar el contenido adecuado hasta integrar tecnologías de aprendizaje innovadoras, además de enfatizar sobre la importancia de elegir una estrategia docente eficaz que preserve la rigurosidad conceptual y del lenguaje específico de la materia.

La revolución digital ha transformado profundamente la forma en que se aprende y accede a la información. Una de las tendencias más destacadas en el ámbito del aprendizaje es el crecimiento exponencial de los videos educativos producidos en canales digitales. Estos creadores de contenido, con sus canales especializados, han captado la atención de millones de espectadores ávidos de conocimiento en una amplia gama de temas, desde las ciencias hasta las artes (West y Bergstrom, 2021).

Es importante reconocer el impacto positivo que los videos educativos han tenido en el aprendizaje. Estos videos ofrecen una presentación dinámica y visualmente atractiva de conceptos complejos, lo que puede resultar especialmente beneficioso para estudiantes que prefieren aprender de manera audiovisual. Además, la accesibilidad de estos recursos en línea permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo y en cualquier momento y lugar, lo que los convierte en una herramienta valiosa para la educación a distancia y el aprendizaje autónomo (Guo et al., 2014).

Sin embargo, a pesar de estos beneficios, existen preocupaciones legítimas sobre la calidad y la confiabilidad del contenido ofrecido por algunos canales digitales educativos. Uno de los principales problemas es la falta de verificación de la información presentada

en estos videos. A diferencia de los recursos educativos tradicionales, como los libros de texto académicos, los videos de canales digitales no suelen estar sujetos a un proceso de revisión por pares o a la supervisión de expertos en el campo. Esto puede llevar a la difusión de información errónea o inexacta, lo que socava la integridad del proceso educativo.

Además de la calidad del contenido, también es importante considerar la capacidad de los espectadores para discernir entre información confiable y no confiable. La alfabetización científica, mediática y digital se ha vuelto cada vez más importante en un mundo donde la desinformación y las noticias falsas pueden propagarse rápidamente a través de las redes sociales y plataformas de video en línea. Los estudiantes deben ser capaces de evaluar críticamente la credibilidad de las fuentes y de verificar la precisión de la información antes de aceptarla como verdadera. (Hobbs y Jensen, 2009).

Para abordar estos problemas, es fundamental fomentar una alfabetización científica visual y efectiva, por lo que es esencial el rol de las instituciones educativas y los educadores, proporcionando recursos y herramientas para ayudar a los estudiantes, y proveerles contenido de calidad cónsono con los objetivos de aprendizaje planteados (Koltay, 2011).

En el contexto universitario la enseñanza de las ciencias, especialmente en el ámbito de la química orgánica y bioquímica, requiere de la implementación de enfoques innovadores para mejorar la efectividad del aprendizaje, mayoritariamente basados en elementos visuales. En particular, se han explorado metodologías donde se utilizan presentaciones, como diapositivas proyectadas, la pizarra tradicional o a través de modelos físicos e *in silico* para proporcionar información útil y precisa a los estudiantes. Sin embargo, se ha identificado un problema adicional durante este tipo de sesiones de clases, y es que la posición del presentador frente a la proyección, la pizarra o la manipulación de los modelos, bloquea parcialmente el contenido, obstaculizando la visibilidad y exacerbando las dificultades cognitivas de los estudiantes en la comprensión de conceptos químicos complejos (Fung, 2018) (Birdwell y Peshkin, 2015) (Corkish et al., 2021).

En este orden de ideas, se plantea el uso de una herramienta didáctica innovadora que permita salvar las dificultades observadas en la enseñanza de las ciencias y especialmente durante procesos de alfabetización visual. El *Lightboard* o pizarra de luz es un dispositivo integral que proporciona un medio dinámico y visualmente atractivo para presentar

conceptos abstractos, donde los instructores pueden escribir y dibujar directamente sobre una superficie transparente mientras miran a la cámara, manteniendo el contacto visual con los estudiantes y fomentando una experiencia de aprendizaje más atractiva que la que podrían proporcionar los medios de enseñanza tradicionales (Scott et al., 2022). Mediante el *Lightboard* se pueden crear píldoras educativas interactivas que compartidas en espacios virtuales MOOC, permiten que los estudiantes revisen el contenido a su propio ritmo y conveniencia, la naturaleza visual de los videos de la pizarra de luz ayudaría a los estudiantes a manejar conceptos como reacciones químicas y estructuras moleculares de una manera más práctica (Rojas, 2023) (Bhadri y Patil, 2022) (Fiorella et al., 2019).

