

Experiencias y  
perspectivas

MONOGRAFICO  
El diseño universal para  
el aprendizaje (DUA)

# Diseño universal para el aprendizaje y neuroeducación

## Una perspectiva desde la ciencia de la mente, cerebro y educación

Coral Elizondo Carmona<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Orientadora educativa; educa@coralelizondo.com

### Resum

El disseny universal per a l'aprenentatge (DUA) és un marc educatiu que guia el disseny de mètodes, materials i entorns flexibles que minimitzen les barreres a l'aprenentatge. Està format per pautes i punts de verificació que ofereixen propostes per a un disseny universal que aconseguixi l'aprenentatge expert per a tothom. Aquestes pautes i punts de verificació s'organitzen al voltant de la neurociència i la psicologia cognitiva, fet que permet aportacions a l'educació des d'un estudi transdisciplinari.

*Paraules clau:* disseny universal per a l'aprenentatge; neuroeducació; ciència de la ment, cervell i educació.

### Abstract

Universal Design for Learning (UDL) is an educational framework that guides the design of flexible methods, materials, and environments that minimize barriers to learning. It is made up of guidelines and checkpoints that offer proposals for a universal design that achieves expert learning for all. These guidelines and verification points are organized around neuroscience and cognitive psychology, which allows contributions to education from a transdisciplinary study.

*Keywords:* Universal Design for Learning; neuroeducation; science of mind, brain and education.

### Resumen

El diseño universal para el aprendizaje es un marco educativo que guía el diseño de métodos, materiales y entornos flexibles que minimizan las barreras al aprendizaje. Está formado por pautas y puntos de verificación que ofrecen propuestas para un diseño universal que logre el aprendizaje experto para todos. Estas pautas y puntos de verificación se organizan en torno a la neurociencia y la psicología cognitiva, lo cual permite aportaciones a la educación desde un estudio transdisciplinar.

*Palabras clave:* diseño universal para el aprendizaje; neuroeducación; ciencia de la mente, cerebro y educación.

#### \*Correspondencia

Coral Elizondo Carmona  
educa@coralelizondo.com

#### Citació

Elizondo C. Diseño universal para el aprendizaje y neuroeducación. Una perspectiva desde la ciencia de la mente, cerebro y educación. JONED. Journal of Neuroeducation. 2022; 3(1): 99-108. doi: 10.1344/joned.v3i1.39714

#### Conflicto de intereses

La autora declara la ausencia de conflicto de interés.

#### Editora

Laia Lluch Molins (Universitat de Barcelona, España)

#### Revisores

Raúl Sampieri Cabrera

*El manuscrito ha sido aceptado por todos los autores, en el caso de haber más de uno, y las figuras, tablas e imágenes están sujetos a licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.*

## Introducción

Este artículo pretende adentrarse en el marco conceptual del diseño universal para el aprendizaje (DUA) desde un desarrollo narrativo y reflexivo (estado del arte).

El DUA se contempla en la actualidad como un marco teórico práctico para una educación inclusiva de calidad que aparece en todas las normativas educativas tanto estatales como autonómicas. No es una metodología, es un modelo con varias pautas y numerosos puntos de verificación que puede resultar de compleja comprensión y que requiere de una formación precisa y concreta para poder desarrollarlo adecuadamente. Si bien existen numerosas evidencias para cada una de las pautas y puntos de verificación, no hay investigaciones sobre el modelo en su globalidad, hecho que puede suponer una limitación al marco conceptual.

El objetivo del artículo es analizar el DUA desde una perspectiva neuro, enmarcando la reflexión en la neurociencia y la psicología cognitiva. No es objetivo de este artículo revisar las pautas y los puntos de verificación que lo componen, sino efectuar una revisión estructural del marco, tanto horizontal como verticalmente.

## Teoría de la mente, cerebro y educación

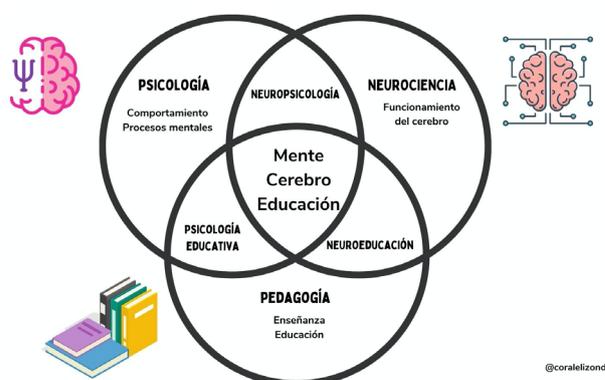
En 2004 se fundó en Estados Unidos la sociedad IMBES (International Mind Brain and Education Society)<sup>1</sup> cuya misión es tender puentes entre la biología, la educación y las ciencias cognitivas y del desarrollo. Considera que la ciencia y la práctica educativa se enriquecen mutuamente, y que es mejorar el diálogo entre ambas. En la revista *Mente, cerebro y educación* (*Mind, brain and education*) coordinada por IMBES, se publican investigaciones, revisiones y comentarios originales multidisciplinares o una combinación de mente y educación, o de cerebro y educación, con el fin de unificar los avances en dichos campos.

