

El aula invertida en la perspectiva neurocientífica

The inverted classroom from a neuroscientific perspective

Manuel Hernán Izaguirre Sotomayor ^{1,*}

¹ Universidad de San Martín de Porres, Perú

* Autor para correspondencia: manuel.izaguirre@gmail.com

Artículo original, Recibido: 06/09/2023, Evaluado: 11/10/2023, Aceptado: 14/10/2023, Publicado: 01/11/2023

Editores: Dr. Oscar J. Jimenez-Flores; Dr. Rafael A. Garay-Argandoña

Referencia: Izaguirre Sotomayor, M. H. (2023). El aula invertida en la perspectiva neurocientífica. *Revista EduTicInnova*, 11(1), 55-61.

Resumen: Al suspenderse las actividades académicas a consecuencia del confinamiento obligatorio decretado por el gobierno durante la pandemia COVID-19 (Ramírez et al., 2020) las instituciones educativas, para adaptarse a la situación, transformaron las metodologías de enseñanza al reinventar la forma de actuar usando plataformas educativas virtuales iniciando una nueva forma de ejercer la labor pedagógica de manera sincrónica y/o asincrónica (Almirón, 2021) eliminando barreras de espacio y tiempo. Lograr que el aula invertida estimule el aprendizaje activo, el compromiso, la metacognición, la comprensión, el rendimiento académico, el mayor nivel de reflexión, la creatividad, la mayor fluidez, la flexibilidad, la creatividad, el pensamiento crítico e integrador (Al-Samarraie et al., 2019, Young-Jang et al., 2020) será posible, si los encargados de implementarla tuvieran presente lo que Francisco Mora enfatizaba que intentar enseñar sin saber cómo funciona el cerebro, es como intentar diseñar un guante sin haber visto antes una mano, de allí, la importancia de aplicar los conocimientos neurocientíficos en el proceso enseñanza aprendizaje. Sólo así, se comprenderá la importancia de conocer que las emociones favorecen los procesos de atención, aprendizaje y memoria, mientras que el estrés los altera al suprimir la capacidad de plasticidad neuronal del hipocampo. También es importante conocer la importancia del ejercicio, la música, la danza, el ambiente, la emoción, el miedo, el estrés, el ejercicio que al incrementar el flujo sanguíneo al cerebro provee más energía, estimulando a la proteína conector de neuronas y el sueño que mejora el rendimiento al consolidar lo aprendido en la memoria.

Palabras clave: COVID-19, aula invertida, aprendizaje, neuroeducación, neurociencia

Abstract: When academic activities were suspended as a result of the mandatory confinement decreed by the government during the COVID-19 pandemic (Ramírez et al., 2020) educational institutions, in order to adapt to the situation, transformed teaching methodologies by reinventing the way of acting using virtual educational platforms initiating a new way of exercising pedagogical work in a synchronous and/or asynchronous manner (Almiron, 2021) eliminating barriers of space and time. Making the flipped classroom stimulate active learning, engagement, metacognition, understanding, academic performance, higher level of reflection, creativity, greater fluency, flexibility, creativity, critical and integrative thinking (Al-Samarraie et al., 2019, Young-Jang et al., 2020) will be possible, if those in charge of implementing it keep in mind what Francisco Mora emphasized that trying to teach without knowing how the brain works, is like trying to design a glove without having seen a hand before, hence, the importance of applying neuroscientific knowledge in the teaching-learning process. This is the only way to understand the importance of knowing that emotions favor the processes of attention, learning and memory, while stress alters them by suppressing the capacity of neuronal plasticity of the hippocampus. It is also important to know the importance of exercise, music, dance, environment, emotion, fear, stress, exercise that by increasing blood flow to the brain provides more energy, stimulating the connecting protein of neurons and sleep that improves performance by consolidating what is learned in memory.

Keywords: COVID-19, inverted classroom, learning, neuroeducation, neuroscience

1. Introducción

Al suspenderse las actividades académicas a consecuencia del confinamiento obligatorio decretado por el gobierno durante la pandemia COVID-19 (Ramírez et al., 2020) las instituciones educativas transformaron las metodologías de enseñanza y de gobernanza (Varas-Meza et al., 2020) logrando adaptarse al reinventar el rol y la forma de actuar usando plataformas educativas virtuales, iniciando una nueva forma de ejercer la labor pedagógica de manera sincrónica y/o asincrónica (Almirón et al., 2021) eliminando barreras de espacio y tiempo, estableciendo mayor interacción docente estudiantil y formas innovadoras de gestión educativa como expresión del proceso disruptivo de las formas clásicas de enseñar y aprender incentivando la oferta académica virtual y el acceso permanente a la información disponible en el aula invertida. (Varas-Meza et al., 2020)

