

Efectividad de las Redes Cerebrales DUA ¿realmente funciona para todas las edades?

Ruth Carolina Ortiz Gomez

Karoltree2007@gmail.com

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Filosofía

Paraguay

Resumen

El aprendizaje es un proceso complejo mediado por redes neuronales que gestionan el “por qué”, el “qué” y el “cómo” de la adquisición de conocimientos. En etapas como la adolescencia, donde la motivación puede variar, el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) propone múltiples estrategias de representación, acción, expresión e implicación emocional, para mejorar la eficacia del aprendizaje, como el fomento del desarrollo emocional, a través de las redes afectivas. Las emociones son esenciales para consolidar la información, ya que el cerebro almacena mejor los contenidos asociados a experiencias emocionales. Sin embargo, la voluntad personal también es fundamental, dado que las emociones, aunque intensas, son efímeras, y la decisión de mantener una respuesta emocional depende de la persona. La implementación del DUA enfrenta retos importantes, especialmente en la capacitación de los docentes y la disponibilidad de recursos, lo cual es esencial para aplicar sus principios inclusivos. El éxito del DUA depende, además de la habilidad de los educadores para adaptarlo, promoviendo la participación, representación y acción, y expresión para que todos los estudiantes tengan acceso a un aprendizaje significativo, también de la decisión de cada educando, dependiendo de su edad. Por lo tanto, la enseñanza requiere más que conocimiento técnico; exige una vocación profunda y un compromiso con el desarrollo moral y personal, en consonancia con los valores de la educación paraguaya, orientado a formar individuos integrales, capaces de relacionarse de manera armónica con ellos mismos, con los demás y con la sociedad.

Palabras clave

Aprendizaje, redes neuronales, DUA, emociones, educación inclusiva.

Effectiveness of DUA Brain Networks: Does it really work for all ages?

Abstract

Learning is a complex process mediated by neural networks that manage the “why”, the “what” and the “how” of knowledge acquisition. In stages such as adolescence, where motivation may vary, Universal Design for Learning (UDL) proposes multiple strategies of representation, action, expression and emotional involvement, to improve the effectiveness of learning, such as promoting emotional development, through affective networks. Emotions are essential to consolidate information, since the brain stores better the content associated with emotional experiences. However, personal will is also fundamental, since emotions, although intense, are ephemeral, and the decision to maintain an emotional response depends on the person. The implementation of UDL faces important challenges, especially in the training of teachers and the availability of resources, which is essential to apply its inclusive principles. The success of UDL also depends on the ability of educators to adapt it, promoting participation, representation and action, and expression so that all students have access to meaningful learning, also decided by each student. Teaching requires more than technical knowledge; it demands a deep vocation and a commitment to moral and personal development, in line with the values of Paraguayan education, aimed at forming integral individuals, capable of relating harmoniously with themselves, with others and with society.

Keywords

Learning, neural networks, UDL, emotions, inclusive education.

INTRODUCCIÓN

Las redes cerebrales o neuronales aprendizaje son una forma de describir cómo el cerebro procesa la información cuando aprende. Estas redes se dividen en tres categorías principales que se desarrollarán más adelante en el presente ensayo. Estas redes describen el ¿Por qué? ¿El qué? y el ¿Cómo? del Aprendizaje... Sin embargo ¿Qué pasa si un estudiante al llegar en la Etapa de la Adolescencia, no tiene el deseo de aprender? ¿O no encuentra el suficiente fundamento para tomar la decisión propia de iniciar el Proceso de Aprendizaje? ¿Qué debe hacer el docente en este caso?