Distintos organismos, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) o la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), también en los inicios del siglo XXI, quisieron visibilizar los progresos en los estudios de la ciencia cognitiva y del cerebro y su implicación en la ciencia del aprendi-

zaje, de modo que elaboraron diversos informes sobre el tema. En 2002 y 2007 la OCDE publicó el libro *Understanding the Brain*<sup>2,3</sup> con el fin de ofrecer nuevas perspectivas sobre el aprendizaje. Se afirmaba que, tras dos décadas de investigaciones, y aunque la neurociencia educativa se hallaba en sus inicios, crear un léxico común, una metodología compartida, debía ser el objetivo a perseguir, destacando, por lo tanto, la importancia de crear y mantener un flujo bidireccional continuo para apoyar la práctica educativa informada por el cerebro. La UNESCO<sup>4</sup> elaboró en 2013 un documento de discusión para reflexionar sobre los estudios recientes de neurociencia educativa que existían en aquel momento y que podrían ser de interés para el profesorado.

Tokuhamo-Espinosa<sup>5,6</sup> hace evolucionar el término al concebir que la ciencia de la mente, del cerebro y de la educación es una ciencia transdisciplinar que se apoya y enriquece de las tres ciencias que actúan de forma combinada, ofreciendo perspectivas y conocimientos diferentes. En la actualidad, Tokuhamo-Espinosa<sup>7</sup> añade a esta ciencia la salud. (Ilustración 1).

Se observa, pues, desde los albores del siglo XXI un creciente interés por lo que el estudio de la mente y el cerebro pueda aportar a la educación. El surgimiento de la ciencia de la mente, cerebro y educación proporciona datos empíricos mediante la utilización del método científico, desterrando neuromitos o malas interpretaciones de la ciencia. Estos conceptos erróneos a menudo tienen su origen en algún elemento de ciencia, lo que hace que identificarlos y refutarlos sea más difícil, pero es preciso disiparlos a fin de evitar que la educación



**Ilustración 1.** Ciencia de la mente, cerebro y educación. Adaptación de Tokuhamo-Espinosa, 2011

caiga en una serie de callejones sin salida, un asunto sobre el cual ya se incidía en los informes de la OCDE<sup>2,3</sup>.

La teoría de la mente, cerebro y educación se sustenta en una serie de principios<sup>8</sup> que, como se observará a lo largo del artículo, forman parte de la estructura del marco del DUA. En un estudio realizado en 2020 que revisaba el panel Delphi de 2017, Tokuhama-Espinosa, Nouri y Daniel pretenden confirmar la validez de los principios, pero, ante todo, pretenden abordar la comprensión de la práctica pedagógica. En dicho estudio indican que los principios cuentan con evidencias sólidas que han de tenerse en cuenta a la hora de planificar tanto las programaciones de aula como los programas de formación docente.

- Principio 1. Singularidad del cerebro. El cerebro es único. Si bien la estructura básica del cerebro de la mayoría de los humanos es la misma (partes similares en regiones similares), no hay dos cerebros idénticos.
- Principio 2. Variabilidad humana. El cerebro de cada individuo está preparado de manera diferente para aprender diferentes tareas. Las capacidades de aprendizaje están formadas por el contexto del aprendizaje, las experiencias de aprendizaje anteriores, la elección personal, la biología y la composición genética de un individuo, los eventos pre- y perinatales y las exposiciones ambientales.
- Principio 3. Experiencias previas. El nuevo aprendizaje está influenciado por la experiencia previa.
- Principio 4. Cambios constantes en el cerebro. El cerebro cambia constantemente con las experiencias, y estos son cambios que ocurren a nivel molecular.
- Principio 5. Neuroplasticidad. El cerebro es neuroplástico y la plasticidad neuronal existe a lo largo de la vida, aunque con notables diferencias de desarrollo según la edad.
- Principio 6. Los sistemas de memoria y de atención son necesarios para el aprendizaje.