1.1. *El aula invertida en la perspectiva de la neuroeducación*

Para lograr que el aula invertida estimule el aprendizaje activo, el compromiso, la metacognición, la comprensión, el rendimiento académico, el mayor nivel de reflexión y fluidez, la creatividad, la flexibilidad, la creatividad, así como, el pensamiento crítico e integrador, la autoeficacia, la interdependencia, el interés y las percepciones positivas al centrar el aprendizaje en el estudiante, en la adquisición de conocimientos antes de la clase y en su aplicación durante la sesión de aprendizaje para facilitar la retroalimentación y el aprendizaje significativo al fortalecer la comprensión, la generación de ideas y la reflexión sobre el autoaprendizaje sustentado en el enfoque constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje, (Al-Samarraie et al., 2012, 19, Young-Jang et al., 2020) obliga conocer cómo funciona el cerebro y donde se localizan las funciones cognitivas que favorecen el proceso de la enseñanza (Verdugo-Coronel, Campoverde, 2021) que explica el aprendizaje en el ámbito de los factores neurobiológicos que la modulan para lograr aprendizajes significativos al implementar estrategias metodológicas utilizando tecnologías que estimulan las funciones cerebrales superiores que son responsable de la comprensión, del entendimiento de la información recibida que cuanto más frecuente, intensa y profunda sea la manipulación de los contenidos se codificaran y consolidaran mejor en la memoria de largo plazo. (De La Cruz, 2020)

El desafío es planificar el uso de nuevas tecnologías digitales que faciliten el acceso a contenidos didácticos cómo, cuándo y desde donde, adaptándose a las necesidades y ritmos de aprendizaje, para hacerlo flexible, sostenible y transferible, y que, a su vez, fortalezca la motivación, el trabajo colaborativo, el aprendizaje autónomo y la autoevaluación del aprendizaje en un entorno social, flexi-

ble, creativo, didáctico e interactivo, generando, gracias a la retroalimentación efectiva, el aprendizaje significativo gracias al conocimiento previo del tema que permite hacer preguntas, disipar dudas y dar apreciaciones al tener a disposición los contenidos del aula invertida que fueron seleccionados, producidos y distribuidos adecuadamente para asegurar el aprendizaje y la comprensión del material, asumiendo el docente un rol de tutor y guía promoviendo el aprendizaje significativo, la mejora de la comprensión y el mayor rendimiento académico a pesar de la sensación de estar frente a una experiencia de enseñanza solitaria. (Guevara et al., 2020, Cornelis, 2020, Oudbie et al., 2022, Muñoz-Estrada et al., 2022, Domínguez-Torres et al., 2021)

Precisamente, un entorno más confortable, mejora el autoaprendizaje, el compromiso con el trabajo activo y colaborativo que impulsan la autonomía y la autorregulación del aprendizaje al optimizar el aprovechamiento del tiempo, el aprendizaje, la responsabilidad, la autorregulación, la distancia emocional entre estudiante-profesor y la comprensión de contenidos al hacer posible el aprendizaje significativo, la adecuada orientación y la respuesta del profesor a dudas concretas, promoviendo pensadores reflexivos, creativos y críticos que saben elegir cuándo, qué y cómo aprender para profundizar, pensar y reflexionar sobre lo que se está haciendo, incentivando el aprendizaje activo, colaborativo, personalizado y por descubrimiento al generar oportunidades para un aprendizaje más profundo. Así mismo, mejora la retención, la comprensión del contenido, el compromiso y la interacción estudiante-profesor, dándoles el control del aprendizaje al asumir un papel más responsable y proactivo, al promover el aprendizaje intencional al revisar asincrónicamente los materiales para adquirir conocimientos antes de asistir a clase, utilizarlos para profundizar los contenidos y desarrollar actividades orientadas al conocimiento de habilidades para situaciones de la vida real, dadas en un entorno de aprendizaje adecuado. (Sánchez-Cruzad et al., 2019, Tomas et al., 2019)

Para lograr un entorno adecuado para el aprendizaje en el aula invertida se debería garantizar la adecuada iluminación, ventilación y acústica (Izaguirre, 2016) para facilitar la interacción y la colaboración para generar una atmósfera emocionalmente adecuada sin estrés ni miedo, el que podría disminuir o ser eliminado con la incorporación de la música agradable mientras se revisa los materiales contenidos en el aula invertida, dado que estimula el sistema de gratificación al liberar dopamina. Además, lo emocional favorece los procesos de atención, aprendizaje y memoria, mientras que el estrés los altera significativamente al suprimir la capacidad de plasticidad neuronal del hipocampo impidiendo la estimulación de la imaginación, la interacción entre estudiantes, la diversión y el

disfrute, cuando se debe buscar la estimulación del cerebro por la novedad aumentando su capacidad cognitiva, de concentración y de memoria (Parra-Medina, Álvarez-Cervera, 2021, Artwodini et al., 2020), innovando, mejorando la calidad, la motivación y la satisfacción al facilitar la adquisición de habilidades de colaboración, pensamiento creativo, crítico y de comunicación como expresión de las funciones ejecutivas del lóbulo frontal. (Araya-Castillo, 2020, Elumalai et al., 2020)