Esta investigación se centra en abordar las limitaciones de visualización y comprensión de conceptos abstractos presentes en cursos de química, así como fomentar un aprendizaje activo y efectivo en los estudiantes. La pregunta central se enfoca en cómo el diseño una pizarra de luz y de píldoras virtuales educativas generadas con la herramienta *Lightboard* que pudieran contribuir a superar limitaciones de visualización y promover un mejor entendimiento de los contenidos científicos, adaptándose a las necesidades específicas de la enseñanza en estas áreas de estudio.

7. Revisión de la literatura

Los *Lightboards* son herramientas innovadoras en la educación superior que mejoran las experiencias de enseñanza y aprendizaje al permitir que los instructores creen contenido de video dinámico. Desarrollado por el profesor Michael Peshkin de la Escuela de Ingeniería McCormick de la Universidad Northwestern, el *Lightboard* es un panel de vidrio transparente con luces LED integradas que iluminan la escritura y los dibujos del instructor. Esta tecnología permite a los educadores enfrentarse a la cámara y mantener contacto visual con su audiencia, haciendo que la experiencia de aprendizaje sea más atractiva y personal. El contenido parece flotar frente al instructor, creando videos visualmente estimulantes que pueden usarse para diversos fines educativos, como aula invertida y mixtos, MOOCs y cursos de aprendizaje a distancia. El *Lightboard* ha sido adoptado por numerosas instituciones en todo el mundo, demostrando su efectividad en diferentes disciplinas más allá de las ciencias (Lightboard Studio, 2018)

La investigación destaca varios beneficios del uso de *Lightboards* en la educación. El principio de "Orientación de la Mirada" sugiere que los alumnos se benefician más cuando el instructor alterna su mirada entre la audiencia y la pizarra durante las conferencias. El "Principio de Dibujo Dinámico" indica que dibujar gráficos mientras se

imparte una conferencia mejora el aprendizaje más que referirse a gráficos previamente dibujados. Además, el diseño del *Lightboard* facilita el uso de expresiones faciales y gestos, permitiendo a los instructores conectar mejor con su audiencia y mejorar la retención de información. Estas ventajas hacen que los *Lightboards* sean particularmente adecuados para crear aulas digitales interactivas donde los estudiantes pueden participar en una experiencia de aprendizaje más personalizada, incluso desde casa (Besler, 2020)

Los *Lightboards*, también conocidos como pizarras transparentes, pizarras de luz, pizarras luminosas o vidrio de aprendizaje, utilizan vidrio ultra claro y bajo en hierro para una claridad óptima y están equipados para transmisión en vivo o grabación, haciéndolos versátiles para varios entornos educativos, incluyendo conferencias, capacitación corporativa, marketing de contenido y aprendizaje en línea, esta tecnología admite la superposición de imágenes o videos digitales en tiempo real para enriquecer las presentaciones.

Para los educadores que consideran integrar la tecnología *Lightboard* en su currículo, hay kits comerciales para simplificar el proceso de construcción. Estos kits contienen todos los componentes necesarios, a menudo pre-dimensionados para mayor comodidad, permitiendo un fácil ensamblaje y personalización para satisfacer necesidades de enseñanza específicas, particularmente en aulas invertidas y para temas STEAM. Sin embargo, también pueden ser contruidos a partir de la reutilización de materiales de desecho, como cristales, marcos de aluminio y luces led de segunda mano, lo que hace a estos recursos muy asequibles y adaptables a las particularidades institucionales.

El *Lightboard* se ha vuelto cada vez más popular. A continuación, se presentan algunos antecedentes adicionales y muy relevantes que sustentan esta propuesta de investigación.

En la investigación titulada *Shedding Light on Student Learning Through the Use of Lightboard Videos*, publicado por el *Institute of Education Sciences*, se trabajó con una población de 68 estudiantes universitarios de ingeniería, y se estableció un grupo control, alternando la aplicación de las conferencias grabadas de *Lightboard* en dos cuatrimestres. Este estudio señaló la necesidad de utilizar un recurso visual que aportara en la concreción de los aspectos teóricos, y que fueran diferentes al tradicional. Como parte de los resultados, se evaluó el desempeño del alumnado en las mismas asignaciones para ambos grupos (experimental y control) comparando el rendimiento académico, y en ese sentido se presentó un aumento del 1.79% en la puntuación general de las tareas de la clase, así

como un incremento de las puntuaciones promedio en un 69.2 % en el grupo que trabajó con *Lightboard* (Rogers y Botnaru, 2019).