En esa misma revisión, los autores analizan los conceptos clave que deben considerar los docentes en torno a la teoría de la mente, ciencia y educación, subrayando la importancia de una buena formación al respecto.

Puede ocurrir que la actual moda “neuro” nos lleve a asociar la neurociencia con prácticas que no lo

son, aunque sabemos que no es neuro todo lo que reluce, no siempre es fácil de discernir. Para Bueno<sup>9</sup> conocer en qué se basa el método científico ayudará a entender si la propuesta neuro, sea la que fuere, dispone de una base científica y, por consiguiente, puede llevar el prefijo “neuro-”.

### ¿Es el diseño universal para el aprendizaje una propuesta neuro? ¿Qué base científica tiene el diseño universal para el aprendizaje?

El diseño universal para el aprendizaje es un marco para guiar el diseño de entornos de aprendizaje que sean accesibles y desafiantes para todo el mundo<sup>10</sup>. La primera versión de las pautas DUA de CAST se presentó en el año 2008. En aquel momento se revisaron más de 1000 estudios de investigación de prácticas efectivas en educación<sup>11</sup> y, desde entonces, estas pautas y puntos de verificación se han ido revisando periódicamente. En la actualidad, y con la idea de ofrecer un proceso transparente e inclusivo para examinar las directrices del diseño universal para el aprendizaje, se ha lanzado la campaña #UDLrising<sup>11</sup>, en la cual pueden participar todas las personas interesadas en revisar las pautas del DUA.

En la web<sup>12</sup> de CAST se encuentran las evidencias de investigación específicas de cada uno de los puntos de verificación que conforman las pautas, diferenciándose, por una parte, entre evidencia experimental y cuantitativa, y, por otra, entre las reseñas académicas y las opiniones de expertos que avalan los puntos de verificación analizados.

En cuanto a la investigación del marco en su totalidad, a día de hoy existen investigaciones con resultados diferentes que nos llevan a pensar que todavía es preciso seguir estudiando sobre este tema.

En Elizondo<sup>13</sup> se plantea cómo las investigaciones de Sala, Sánchez, Giné y Díez (2014) y Díez y Sánchez (2015) en la educación superior coinciden en la poca investigación que existe sobre la cuestión y acerca de la importancia de desarrollar investigaciones que avalen la aplicación del marco del diseño universal. En cualquier caso, concluyen que el diseño universal para el aprendizaje puede beneficiar a los estudiantes con algún tipo de discapacidad, pero que, en general, la adopción de estrategias basadas en el DUA favorece a todos los estudiantes.

Capp<sup>14</sup> realiza un metaanálisis de la literatura entre 2013 y 2016. En su artículo concibe el diseño universal para el aprendizaje como una filosofía, un marco y un conjunto de principios para diseñar y ofrecer enfoques flexibles para la enseñanza y el aprendizaje que aborden la diversidad de los estudiantes dentro del contexto del aula, si bien a lo largo del texto se alude al DUA como una metodología de enseñanza inclusiva, no como un modelo teórico que enmarca pautas y puntos de verificación.

Entre septiembre de 2017 y abril de 2018 el grupo de trabajo del Comité de Investigación UDL-IRN<sup>15</sup> se reunió para discutir la puesta en funcionamiento y la aplicación del DUA. Estuvieron de acuerdo en la importancia de operativizar qué es DUA, así como de incidir en la formación a docentes con el fin de que sean capaces de implementar estos principios, identificar herramientas que permitan esta formación y considerar las formas de medir el impacto del DUA en el aula.

Ok et al.<sup>16</sup> realizan una investigación sistemática del DUA en la educación obligatoria\* y reconocen que la investigación sobre cómo aplicar el marco a las prácticas pedagógicas es relativamente incipiente. Identifican muchos tamaños de efectos que hacen difícil poder respaldar los resultados obtenidos, por lo que recomiendan que los investigadores utilicen diseños y procedimientos más rigurosos, incluidos diseños de grupos experimentales que permitan conclusiones causales válidas. Los hallazgos de esta revisión sugieren que las prácticas basadas en DUA ofrecen la flexibilidad y el andamiaje que promueve el acceso al aprendizaje y que resultan prometedoras para estudiantes diversos en los grados PreK-12.

El metaanálisis de Baybayon<sup>17</sup> concluye que incorporar el DUA y sus principios en la práctica educativa tiene un efecto positivo en el desempeño, compromiso, percepción, comprensión y rendimiento académico del alumnado. Los docentes perciben que el uso del DUA en el aula reduce las barreras de aprendizaje. Sin embargo, se insiste en que son pocos los estudios que utilizaron un diseño pretest-postest, por lo cual las investigaciones previas al uso del CAST carecen de evidencias empíricas. Resultados similares obtienen las investigaciones de Dewi et al.<sup>18</sup>.