El aula invertida debería priorizar los contenidos cortos, precisos y novedosos, así como el cuándo, el cómo y el por qué más que el qué (Ortiz, 2009) al ser la atención limitada y el recurso más preciado que se enfoca en un solo tema a la vez y es influenciada por la emoción y la memoria (Braidot, 2010) que favorece la atención, el aprendizaje y la memoria dadas en un ambiente estimulador para favorecer el aprendizaje, toda vez, que la motivación y el ambiente relajado, favorece la atención, la memoria y el aprendizaje. (Izaguirre, 2016)

El aprendizaje constructivista, incentivado por el aula invertida, convierte a los estudiantes en aprendices proactivos al estimular la comprensión, la retención, la elaboración y la reestructuración de la información incentivando el aprendizaje autónomo e independiente, teniendo la oportunidad de planificar, desarrollar y evaluar el propio proceso de aprendizaje, permitiendo analizar, sintetizar y evaluar actividades mientras participa en ellas, lo que redundará en la adquisición más profunda de conocimientos, al priorizar el hacer que permiten retener y comprender más información en comparación con actividades en las que simplemente se “observa”, se “lee” o se “escucha” permitiendo utilizar el tiempo de clase de manera más eficaz y creativa generando emociones positivas hacia el aprendizaje, la mejora de la autogestión del tiempo al ser responsable del aprendizaje. (Mingorance et al., 2019, Tomas et al., 2019) Por tanto, es imprescindible tener presente que la emoción ayuda al cerebro a aprender, favorece los procesos de atención, recuerdo y toma de decisiones, además, de mantener la atención con relatos y situaciones emocionales (Medina, 2010), dado que no son los datos, los hechos ni las circunstancias lo que estimula el aprendizaje, sino los sentimientos y las historias, toda vez, que enseña bien, el que está apasionado con su materia, el que lo domina convirtiéndose, el docente, en el instrumento didáctico más potente, mientras el miedo no es beneficioso para el aprendizaje por limitar los procesos creativos, razón para la utilización de la tormenta de ideas. (Izaguirre, 2016)

Lograr que los estudiantes enfoquen la atención y procesen la información de acuerdo con su complejidad y los recursos disponibles en el corto tiempo que permanece en la memoria de trabajo, (Parra-Medina, Álvarez-Cervera, 2021, Riva et al., 2021) obliga que la información y el

contenido del aula invertida sean las adecuadas, así como, la aplicación de nuevos enfoques, instrumentos, tecnologías y métodos pedagógicos faciliten el reconocimiento de patrones asociados a la información perceptiva con el patrón reconocible presente en la memoria a corto plazo para el procesamiento activo por su significado propiciando el aprendizaje activo, autónomo y colaborativo. (Choi et al., 2021, Estrada-Araoz et al., 2020, Tan et al., 2021)

El aula invertida permite el uso efectivo del tiempo disponible, favorece la retroalimentación, el aprender de manera autónoma, colaborativa y responsable estimulando el aspecto emocional y afectivo del estudiante facilitando el aprendizaje activo al acceder a los materiales en línea de acuerdo con su disponibilidad horaria y necesidades, propiciando el aprendizaje individual y la interacción entre discente-docente. Para lograrlo, el aula invertida debería ser más atractiva para involucrarlos a ser protagonistas de su aprendizaje, convirtiendo las clases en momentos de aplicación de los conceptos aprendidos de forma autónoma, al facilitar la interacción docente-discente y estudiante-estudiante contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico, mejorando el aprendizaje autorregulado, la motivación, la satisfacción, la interacción social y la participación entre estudiantes generando más responsabilidad, al optimizar el tiempo destinado a las clases presenciales para resolver dudas y poner en práctica lo aprendido, gestionando y procesándola en forma colaborativa mejorando el aprendizaje autorregulado, la motivación y la colaboración. (Ventosilla et al., 2021, Solier et al., 2022, Benevides et al., 2021, Escudero-Nahón, Mercado, 2019)