En el 2020 se publicó una investigación en el *Journal of Chemical Education*, titulada *Engaging Health Student in Learning Organic Chemistry Reaction Mechanisms Using Short and Snappy Lightboard Videos*, donde, uno de los objetivos que perseguía se orientaba en mejorar el entorno de aprendizaje activo, los participantes pertenecían a la Licenciatura de Ciencias de la Salud, que para ese entonces cursaban la asignatura de Química Orgánica. El programa de esta asignatura para los estudiantes en cuestión involucraba dos materias codependientes, las cuales fueron *Química en Sistemas Vivos* (CLS por sus siglas en inglés) y *Biología y Fisicoquímica* (BPC por sus siglas en inglés). La CLS está vinculada a la comprensión de mecanismos de reacciones orgánicas, luego los estudiantes toman la asignatura de BPC en la que son impartidos contenidos asociados a mecanismos de reacción de grupos funcionales, para su posterior evaluación en problemas de respuestas cortas. La investigación planteó la existencia de un interés muy bajo en estas asignaturas, en consecuencia, otro de los objetivos, se orientó en fomentar la autogestión del aprendizaje, lo que se refiere a cualquier aspecto que impulse a los estudiantes a hacer actividades y a pensar en los fenómenos subyacentes de la química. En síntesis, esta investigación concluyó resaltando que la aplicación de *Lightboard* para la enseñanza, propició un aumento en las calificaciones promedio de los exámenes asociados a los mecanismos de reacción, con un aumento del 17.87%, en comparación con años anteriores a la aplicación de la metodología planteada (Schweiker et al., 2020).

El desarrollo de píldoras educativas usando la pizarra luminosa para el mejoramiento de la alfabetización científica y visual en estudiantes de ciencias de la salud, implica integrar conceptos de varias áreas como alfabetización visual, alfabetización científica, teorías de aprendizaje, y el uso de tecnologías educativas.

Alfabetización visual y científica

Este aspecto se centra en la teoría de la alfabetización visual y científica que aboga por la capacidad de los estudiantes para comprender e interpretar imágenes y simbolismo visual en un contexto científico, lo cual es crucial para el campo de la formación a todos los niveles. La alfabetización científica se refiere a la habilidad para aplicar conocimientos científicos, analizar datos y comunicar comprendiendo el lenguaje y los procesos científicos (Alfaro, 2014).

Se define a la alfabetización visual como la habilidad para interpretar, gestionar, integrar información y darle significado mediante materiales y/o recursos visuales. En el contexto de las ciencias de la salud, esto resulta crucial para comprender imágenes, gráficos y otros recursos visuales cotidianos, con el objetivo de entender y aplicar en la práctica clínica. Los videos de pizarra luminosa permiten la presentación de estos elementos de una manera controlada y pedagógica, ayudando a los estudiantes a desarrollar habilidades para analizar e interpretar información visual compleja (Kirkova-Bogdanova et al., 2020). Al visualizar procesos y mecanismos, estos videos facilitan una comprensión más intuitiva y aplicada de los conceptos científicos, lo cual es esencial en todos los campos del saber, a través de la toma de decisiones basadas en interpretaciones visuales del universo.

De la mano con la alfabetización visual, está la alfabetización científica, la cual implica más que solo memorizar hechos; requiere de la capacidad de aplicar el conocimiento, analizar información y pensar críticamente, entender y escribir con rigurosidad científica.

La interacción entre la alfabetización científica y visual en los videos de pizarra luminosa crea un ciclo de retroalimentación positiva, donde el fortalecimiento de una habilidad complementa y amplifica la otra. La capacidad de interpretar información visual compleja (alfabetización visual) enriquece la comprensión y aplicación de conceptos científicos (alfabetización científica), y viceversa. Este enfoque holístico no solo mejora el aprendizaje en el momento, sino que además equipa a los estudiantes con habilidades transferibles esenciales para su futuro profesional en el campo de la salud.