Es bien sabido que, en el DUA se deben buscar múltiples formas de representación, acción y expresión y de implicación. Y de hecho es un modelo pedagógico creado en base a la Educación centrada en el Alumno y en sus varios aspectos psicofísicos y sociales del aprendizaje, y por supuesto esto implica el desarrollo emocional del mismo. Uno de los comentarios más acertados en los últimos tiempos sobre emociones procede de David Bueno (2021). Sin ser una reproducción literal, decía que las emociones hacen que el cerebro gane en eficacia de aprendizaje, y que cualquier experiencia de aprendizaje en la que el cerebro experimente emoción, lo interpreta como “importante” y mejor que la guarde bien, por si acaso. También apuntaba lo siguiente:

¿Es imprescindible emocionarse para aprender? No. Pero aprender sin emoción es menos eficiente. Sin embargo ¿Dependeremos netamente de las emociones para aprender? Si bien, las Emociones propician un aprendizaje significativo, los mismos no son los encargados del aprendizaje, para que haya aprendizaje uno tiene que tener la voluntad, es decir implica decisión. El presente, no pretende dar las respuestas a ésta preguntas, si no más bien a constreñir al lector, reflexionar en dichas preguntas y, pretender de alguna manera encontrar el sentido a las respuestas ya preestablecidas.

REDES CEREBRALES DEL APRENDIZAJE

Las redes cerebrales involucradas en el aprendizaje muestran cambios dinámicos que reflejan los procesos subyacentes de adquisición de habilidades y desarrollo cognitivo. Investigaciones recientes destacan la importancia de la conectividad efectiva y la evolución temporal de las redes cerebrales, enfatizando cómo estas redes se adaptan durante las experiencias de aprendizaje. Las siguientes secciones detallan los aspectos clave de las redes cerebrales en el aprendizaje.

Conectividad funcional dinámica

- El aprendizaje altera la conectividad funcional de las redes cerebrales, y se observan cambios significativos en varias bandas de frecuencia, particularmente en las regiones prefrontal y límbica (Ruggeri et al., 2022).
- Un estudio demostró que el aumento de la flexibilidad en estas regiones se correlaciona con un mejor rendimiento en las tareas relacionadas con las habilidades motoras, lo que indica que el aprendizaje mejora la adaptabilidad de la red (Ruggeri et al., 2022).

Modelos de grafos espacio-temporales

- Se han desarrollado métodos avanzados, como los modelos convolucionales de grafos espaciotemporales, para captar mejor las características temporales y espaciales de las redes cerebrales a partir de datos de resonancia magnética funcional (Zou et al., 2022).
- Estos modelos agregan de manera efectiva información de las regiones cerebrales vecinas, lo que genera características más discriminatorias que mejoran la comprensión de las redes de conectividad efectivas durante el aprendizaje (Zou et al., 2022).

Estructuras de red multicapa

- La integración de estructuras de red multicapa permite un análisis exhaustivo de la dinámica cerebral, capturando tanto la conectividad temporal como las relaciones causales (Yang et al., 2024).
- Este enfoque ha demostrado ser prometedor a la hora de identificar las dinámicas funcionales relacionadas con las enfermedades, lo que sugiere que los procesos de aprendizaje están estrechamente relacionados con la salud del cerebro (Yang et al., 2024).

Si bien la atención se ha centrado en la adaptabilidad y la eficiencia de las redes cerebrales durante el aprendizaje, también es fundamental tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan cambios desadaptativos en la conectividad, que pueden contribuir al deterioro cognitivo o a trastornos en determinadas poblaciones.

En fin, las redes cerebrales de aprendizaje son una forma de describir cómo nuestro cerebro procesa la información cuando aprendemos. Estas redes se dividen en tres categorías principales

1. Redes afectivas

Estas redes se ocupan del "por qué" del aprendizaje. Son responsables de nuestras emociones, motivaciones e intereses. En el aula, esto podría implicar la promoción de la

elección individual, el fomento de la colaboración y el reconocimiento de los antecedentes culturales y el conocimiento previo de los estudiantes

2. Redes de reconocimiento

Estas redes se ocupan del "qué" del aprendizaje. Son responsables de cómo percibimos e interpretamos la información. En el aula, esto podría implicar la clarificación del vocabulario de contenido, el apoyo a la decodificación de textos de contenido y la personalización de la visualización de la información