Para que la información se codifique mejor en la memoria de largo plazo debe ser nueva e importante para ensamblarse mejor en los circuitos neuronales, al vincularse con los procesos cognitivos específicos involucrados y con el impacto que la tecnología tiene en el funcionamiento de la memoria episódica, la de trabajo, (Araya-Castillo et al., 2020) y en el funcionamiento de las neuronas del Sistema de Posicionamiento Global, de las neuronas espejo, de las redes de auto atención, de las células fusiformes y de las oscilaciones neuronales inter cerebrales, evidenciando la importancia del sustento científico de la práctica pedagógica al conocer cómo se estructura, funciona y desarrolla el cerebro, (Barroso et al., 2020) así como conocer el rol del docente en el aula, el papel del entorno, de la información y del estrés que en su estado agudo puede producir una mejora del aprendizaje, mientras que el estrés crónico produce consecuencias negativas en la memoria que alteran la motivación hacia el aprendizaje y la interacción entre estudiantes. (Izaguirre, 2016, Nikolai et al., 2008 y Spitzer, 2005)

Por consiguiente, la calidad de la educación a distancia será potenciada cuando se incorporen los conoci-

tos neurocientíficos en el proceso enseñanza aprendizaje y cuando se sepa cómo funciona el cerebro y las funciones cognitivas (Verdugo-Coronel, Campoverde, 2021) durante el proceso enseñanza aprendizaje en el ámbito de los factores neurobiológicos que la modulan para lograr aprendizajes significativos al priorizar el conocimiento perceptivo, el cómo, utilizando instrumentos tecnológicos que estimulen las funciones cerebrales superiores que son responsables de la comprensión, del entendimiento (Verdugo-Coronel, Campoverde, 2021) y de facilitar la codificación en la memoria de largo plazo de la información recibida.

Lograrlo, demanda, tanto a profesores como a estudiantes estar motivados, adaptarse a la cultura del emprendimiento, implica para los docentes invertir más tiempo en la implementación del aula invertida para animar a los estudiantes a revisar el material, generar compromiso, sentido de autonomía y la oportunidad de autorregular el aprendizaje gracias a la flexibilidad del tiempo para aprender, para la mejora de la calidad de las interacciones estudiante-profesor y centrarse en la aplicación, análisis, síntesis y/o evaluación durante la clase, al contar con el apoyo de los profesores y compañeros en entornos de aprendizaje agradables. Hacerlo realidad, demanda que los materiales presentes en el aula invertida permitan aumentar la interactividad, mejorar el rendimiento académico al darle sentido a la información y evitar la privación del sueño que afecta seriamente la concentración y el aprendizaje, haciéndolos menos creativos e innovadores, impidiendo conocer lo que son capaces de hacer con sus conocimientos. Dado que el sueño mejora el rendimiento al consolidar lo aprendido en la memoria al reactivar los contenidos recién aprendidos depositados en el hipocampo además de formar nuevas sinapsis. (Nikolai et al., 2008 y Spitzer, 2005, Mingorance et al., 2019, De La Cruz, 2020, Hossain, Oiriddine, 2021)

Por tanto, es importante la adecuada selección del material educativo del aula invertida para facilitar la vinculación de lo aprendido con la realidad propiciando el enfoque de la atención en la información más importante por su conexión y aplicabilidad a la realidad, al construir su significado en función del conocimiento previo y del contexto donde se produce, dado que las actividades de codificación y recuperación deben coincidir con el contexto en el cual se dieron, toda vez, que el aprendizaje tiene lugar en un contexto específico que actúa sobre la codificación y la recuperación en la memoria de largo plazo, toda vez que influyen en la percepción y los niveles de satisfacción. (Divjak et al., 2022, Sanmiguel et al., 2019)

El aula invertida permite que las horas de contacto docente-discente se reemplacen por actividades de aprendizaje activas apoyadas por la flexibilidad para aprender a su propio ritmo utilizando recursos electrónicos promo-

viendo que sean más activos, comprometidos y entusiastas durante el aprendizaje, generando sentimientos positivos, al apoyar la personalización, la colaboración y la autodirección para la mejora del conocimiento, del compromiso y la autoeficacia al mejorar su poder de retención cognitiva, aumentar la equidad y la mejora de habilidades al proporcionar aprendizajes y evaluaciones flexibles, mejorando la capacidad, la satisfacción y la creatividad especialmente con respecto a la fluidez, la flexibilidad y la novedad. Además, propicia la actitud positiva hacia el aprendizaje y la autoevaluación aumentando su autoeficacia al permitir a los docentes responder a las preguntas y ayudarlos a resolver problemas incentivando la creatividad y la mejora de la competencia digital. Por consiguiente, el diseño de las actividades de aprendizaje colaborativo debe asegurar que sea lo suficientemente desafiante para exigir un alto nivel cognitivo y de conexión con el conocimiento previo de los estudiantes que unido a la nueva información adquirida y a la autorregulación del aprendizaje previo faciliten un aprendizaje más profundo. (Long Pham et al., 2019, Amy et al., 2019, Koh, 2019, Hussien, Indurkha, 2020, Colomo-Magaña et al., 2020)