Teorías de aprendizaje

Respecto a las teorías de aprendizaje, se debe comenzar con una exploración de los aspectos más relevantes que apoyan el uso de medios visuales y tecnologías interactivas en la educación. Por ello es relevante definir al Constructivismo, como una teoría que sugiere que los estudiantes edifican su propio conocimiento a través de experiencias de aprendizaje activas. Los videos en la pizarra luminosa o *Lightboard*, pueden proporcionar un medio interactivo que fomente la construcción activa del conocimiento, al permitir que los docentes visualicen conceptos complejos (Betancur-Chicué et al., 2023)

Por otra parte, se alude a la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM), que sostiene que las personas aprenden mejor de palabras e imágenes que de palabras solas (Mayer, 2011). Los principios de esta teoría, como la contigüidad espacial y temporal, la coherencia y la segmentación, pueden aplicarse al diseño de videos de pizarra luminosa

y a estos como promotores del aprendizaje significativo, es decir, un cambio en el conocimiento o nivel de dominio del alumno, atribuible a un factor experiencial (Mahajan et al., 2020).

Tecnologías educativas

El uso de tecnologías educativas ofrece oportunidades únicas para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Al existir integración e interactividad con los recursos de aprendizaje de una manera visual y dinámica, se puede mejorar el compromiso, la retención y la comprensión de los estudiantes. La accesibilidad a los recursos les permitiría aprovechar el material de aprendizaje en cualquier momento y lugar, facilitando así el aprendizaje autónomo.

En este sentido, resulta correcto preguntarse cómo los videos desarrollados con *Lightboard* pueden desglosar conceptos científicos complejos y hacerlos accesibles a los estudiantes, de forma que pueda fomentarse en estos un pensamiento analítico sobre temas que se relacionan con ciencias de la salud (Ploomipuu et al., 2020). Los videos de pizarra luminosa son particularmente efectivos para descomponer conceptos en segmentos más manejables, utilizando visualizaciones para ilustrar relaciones, procesos y mecanismos. Esta metodología no solo facilita la comprensión, sino que también promueve la capacidad de discernimiento, alentando a los estudiantes a cuestionar y explorar los conceptos presentados más allá de lo superficial.

Los videos cortos interactivos en pizarras luminosas, por su naturaleza interactiva, capturan la atención de los estudiantes de manera más efectiva que los métodos tradicionales. La capacidad del instructor para dibujar y escribir, mientras mantiene el contacto visual con la audiencia, crea un entorno de aprendizaje dinámico y participativo. Este enfoque no solo mejora la retención de la información sino que también fomenta una conexión más profunda con el material audiovisual, facilitando la comprensión de conceptos complejos. Según la TCAM, la combinación de estímulos verbales y visuales mejora la capacidad de procesamiento del cerebro, lo que se traduce en un aprendizaje más eficaz.

Los *Lightboards* ofrecen una herramienta flexible y efectiva para mejorar la experiencia educativa, proporcionando una manera más atractiva e interactiva para que los instructores o docentes transmitan conceptos e información compleja. Su uso en la educación superior y más allá continúa creciendo, impulsado por su capacidad para mejorar la experiencia de aprendizaje y facilitar métodos de enseñanza innovadores.

8. Método

El marco metodológico del proyecto de investigación puede esbozarse considerando las corrientes epistemológicas y paradigmas de investigación, así como los elementos de su diseño. Se desarrolló de forma holística e integradora, buscando entender la relación entre la creación, el diseño de la herramienta y su implementación para la producción de píldoras educativas en aras de la mejora en la alfabetización científica y visual de los estudiantes.

El modelo de investigación para este proyecto se encuadra dentro de las ciencias fácticas, específicamente en las ciencias sociales, dado su enfoque en la educación y el aprendizaje. Como es bien sabido, este campo se interesa por fenómenos que involucran a seres humanos en contextos sociales y educativos, explorando cómo interactúan con las herramientas y metodologías de enseñanza. El paradigma de investigación más adecuado es el constructivista, que se centra en cómo los individuos construyen activamente su conocimiento y comprensión del mundo a través de experiencias y reflexiones. Esta perspectiva es coherente con el uso de píldoras educativas para mejorar la alfabetización científica y visual, ya que reconoce el papel activo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Este enfoque también subraya la importancia de considerar el contexto y la percepción individual en la educación, lo que está en línea con la naturaleza interactiva y visual de las herramientas educativas como *Lightboard* (Taber, 2019).