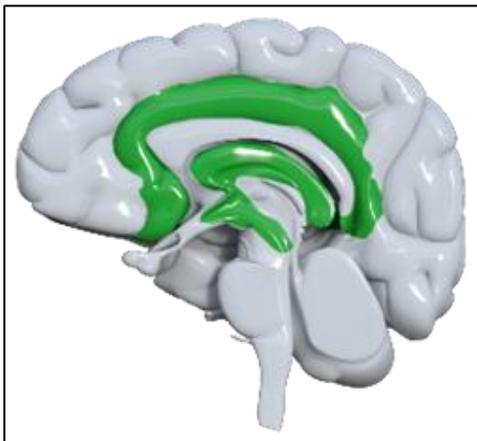
3. Redes estratégicas

Estas redes se ocupan del "cómo" del aprendizaje. Son responsables de cómo planeamos y ejecutamos acciones. En el aula, esto podría implicar el uso de tecnologías de asistencia, la provisión de múltiples opciones para las respuestas y la guía en el establecimiento de metas y el seguimiento del progreso de los estudiantes

Estas redes trabajan juntas para ayudarnos a aprender y procesar nueva información

Subredes neuronales afectivas

1. Ubicación en el cerebro



Fuente: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/90800/mod_resource/content/1/5.png

2. Especialización

Relacionadas con la motivación y con el desarrollo cognitivo emocional.

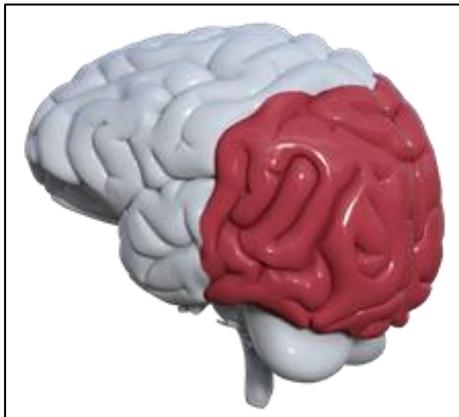
3.- Principio DUA

APLICACIÓN: (el "para que").

- Para que todos los estudiantes se sientan comprometidos y motivados.
- Elevar el cociente emocional. La inteligencia emocional es la madre de todas las inteligencias.
- Estas redes representan el PORQUÉ del aprendizaje, ya que se encuentra estrechamente vinculada con la MOTIVACIÓN, es decir, con el deseo y la constancia por aprender.
- Nuestro cerebro presta más atención a aquello que considera útil, novedoso e interesante y que tenga una alta carga emocional.

Subredes neuronales de reconocimiento

1. Ubicación en el cerebro



Fuente: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/90800/mod_resource/content/1/5.png

2. Especialización

Reconocen letras, números, símbolos, palabras, objetos, conceptos abstractos.

3. Principio DUA

REPRESENTACIÓN DE CONTENIDOS CONCEPTUALES: (el “que”)

- Percepción y comprensión.
- Diversidad para abordar contenidos. Repetir con novedad.
- Son varias regiones del cerebro que se especializan para reconocer y percibir la información de diversos canales sensoriales.
- A esta red identificaremos de reconocimiento como el QUÉ aprendizaje, ya que nos le del permite identificar, percibir y comprender la información.
- Mientras más variada sea la forma de presentar la información, existen más oportunidades de activar las redes de reconocimiento para la mayoría de los alumnos.

Subred neuronal estratégica

1. Ubicación en el cerebro



Fuente: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/90800/mod_resource/content/1/5.png

2. Especialización

Planifican, deciden, anticipan, ejecutan, tienen flexibilidad cognitiva.

Monitorean tareas mentales y motrices.

3.- Principio DUA

EXPRESIÓN: (el cómo")

- Neurodiversidad en habilidades estratégicas y organizativas para expresar lo que saben.
- Diversidad para comunicar lo que aprendieron (resoluciones divergentes)
- Son las redes responsables de desarrollar habilidades para poder expresar lo aprendido de diversos modos.
- A la red estratégica se le asigna el CÓMO del aprendizaje.
- Esto difiere en cada alumno, ya que cada persona tiene una manera individual de encontrar la manera o los recursos motrices y mentales de alcanzar sus objetivos.