Que el aula invertida sea eficiente en el proceso de aprendizaje implica que los docentes prioricen la comprensión lectora y la evocación que son fundamentales para el aprendizaje significativo, toda vez, que no basta la percepción del objeto de estudio y las respuestas que los estudiantes pudieran proporcionar, sino, que da inicio a las funciones del ejecutivo central y a la actuación de la neurotropina como mediador molecular de la plasticidad neuronal, modulando las propiedades eléctricas y la organización estructural de las sinapsis. Además, la imposibilidad de reordenar y reajustar el aula invertida, detectar estímulos distractores que favorecen el déficit de atención, la hiperactividad e impulsividad generaría ansiedad que es factor frecuente del mal rendimiento académico, desfavoreciendo la formación óptima del capital humano (Goedhart et al., 2019) al no mejorar la interactividad, la resiliencia, y el uso de plataformas educativas, además de no implementar la mejora continua de la educación a distancia. (García et al., 2020, Mengistie, 2021) También se debería incentivar que los estudiantes realicen ejercicios antes de la clase para convertir el aula en un lugar de creatividad, comunicación, recreación y fuente de conocimiento, debido a que el ejercicio estimula la proteína conectora de neuronas, la creatividad, la comunicación y el conocimiento al incrementar el flujo sanguíneo al cerebro, proveer más energía, estimular la proteína conector de neuronas, además de estimular el diálogo al ser un estimulante cognitivo que aumenta la capacidad cognitiva y la concentración, consiguiendo una mayor capacidad de memoria. (Medina, 2010, Izaguirre, 2016)

Investigaciones realizadas reportan que los estudiantes

estaban insatisfechos con el aprendizaje en línea, con el aula invertida y con la comunicación al no mejorar el rendimiento, ni la satisfacción, ni la cognición, ni la capacidad de razonamiento, ni la comprensión, mientras que otros estudios revelaron un efecto positivo en el aprendizaje, en la atención, en la motivación, en la responsabilidad, en el interés, el compromiso y en la evaluación del aprendizaje al mejorar las habilidades de metacognición, la autoeficacia, el pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo, la disminución de la ansiedad y de la eficiencia del aprendizaje al recibir continuamente retroalimentación del profesor en un entorno de aprendizaje apropiado, siendo ésta más significativo en las relaciones afectivas e interpersonales, que, en los resultados cognitivos. Por consiguiente, es importante conocer la efectividad del aula invertida, los aspectos cognitivos y emocionales del compromiso de los estudiantes generados por el aula invertida para apoyar el aprendizaje significativo. (Chávez et al., 2020, Young-Jang et al., 2020, Hossain, Oiriddine, 2021)

La aula invertida al facilitar la utilización del conocimiento una y otra vez logra la conversión de un saber explícito, en un saber hacer capaz de ser activado en cualquier momento al estar codificado en la memoria a largo plazo (Izaguirre, 2016), además de ser la consecuencia de la disponibilidad de la información proporcionada a través del sistema de e-learning para complementarse con la información nueva (Tao Tang et al., 2020) en un entorno de aprendizaje a distancia de calidad, (Ameen et al., 2018) con la adecuada ventilación que aporta el oxígeno para la función cerebral, con la utilización de herramientas e-Learning que prioricen las actividades lúdicas que favorecen el desarrollo motor, cognitivo y socio afectivo enriqueciendo la experiencia educativa. (Daniels et al., 2019)

Sin embargo, la satisfacción, la confianza, la motivación, las emociones, las actitudes y los sentimientos hacia el aprendizaje influyen en los resultados cognitivos al mejorar la motivación, la satisfacción, la confianza, la interacción estudiante-profesor, la participación estudiantil, la interacción de pares, la educación y el aprendizaje activo al crear tiempo para actividades de aprendizaje orientadas a la indagación, al desarrollo, a la adquisición de habilidades meta cognitivas y al dominio del pensamiento crítico, del aprendizaje colaborativo y de la comprensión lectora. Sin embargo, la carga de trabajo de los estudiantes es más alta, y no todos pueden adaptarse fácilmente al enfoque interactivo y mostrar dificultades para aprender a aprender, de forma independiente. (Young-Jang et al., 2020)

2. Conclusiones

Lograr que el aula invertida estimule el aprendizaje activo, el compromiso, la metacognición, la comprensión, el

rendimiento académico, el nivel de reflexión, la fluidez, la creatividad, la flexibilidad, el pensamiento crítico e integrador, la autoeficacia, la interdependencia, el interés y las percepciones positivas al centrar el aprendizaje en el estudiante, en la adquisición anticipada de conocimientos para aplicarlas durante la clase, facilitar la retroalimentación y el aprendizaje significativo al fortalecer la comprensión, la generación de ideas y la reflexión sobre el autoaprendizaje sustentado en el enfoque constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje, (Al-Samarraie et al., 2019, Young-Jang et al., 2020) implica que los encargados de implementarla tengan presente lo que Francisco Mora remarcaba, que intentar enseñar sin saber cómo funciona el cerebro, es como intentar diseñar un guante sin haber visto antes una mano, de allí, la importancia de aplicar los conocimientos generados por la neurociencia en el proceso enseñanza aprendizaje.