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de Medición
Alfabetización Visual	La capacidad de interpretar y dar significado a materiales visuales.	Nivel de habilidad de los estudiantes para analizar e interpretar información presentada en formatos visuales (imágenes,	Comprensión visual - Interpretación de imágenes - Análisis de gráficos	Correcta interpretación de material visual - Capacidad para explicar contenido visual - Habilidad para analizar	Cuestionarios con preguntas sobre interpretación de imágenes y gráficos - Tareas de análisis de contenido visual

		gráficos, videos).		gráficos y diagramas	
Alfabetización Científica	La habilidad para aplicar conocimientos científicos, analizar datos y comunicar comprensión del lenguaje y procesos científicos.	Nivel de comprensión y aplicación de conceptos científicos por parte de los estudiantes.	- Aplicación de conocimientos - Análisis de datos - Comunicación científica	- Uso de términos científicos - Capacidad para aplicar conceptos en situaciones prácticas - Habilidad para analizar y sintetizar información científica	- Exámenes de conocimientos científicos - Análisis de estudios de caso - Presentaciones orales sobre temas científicos
Uso de Tecnologías Educativas	Integración y aplicación de tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje .	Grado de uso y familiaridad de los estudiantes con herramientas tecnológicas educativas como Lightboard.	- Familiaridad con tecnologías - Integración en el aprendizaje - Actitud hacia tecnologías educativas	- Nivel de uso de herramientas digitales en el aprendizaje - Percepción de la utilidad de las tecnologías educativas - Disposición a utilizar tecnologías innovadoras en la educación	- Encuestas sobre el uso y percepción de tecnologías educativas - Registro de participación en plataformas educativas digitales - Grupos focales sobre experiencias con tecnologías en el aprendizaje

La implementación de píldoras educativas a través de *Lightboard* se describe como una metodología innovadora que permitirá superar limitaciones de visualización de conceptos abstractos, promoviendo un aprendizaje activo y efectivo. La naturaleza visual y dinámica de los videos de *Lightboard* facilitará la comprensión de conceptos complejos, mejorando el *engagement* y la alfabetización científica y visual de los estudiantes.

9. Resultados

1. La construcción del *Lightboard* con materiales reciclados y de bajo costo muestra la viabilidad de incorporar tecnologías innovadoras en el aula sin la necesidad de realizar grandes inversiones. Esto resalta un enfoque ecológico y económico que puede ser replicado en diversas instituciones educativas con recursos limitados.
2. La integración de estudiantes en el diseño y creación de píldoras educativas no solo fomenta la co-creación del contenido, sino que también potencia el aprendizaje autodirigido. Los semilleristas participaron activamente en todo el proceso, desde la investigación hasta la producción de videos, lo cual fortalece sus habilidades en comunicación científica y el uso de herramientas tecnológicas.
3. La edición de video y la inclusión de elementos interactivos garantizan que los recursos educativos sean atractivos, dinámicos y adaptables a diferentes públicos. El proceso de edición permite ajustar el contenido a las necesidades de los estudiantes, maximizando el impacto pedagógico de las píldoras educativas.

10. Conclusión

El uso del *Lightboard* como herramienta educativa transforma la manera en que se enseñan y visualizan los conceptos abstractos, especialmente en áreas como química y biología. Esto permite que los estudiantes no solo observen, sino que interactúen visualmente con el contenido, lo que facilita la retención y la comprensión de temas complejos.

Por otra parte, el formato visual de los videos producidos con *Lightboard* refuerza la alfabetización científica y visual de los estudiantes. Este enfoque multimodal es particularmente efectivo en ciencias naturales, donde las representaciones visuales son clave para la comprensión de estructuras y procesos que no siempre son visibles en el entorno cotidiano.

Finalmente, la creación y utilización de píldoras educativas a través del *Lightboard* motiva tanto a los creadores (profesores y semilleristas) como a los estudiantes que consumen el contenido. El aumento del *engagement* no solo mejora el aprendizaje a corto plazo, sino que también promueve un interés sostenido por las ciencias naturales, algo esencial para fortalecer la educación científica en contextos educativos preuniversitarios y profesiopnales.