Estas tres redes neuronales trabajan o -deben de trabajar- en conjunto para que se dé el proceso de aprendizaje y más aún el aprendizaje significativo. Y como se ha dicho, las Emociones son parte de la Red Neuronal Afectiva, pues es la relacionada con la motivación y con el desarrollo cognitivo emocional.

Ahora bien ¿qué son las emociones?, según Ruales – Jurado, Lucero-Revelo y Gómez-Rosero (2022), la definición de la Emoción:

Se inicia con Goleman (1996), quien refiere que la emoción es el impulso para actuar; es el sentir y el pensar; es un estado biológico o psicológico que caracteriza la acción humana. Con Alzina (2003) se da una definición con un énfasis en lo biológico, aduciendo que esta se produce en tres etapas: "1) Unas informaciones sensoriales llegan a los centros emocionales del cerebro. 2) Como consecuencia se produce una respuesta neurofisiológica. 3) El neocórtex interpreta la información" (pp. 66-67).

Es decir, las Emociones son respuestas químicas breves a estímulos externos. De acuerdo con estudios, las emociones duran en promedio unos 90 segundos. La neurocientífica de Harvard, Jill Bolte Taylor, explica que cuando una persona reacciona a algo de su entorno, se produce un proceso químico en el cuerpo que dura 90 segundos. Después de eso, cualquier respuesta emocional que quede es la decisión de la persona de seguir en ese ciclo emocional, además de ser breves son subjetivas a cada individuo.

El CAST desarrolló el marco de implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje en el aula. Como se ha señalado ya, dicho marco está estructurado en tres principios básicos,

cada uno de los cuales se desarrolla a través de tres pautas de aplicación y de varias claves o puntos de verificación. Cada principio se corresponde con una de las tres redes cerebrales implicadas en el aprendizaje que se han explicado anteriormente.

Principios del DUA

Los tres principios del DUA sientan las bases del enfoque y en torno a ellos se construye el marco práctico para llevarlo a las aulas. Estos principios se han convertido en un referente obligado que aparece en la mayoría de la bibliografía científica sobre el tema. Como se ha explicado más arriba, se corresponden con las tres redes cerebrales implicadas en el aprendizaje que se han descrito en el apartado tercero. Son los siguientes (CAST, 2011: 3-4):

- Principio I. Proporcionar múltiples formas de representación de la información y los contenidos (el qué del aprendizaje), ya que los alumnos son distintos en la forma en que perciben y comprenden la información.
- Principio II. Proporcionar múltiples formas de expresión del aprendizaje (el cómo del aprendizaje), puesto que cada persona tiene sus propias habilidades estratégicas y organizativas para expresar lo que sabe.
- Principio III. Proporcionar múltiples formas de implicación (el porqué del aprendizaje), de forma que todos los alumnos puedan sentirse comprometidos y motivados en el proceso de aprendizaje.

Hasta este punto perfecto, se reconocen la importancia de las Redes Neuronales – y su implicancia con los Principios del DUA, en la inclusión de todos los estudiantes por la existencia de la variedad de estudiantes y por la ley de que no existen “dos cerebros iguales”, pero con esto nos planteamos la interrogante ¿Cómo hace el docente para ofrecer toda esta variedad? Si existe una variedad de estudiantes ¿No debería de existir también una variedad de docentes? (es una pregunta hipotética). No obstante, como señala Connor y Wheat (2023), a pesar de los múltiples beneficios que el DUA ofrece en términos de equidad e inclusión, los desafíos en la implementación se vuelven evidentes. La capacitación docente y la disponibilidad de recursos son aspectos cruciales que limitan su aplicación práctica.