Sólo así, se comprenderá la importancia del aspecto emocional en los procesos de atención, aprendizaje y memoria, mientras que el estrés los altera significativamente al suprimir la capacidad de plasticidad neuronal del hipocampo. Además de comprender que cuanto más frecuente, intensa y profunda sea la manipulación de los contenidos, se grabarán mejor en la memoria, más si las clases son dinámicas y novedosas con contenidos cortos y precisos, dadas en un ambiente estimulador favoreciendo el aprendizaje.

También es importante comprender que la motivación, el ejercicio antes y después de la revisión del material presente en el aula invertida, la música, el ambiente relajado, favorece la atención, la memoria y el aprendizaje haciéndolo más eficaz al darle sentido a la información y haciéndolos menos creativos e innovadores cuando se evita la privación del sueño que afecta seriamente la concentración y el aprendizaje.

Según Ortiz (2009) y Medina (2010) para mejorar la atención, la memoria y el aprendizaje se debería priorizar el cómo, el cuándo y el por qué, más que el qué, al ser la atención limitada y el recurso más preciado que se enfoca en un solo tema a la vez siendo influenciada por la emoción que favorece la atención, el aprendizaje y la memoria.

Mientras que mejorar la emoción, el miedo y el aprendizaje, según Medina (2010), obliga comprender que la emoción ayuda al cerebro a aprender, favoreciendo el proceso de la atención, del recuerdo, de la toma de decisiones y de darle significado a la información en la memoria de trabajo, por tanto, se debe mantener la atención con relatos y situaciones emocionales porque no son los datos, los hechos ni las circunstancias lo que estimula el aprendizaje, sino son los sentimientos y las historias, toda vez, que enseña bien, el que es apasionado con su materia y lo domina convirtiéndose, el docente, en el instrumento

didáctico más potente.

Así mismo, al eliminar el miedo utilizando música agradable, mientras se utiliza el aula invertida, se mejoraría el aprendizaje por estimular el sistema de gratificación al liberar dopamina dado que el miedo no es beneficioso para el aprendizaje por limitar los procesos creativos. También se mejoraría el aprendizaje al incentivar la realización de ejercicios mientras se revisan los contenidos, como lo recomienda Medina (2010), para ayudar a la creatividad, la comunicación y el conocimiento al incrementar el flujo sanguíneo al cerebro, incrementando la energía disponible y estimulando a la proteína conector de neuronas.

Finalmente, es importante que los docentes y estudiantes comprendan que el sueño mejora el rendimiento al consolidar lo aprendido en la memoria, al reactivar los contenidos recién aprendidos depositados en el hipocampo además de formar nuevas sinapsis, mientras el estrés agudo puede producir una mejora del aprendizaje, mientras que el estrés crónico produce consecuencias negativas en la memoria. (Nikolai et al., 2008 y Spitzer, 2005)

Financiamiento

La investigación fue financiada de manera independiente por los autores del artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Nota del editor

Las afirmaciones vertidas en este artículo son exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan las perspectivas de sus respectivas entidades afiliadas, ni las del editor ni los evaluadores. Cualquier producto, servicio, modelo, metodología, método, u otros aspectos mencionados en este trabajo, así como las opiniones expresadas por sus autores, se presentan en el ámbito de la responsabilidad de estos últimos.

Referencias

- Almirón, M., Morales, L., Vázquez, M., Delgado, L., Gómez, L., Lang, N., Dos Santos, C., & Cáceres, C. (2021). Percepción de los estudiantes de Kinesología y Fisioterapia sobre la calidad del aula virtual. *Med. clín. soc.*, 5(1), 18-24. <https://doi.org/10.52379/mcs.v5i1.171>
- Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., Ibrahim, A., & Alzahrani, A. (2019). Education Tech Research Dev. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>
- Ameen, N., Willis, R., Abdullah, M., & Shah, M. (2018). Towards the successful integration of e-learning systems in higher education in Iraq: A student perspective. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.12651>