11. Bibliografía

- Alfaro, G. C. (2014). La alfabetización visual y los Estudios Generales en la Universidad de Costa Rica. *Revista Estudios*, 29, 446-470. <https://doi.org/10.15517/re.v0i29.17830>
- Besler, S. (2020). What is a Lightboard? *Revolution Lightboards*. <https://revolutionlightboards.com/blogs/lightboard-resources/what-is-a-lightboard>
- Betancur-Chicué, V., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2023). Aplicación de los principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia al diseño de situaciones de aprendizaje y escenarios de formación: Revisión sistemática de literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e30882. <https://doi.org/10.14201/eks.30882>
- Bhadri, G. N., & Patil, L. R. (2022). Blended Learning: An effective approach for Online Teaching and Learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 35(is1), 53-60. <https://doi.org/10.16920/jeeet/2022/v35is1/22008>
- Birdwell, J. A., & Peshkin, M. (2015, June), Capturing Technical Lectures on Lightboard Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. <https://peer.asee.org/23664>
- Corkish, T. R., Davidson, M., Haakansson, C. T., López, R., Watson, P. D., & Spagnoli, D. (2021). A How-To Guide for making Online pre-laboratory lightboard videos. *En Acs Symposium Series* (pp. 77-91). <https://doi.org/10.1021/bk-2021-1389.ch006>
- Fiorella, L., Stull, A. T., Kuhlmann, S., & Mayer, R. E. (2019). Instructor presence in video lectures: the role of dynamic drawings, eye contact, and instructor visibility. *Journal of Educational Psychology*, 111(7), 1162-1171. <https://doi.org/10.1037/edu0000325>

- Fung, F. M. (2017). Adopting Lightboard for a chemistry flipped classroom to improve Technology-Enhanced videos for better learner engagement. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 956-959. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00004>
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement. *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference*. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw Hill Mexico.
- Hobbs, R., & Jensen, A. P. (2009). The past, present, and future of Media Literacy Education. *The Journal of Media Literacy Education*. <https://doi.org/10.23860/jmle-1-1-1>
- Hurtado de Barrera, Jacqueline (2008). *El Proyecto de Investigación. Comprensión Holística de la Metodología y la Investigación*. (6ª ed.) Caracas: Sypal.
- Hurtado de Barrera, J. H. (2010). *Metodología de la investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Quirón ediciones.
- Kirkova-Bogdanova, A., Taneva, D., & Tsokova, Y. (2020). Visual literacy of healthcare students. *EDULEARN Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.0523>
- Koltay, T. (2011). The media and the literacies: media literacy, information literacy, digital literacy. *Media, Culture & Society*, 33(2), 211–221. <https://doi.org/10.1177/0163443710393382>
- Lightboard Studio. (2018, julio 27). *Digital Learning | Educational Innovation Across Northwestern*. <https://digitallearning.northwestern.edu/article/2016/04/12/lightboard-studio>
- Mahajan, R., Gupta, K., Gupta, P., Kukreja, S., & Singh, T. (2020). *Multimedia Instructional Design Principles: Moving from Theoretical Rationale to Practical*

- Applications. *Indian Pediatrics*, 57(6), 555-560. <https://doi.org/10.1007/s13312-020-1854-2>
- Mayer, R.E. (2011). *Applying the science of learning*. Pearson. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00003-X>
- Ploomipuu, I., Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2020). Modelling health literacy on conceptualizations of scientific literacy, *Health Promotion International*, Volume 35, Issue 5, Pages 1210–1219, <https://doi.org/10.1093/heapro/daz106>
- Ramnarain, U., & Padayachee, K. (2015). A comparative analysis of South African Life Sciences and Biology textbooks for inclusion of the nature of science. *South African Journal Of Education*, 35(1), 1-8. <https://doi.org/10.15700/201503062358>
- Rogers, P., & Botnaru, D. (2019). Shedding light on student learning through the use of lightboard videos. *International journal for the scholarship of teaching and learning*, 13(3). <https://doi.org/10.20429/ijstol.2019.130306>
- Rojas, A. J. (2023). Enhancing student engagement and outcomes by utilizing Lightboard videos to facilitate a flipped classroom in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(11), 4378-4386. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00780>
- Schweiker, S. S., Griggs, B. K., & Levonis, S. M. (2020). Engaging health student in learning organic chemistry reaction mechanisms using short and snappy lightboard videos. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3867-3871. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00619>
- Scott, J., Legg, M., & Konings, D. (2022). Lightboard Streaming Technology for Teaching and Learning: Responding to student wellbeing and enhancing Online learning. En *Elsevier eBooks* (pp. 29-41). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-91185-6.00020-3>
- Taber, K. S. (2019). Constructivism in Education. En *IGI Global eBooks* (pp. 312-342). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7507-8.ch015>