\* De Pre-K al Grado 12 (PreK-12)

## Diseño universal para el aprendizaje: ¿principios, pautas y puntos de verificación basados en la ciencia de la mente, cerebro y educación?

El diseño universal para el aprendizaje reconoce y acepta la variabilidad humana y proporciona un marco conceptual educativo para crear metas, métodos, materiales y evaluaciones con diseños flexibles para que todo el alumnado pueda participar, en la medida de lo posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado<sup>19</sup>, incrementando, así, su participación y reduciendo la segregación en y desde la educación. Pero este diseño universal no suprime las ayudas para grupos particulares de personas cuando se necesiten. De forma que el uso de un diseño universal no excluye la necesidad de ajustes razonables.

Por ajustes razonables se entenderán las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular, para garantizar a las personas con discapacidad el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales<sup>19</sup>.

Es crucial aclarar esta concepción, puesto que muchas veces conduce a errores en la implementación del DUA en el aula. Un diseño universal minimiza adaptaciones, pero no siempre las elimina. Denegar estas ayudas, denegar los ajustes razonables, sería una forma de segregación.

Partir de la concepción de la variabilidad humana, frente a la idea de atención a la diversidad, implica hablar de neurociencia. Como se ha visto con anterioridad, el segundo principio de la teoría de la ciencia de la mente y de la educación se centra en este concepto de *variabilidad humana*. No hay dos cerebros iguales, nuestros cerebros son únicos, nuestros cerebros se modifican con las experiencias que vive cada persona, con las interacciones con el ambiente. De forma que las experiencias vitales y los propios aprendizajes condicionan cómo funcionarán los genes que contribuirán a la manera en que va a continuar aprendiendo ese cerebro<sup>20</sup>. Este concepto lleva

a romper con la idea de homogeneidad y busca un diseño universal que posibilite la presencia, la participación y el aprendizaje experto en todo el alumnado, pero, por encima de todo, nos invita a hablar de personalización del aprendizaje y de estrategias de instrucción diferenciadas.

El marco DUA está organizado en tres principios, nueve pautas y treinta y un puntos de verificación. Estos últimos, las pautas y los puntos de verificación, son un conjunto de estrategias que ayudan al diseño universal de situaciones de aprendizaje, métodos, materiales y entornos flexibles, maximizando las oportunidades de aprendizaje para todo el alumnado. Nunca deben considerarse como un repertorio de estrategias que deban realizarse en su totalidad; tampoco como un listado que ofrece estrategias so-

lo para unos alumnos en concreto<sup>21</sup>. Estas pautas y puntos de verificación se han de seleccionar de acuerdo con los objetivos que se quieran desarrollar y se tienen que implementar en todos los elementos del currículo. (Ilustración 2).

El marco DUA está organizado de modo que se pueda trabajar tanto vertical como horizontalmente.

- Verticalmente se organiza en torno a los tres principios: compromiso, representación, y acción y expresión, que, como veremos, está más relacionado con la neurociencia.
- Horizontalmente presenta una fila de acceso, otra de construcción y una tercera de internalización, y aquí se detecta la relación con la psicología cognitiva, como veremos a continuación.



Traducción y adaptación: Fellow Group (2018).



Ilustración 2. Marco DUA versión 2.2. CAST

## Verticalmente: principios

Analizar el DUA verticalmente permite un acercamiento desde la neurociencia. Los principios del marco DUA están alineados con las redes neurales de aprendizaje. Por ello, es importante comenzar recordando la anatomía y la morfología funcional del cerebro. Tirapu<sup>22</sup> explica de forma metafórica cómo es la villa cerebro. Para el autor, el cerebro sería una casa con la energía adecuada para que todo funcione bien y, al igual que los hogares, villa cerebro tiene plantas, que en esta metáfora corresponderían a las partes internas y externas del cerebro<sup>23</sup>. (Tabla 1).

Bueno<sup>24</sup> aborda otra manera de ver el cerebro en educación que coincide con la base del diseño universal para el aprendizaje. Para este autor:

[...] una manera de interpretar la anatomía morfológica y funcional del cerebro en clave educativa es considerando qué se aprende, cómo se aprende y por qué se aprende.