- Amy S, H., O'Reilly, J., Johan, Y., Ng, Y., & Joni H, Z. (2019). Evaluating the flipped classroom approach in Asian higher education. Perspectives from students and teachers. *Cogent Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2019.1638147>
- Araya-Castillo, L., Jiménez, C., Oradini, N., Rivera, Y., Yáñez, V., & Contreras, N. (2020). Importancia de la calidad de servicio en la Educación superior a distancia. *Arandu-Utic. Revista Científica Internacional*, (2).
- Artwodini, F., Herdiyanti, A., & Puspitasari, N. (2020). The e-Learning Quality Model to Examine Students' Behavioral Intention to Use Online Learning Platform in a Higher Education Institution. *Khazanah Informatika*, 6(2).
- Barroso JM, V. R., Cabero J. (2020). Visiones desde la Neurociencia-Neurodidáctica para la incorporación de las TIC en los escenarios educativos. *Revista de Ciencias Sociales Ambos Mundos*, (1), 7-22. <https://doi.org/10.14198/ambos.2020.1.2>
- Benevides, V., de Castro-Amorim, A., & de Castro, M. (2021). Sala de aula invertida: a análise de uma experiência no ensino médio. *Brazilian Journal of Development*, 7(6), 63265-63283. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-619>
- Braidot, N. (2010). *Neuromanagement. Cómo utilizar el cerebro en la conducción exitosa de las organizaciones*. Ediciones Gránica S.A.
- Chávez, M., Rivera, V., & Haro, G. (2020). Percepción de la educación a distancia en instituciones de educación superior. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, 20(1).
- Choi, J., Robb, C., Mifli, M., & Zainuddin, Z. (2021). University students' perception to online class delivery methods during the COVID-19 pandemic: A focus on hospitality education in Korea and Malaysia. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2021.100336>
- Colomo-Magaña, E., Soto-Varela, R., Ruiz-Palmero, J., & Gómez-García, M. (2020). University Students' Perception of the Usefulness of the Flipped Classroom Methodology. *Educ. Sci.*, 10. <https://doi.org/10.3390/educsci10100275>
- Cornelis, J. (2020). El aula invertida en tiempos del covid-19. *Educación Química, número especial*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77288>
- Daniels, M., Sarte, E., & De la Cruz, j. (2019). Students' perception on e-learning: a basis for the development of e-learning framework in higher education institutions. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/482/1/012008>
- De La Cruz, L. (2020). Neurociencia como herramienta para mejorar el rendimiento académico de estudiantes universitarios. *Revista Científica*, 6(3), 434-454. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1408>
- Divjak, B., Rienties, B., Iniesto, F., Vondra, P., & Žizak, M. (2022). Flipped classrooms in higher education during the COVID-19 pandemic: findings and future research recommendations. *Int J Educ Technol High Educ*, 19. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00316-4>
- Domínguez-Torres, L., Vega-Peña, N., Sierra-Barbosa, D., & Pepín-Rubio, J. (2021). Aula invertida a distancia vs. aula invertida convencional: un estudio comparativo. *Iatreia*, 34(3), 260-5. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.104>
- Elumalai, K., Sankar, J., R, K., John, J., Menon, N., Alqahtani, M., & MA., A. (2020). Factors affecting the quality of e-learning during the COVID-19 pandemic from the perspective of higher education students. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 731-753. <https://doi.org/10.28945/4628>