La respuesta se encuentra en la capacitación del docente y en los recursos que puede ofrecer tanto el mismo, como los demás miembros de la comunidad educativa. Es importante, que el Docente tenga en cuenta al momento de planificar las Directrices de diseño universal para el aprendizaje, las Directrices del DUA son una herramienta para

ayudar a educadores, desarrolladores de currículos, investigadores, padres y otros a aplicar el marco DUA en la práctica. Estas directrices ofrecen un conjunto de sugerencias concretas que se pueden aplicar a cualquier disciplina o dominio para garantizar que todos los estudiantes puedan acceder y participar en oportunidades de aprendizaje significativas y desafiantes. Las directrices del DUA se organizan en torno a tres principios: participación, representación y acción y expresión. Cuando se dispone de una variedad de opciones para ofrecer múltiples medios de abordar cada principio, se reducen las barreras y se aumenta el acceso a ese principio (CAST, 2024).

También, Álvaro Marchesi (2014) señala cinco competencias básicas que se esperan de un docente:

1. Ser capaz de gestionar un aula en la cual aprendan lo que se espera que aprendan.
2. Ser capaz de organizar el aula para que todos sus estudiantes aprendan, como una respuesta la diversidad.
3. Favorecer el desarrollo social y emocional de los estudiantes, generando entornos de convivencia equilibrados y tranquilos.
4. Trabajar a través de la colaboración y un proyecto de equipo.
5. Trabajar con las familias para el progreso educativo.

De esta forma, a simple vista, pareciera ser un trabajo imposible de llevar a cabo (pues incluso debe ser capaz de: Favorecer el desarrollo social y emocional de los estudiantes, generando entornos de convivencia equilibrados y tranquilos; más aun sabiendo que el desarrollo emocional según Jill Bolte Taylor, es SUBJETIVO a cada individuo), y por supuesto, aunque es difícil, no es imposible, por tal razón, desde el enfoque del DUA, se destaca el rol fundamental del docente como un elemento clave en la construcción y fortalecimiento de estrategias pedagógicas que promuevan una educación verdaderamente inclusiva. Para ello, su participación debe estar respaldada por procesos de formación continua que le proporcionen las herramientas necesarias para entender, abordar y atender la diversidad presente en el aula, asumiendo su papel como facilitador de prácticas inclusivas. De esta manera, se contribuye a garantizar una educación de calidad para todos.

Actualmente, el Paraguay, se encuentra en medio de un de los peores momentos en la educación, desde el Sistema de Evaluación para docentes (Concurso de Banco de Datos de Docentes Elegibles), los Sistemas de Evaluación Estandarizados, SNEPE, PISA, entre otros hasta el propio sistema de evaluación o promoción en las instituciones educativas básicas.

Nivel Inicial, al parecer los educandos no dan problemas, pero llegan al tercer ciclo y nivel medio, el trato comienza a ser más problemático y con ¿los adultos en las universidades?, el Sistema Educativo Paraguayo, se encuentra en un tiempo en el que se debe repensar todo lo que lo sostiene.

Es por ello que la docencia, no es para todos (aunque hablamos de una educación para todos), la docencia es exclusivamente, para aquellos que realmente aman y tienen la vocación de guiar a los estudiantes hacia la luz del conocimiento... también en medio de esta sociedad cambiante se podría decir que, la enseñanza es para valientes.

CONCLUSIÓN

En el presente se destaca que el aprendizaje es un proceso complejo mediado por redes neuronales, que actúan para gestionar el “por qué”, el “qué” y el “cómo” de la adquisición de conocimientos. Estas redes, en el contexto educativo, adquieren una relevancia particular en etapas de desarrollo como la adolescencia, donde la motivación y el deseo de aprender pueden fluctuar. El modelo del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) propone estrategias para abordar estas variaciones, sugiriendo múltiples formas de representación, acción y expresión, y un enfoque en la implicación emocional como medio para potenciar la eficiencia del aprendizaje.

Tal como menciona David Bueno (2021), las emociones juegan un papel fundamental en la consolidación de la información; el cerebro etiqueta como “importante” aquello que genera una respuesta emocional, lo cual refuerza su almacenamiento. Sin embargo, aunque la emoción facilita el aprendizaje, no es el único factor determinante: la voluntad y la decisión personal de aprender son esenciales. La teoría neurocientífica sostiene que las emociones, aunque intensas, son transitorias, y la permanencia de la respuesta emocional depende de la decisión consciente del individuo.