- Escudero-Nahón, A., & Mercado, E. (2019). Uso del análisis de aprendizajes en el aula invertida: una revisión sistemática. *11*(2), 72-85. <https://doi.org/10.32870/Ap.v11n2.1546>
- Estrada-Araoz, E., Gallegos-Ramos, N., Mamani-Uchasara, H., & Huaypar-Loayza, K. (2020). Actitud de los estudiantes universitarios frente a la educación a distancia en tiempos de la pandemia de COVID-19. *RBEC Tocantinópolis/Brasil*, 5, e10237. <https://doi.org/10.20873/uft.rbec.e10237>
- et al., T. (2019). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 16(5). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0135-4>
- García, G., García, R., & Lozano, A. (2020). Calidad en la educación superior en línea: un análisis teórico. *Revista Educación*, 44(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.39714>
- Goedhart, N., Blignaut-van, N., Moser, C., & Zweckhorst, M. (2019). The flipped classroom: supporting a diverse group of students in their learning. *Learning Environments Research*, 22, 297-310. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09281-2>
- Guevara, M., Condezo, S., Panez, P., Saldaña, J., Vasquez, P., & Villarruel, J. (2020). El aula invertida como metodología aplicada a estudiantes universitarios en el contexto covid-19. *Rev Pakamuros*, 8(4), 3-14.
- Hossain, S., & Oiriddine, B. (2021). Flipped classroom: How higher education institutions (HEIs) of Bangladesh could move forward during COVID-19 pandemic. *Social Sciences & Humanities Open*, 4, 100187. <https://doi.org/10.1016/j.ssaoh.2021.100187>
- Hussien, M., & Indurkha, B. (2020). Investigating cognitive holding power and equity in the flipped classroom. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04672>
- Izaguirre, M. (2016). *Neuroproceso de la enseñanza y del aprendizaje. Metodología de la aplicación de la Neurociencia en la educación* (Segunda). Editorial Alfomega.
- Koh, J. (2019). Four pedagogical dimensions for understanding flipped classroom practices in higher education: A systematic review. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 19(4), 14-33. <https://doi.org/10.12738/estp.2019.4.002>
- Long Pham, Y., Limbu, T., & Bui, H. (2019). Does e-learning service quality influence e-learning student satisfaction and loyalty? Evidence from Vietnam. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(7), 2-26.
- Medina, J. (2010). *Los 12 principios del cerebro. Una explicación sencilla de cómo funciona para obtener el máximo desempeño*. Editorial Norma.
- Mengistie, T. (2021). Higher Education Students' Learning in COVID-19 Pandemic Period: The Ethiopian Context. *Research in Globalization*, 3, 100059.
- Mingorance, Á., Granda, J., Rojas, G., & Alemany, I. (2019). Flipped Classroom to Improve University Student Centered Learning and Academic Performance. *Soc. Sci.*, 8, 315. <https://doi.org/10.3390/socsci8110315>
- Muñoz-Estrada, G., Chumpitaz, H., Barja-Oreb, J., Valverde-Espinozac, N., Verde-Vargas, L., & Mayta-Tovalinoe, F. (2022). Análisis bibliométrico de la producción científica
- Nikolái, A., Sven, H., Guillén, F., Christian, E., & Elger, C., Juer-gen. (2008). The Role of Sleep in Declarative Memory Consolidation—Direct Evidence by Intracranial EEG. *Cerebral Cortex*, 18(3), 500-507. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm084>
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Alianza Editorial, S.A.
- mundial sobre el aula invertida en la educación médica. *Educación Médica*, 23, 100758. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2022.100758>
- Oudbier, J., Spaai, G., Timmermans, K., & Boerboom, T. (2022). Enhancing the effectiveness of flipped classroom in health science education: a state-of-the-art review. *BMC Medical Education*, 22, 34. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-03052-5>
- Parra-Medina, L., & Álvarez-Cervera, F. (2021). Síndrome de la sobrecarga informativa: una revisión bibliográfica. *Rev Neurol*, 73, 421-428. <https://doi.org/10.33588/rn.7312.2021113>
- Ramírez, I., Jaliri, C., Méndez Roca, B., & Orlandini, I. (2020). Percepciones universitarias sobre la educación virtual. *Red de docentes IB*, 3(1), 1-6.
- Riva, G., Wiederhold, B., & Mantovani, F. (2021). Surviving COVID-19: The Neuroscience of Smart Working and Distance Learning. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 24(2). <https://doi.org/10.1089/cyber.2021.0009>
- Sánchez-Cruzad, C., Sánchez-Compañía, M., & Ruiz, J. (2019). Experiencias reales de aula invertida como estrategia Metodológica en la Educación Universitaria española. *Publicaciones*, 49(2), 39-58. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v49i2.8270>
- Sanmiguel, C., Alemán de la Garza, L., & Gómez, M. (2019). Concepto de la calidad de la educación superior virtual desde el análisis del discurso: el caso de las políticas en Colombia. *Revista Academia y Virtualidad*, 12(1), 31-47.
- Solier, Y., Guerrero, J., Sosa, H., Espina, L., Diaz, D., & Fernández, M. (2022). Horizontes. Aula invertida en la educación superior: implicaciones y retos. *Revista de Investigación en Ciencia de la Educación*, 6(25). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.425>
- Spitzer, M. (2005). *Aprendizaje. Neurociencia y la escuela de la vida*. Ediciones Omega, S.A.
- Tan, K., Chan, P., & Mohd, N. (2021). Higher Education Students' Online Instruction Perceptions: A Quality Virtual Learning Environment. *Sustainability*, 13, 10840. <https://doi.org/10.3390/su131910840>
- Tao, T., Atef, M., Abuhmaid, M. O., Dana, M., Oudat, M. A., & Ebrahim, B. (2020). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>
- Varas-Meza, H., Suárez-Amaya, W., López-Valenzuela, C., & Valdés Montecinos, M. (2020). Educación virtual: factores que influyen en su expansión en América Latina. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(13). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4292698>
- Ventosilla, D., Santa María, H., Ostos, F., & Flores, A. (2021). Aula invertida como herramienta para el logro de aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 9(1), e1043. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1043>
- Verdugo-Coronel, C., & Campoverde, A. (2021). La neurociencia educativa: Una propuesta ante la necesidad de una educación de calidad en Ecuador. *Revista Científica*, 7(1), 239-260. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i1.1638>
- Young-Jang, H., & Jeong-Kim, H. (2020). A Meta-Analysis of the Cognitive, Affective, and Interpersonal Outcomes of Flipped Classrooms in Higher Education. *Educ. Sci.*, 10, 115. <https://doi.org/10.3390/educsci10040115>