Por otro lado, la implementación de un enfoque inclusivo y personalizado en el DUA enfrenta limitaciones en la capacitación docente y la disponibilidad de recursos. Como lo destacan Connor y Wheat (2023), el éxito del DUA no solo recae en su estructura, sino en la capacidad de los educadores para adaptarlo y en los recursos que la comunidad educativa puede proporcionar. Las directrices del DUA—participación, representación, y acción y expresión—proponen opciones que, al ser correctamente aplicadas, permiten reducir barreras y facilitar el acceso de todos los estudiantes al aprendizaje significativo.

Por lo tanto, la enseñanza no requiere solo conocimiento técnico, sino también una vocación profunda y un compromiso con el desarrollo personal, un compromiso con la formación

propia en la educación en valores y en el cultivo de la moral y de principios que contribuyan a la formación integral de hombres y mujeres que persigue el fin de la educación paraguaya, con la capacidad suficiente de “relacionarse bien consigo mismo, con los demás, con la naturaleza y con Dios” en un diálogo transformador con el presente y el futuro de la sociedad a la que pertenecen, y con los principios y valores en las que ésta se fundamenta.

REFERENCIAS

- Bueno, D. (2021). La neurociencia como fundamento de la educación emocional. *Revista internacional de educación emocional y bienestar*, 1(1), 47-61.
<https://rieeb.iberomex.mx/index.php/rieeb/article/view/6>
- CAST (2024). *Las directrices del DUA*. <https://udlguidelines.cast.org/>
- CAST. (s.f). *Acerca del Diseño Universal para el Aprendizaje*.
<https://www.cast.org/impact/universal-design-for-learning-udl>
- Connor, C., y Wheat, V. (2023). El uso del diseño universal para el aprendizaje (DUA) para mejorar el aprendizaje de estudiantes de todas las capacidades. En *El impacto y la importancia del diseño instruccional en el panorama educativo* (pp. 207-227). IGI Global. <https://www.igi-global.com/chapter/the-use-of-universal-design-for-learning-udl-to-enhance-the-learning-of-students-of-all-abilities/329399>
- Marchesi, Á., Blanco, R., Hernández, L., y Educativas, M. (2014). Avances y desafíos de la educación inclusiva en Iberoamérica. *Madrid: OEI*.
- Pastor, C. A., Sánchez, J. M., y Zubillaga, A. (2014). Diseño Universal para el aprendizaje (DUA). 5-7. https://www.academia.edu/download/55488276/dua_pautas_intro_cv.pdf
- Ruales-Jurado, R. E., Lucero-Revelo, S. E. y Gómez-Rosero, Á. H. (2022). La autorregulación emocional desde una perspectiva educativa. *Revista Fedumar Pedagogía y Educación*, 9(1), 64-73. <https://doi.org/10.31948/rev.fedumar9-1.art-4>
- Ruggeri, P., Miehlbradt, J., Kabbara, A., y Hassan, M. (2023). Recableado dinámico de redes cerebrales electrofisiológicas durante el aprendizaje. *Neurociencia de redes*, 7 (2), 578-603. <https://direct.mit.edu/netn/article-abstract/7/2/578/113758>
- Yang, D., Zhao, J., Chen, M., Xue, Y., Zhou, J., Wang, S., ... y Zhu, W. (mayo de 2024). Aprendizaje de dinámicas funcionales a partir de una red cerebral multicapa. En *el*

Simposio internacional IEEE sobre imágenes biomédicas (ISBI) de 2024 (págs. 1-4).
IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10635441/>

Zou, A., Ji, J., Lei, M., Liu, J. y Song, Y. (2022). Exploración de redes de conectividad efectivas del cerebro a través de modelos convolucionales de grafos espaciotemporales. *Transacciones IEEE sobre redes neuronales y sistemas de aprendizaje*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9955408/>