El marco DUA está dividido en tres principios alineados con tres redes neurales vinculadas al aprendizaje: las redes afectivas, relacionadas con el *por qué* del aprendizaje, una red en la que se incluyen la motivación, la atención y el interés; las redes de reco-

nocimiento, que explican el *qué* del aprendizaje, especializadas en detectar y percibir la información del entorno y transformarla en conocimiento utilizable; y unas terceras redes estratégicas que concretan el *cómo* del aprendizaje, que engloba la planificación, la organización y la expresión. Todas estas redes intervienen en el aprendizaje, pero no actúan de forma lineal, ni tampoco siguiendo un orden; se activan o no atendiendo a las actividades que se presentan. Las tres redes se mantienen activas trabajando de forma simultánea, holística<sup>13</sup>. A escala celular, el cerebro se estructura en capas y en zonas con funciones preferenciales específicas, si bien se encuentran muy interconectadas y no resulta sencillo establecer límites precisos entre ellas.

Hemos visto, entonces, que el cerebro tiene un funcionamiento por redes, que existen unas redes que realizan labores específicas y que intercambian información con otras redes, conformando una visión holística del cerebro. En la actualidad se utiliza la teoría de grafos para estudiar estas conexiones, de forma que, por medio de la representación de vértices o nodos y aristas o segmentos, se dibujan los grafos que representan la estructura de la red<sup>25</sup>. Además de la valencia de un vértice (número de aristas que salen de él), se puede analizar la excentricidad de cada vértice (mayor distancia desde dicho vértice

Tabla 1.

Partes internas	Bulbo raquídeo	Funciones vitales de cuerpo.
	Sistema límbico	Generación y procesamiento de emociones.
	Amígdala	Importante papel en las emociones.
	Cerebelo	Movimiento. Apoyo en el procesamiento cognitivo, coordinando y afinando nuestros pensamientos, emociones, sentidos (especialmente el tacto) y recuerdos.
Partes externas	Lóbulos frontales	Planificación y pensamiento.
	Lóbulos temporales	Sonido, música, reconocimiento de rostros, objetos. Algunas partes de la memoria a largo plazo. Centros del habla.
	Lóbulos occipitales	Procesamiento visual.
	Lóbulos parietales	Orientación espacial, cálculo y ciertos tipos de reconocimiento.
	Corteza motora y corteza somatosensorial	Movimiento del cuerpo. Señales de contacto recibidas por varias partes del cerebro

Elaboración propia a partir de Sousa<sup>23</sup>.

hasta otro del grafo), el radio y diámetro de un grafo, para calcular el centro y la periferia del grafo<sup>26</sup>. Todas estas medidas determinan los vértices o nodos con mayor centralidad.

De este modo, podemos elaborar un grafo del cerebro que nos ayude a entender su organización funcional. Este tipo de análisis nos informa de circuitos o redes de áreas cerebrales que trabajan de forma conjunta, bien para realizar trabajos específicos, bien porque generalmente trabajan de modo coordinado<sup>27</sup>.

Los tres principios que guían el DUA y que proporcionan el marco subyacente a las pautas parten de la base de que los procesos afectivos y cognitivos están vinculados, de modo que este marco permite diseñar situaciones de aprendizaje en torno a las funciones cognitivas generales básicas de atención, memoria y funciones ejecutivas. Recordemos que los principios están alineados con las redes neurales que representan el qué, el cómo y el por qué del aprendizaje. (Ilustración 3).

- Múltiples formas de compromiso. Los estudiantes difieren en los modos en que pueden estar implicados o motivados para aprender, en la forma como se involucran con el aprendizaje. Este principio se centra en el dominio socioemocional del aprendizaje y en la involucración de la atención, la motivación, el esfuerzo, la persistencia y el estrés.
- Múltiples de formas de representación. Los estudiantes difieren en la forma en que perciben y

comprenden la información. Este principio se centra en los sistemas de memoria y su relación con el aprendizaje.

- Múltiples formas de acción y expresión. Los estudiantes difieren en las formas en que pueden navegar por un entorno de aprendizaje y expresar lo que saben, como también en la necesidad de planificar, organizar y estructurar la información.

Esta idealización de las áreas cerebrales permite interpretar la anatomía morfológica y funcional del cerebro en clave educativa.

### Horizontalmente: acceso, construcción e internalización

Esta visión del marco del DUA está más asociada a la psicología cognitiva, con enfoques del procesamiento de la información que tienen en cuenta procesos externos de construcción como son el andamiaje, la colaboración entre iguales, el esfuerzo y la persistencia, añadiendo factores socioemocionales del aprendizaje y remarcando la importancia de la autorregulación en el aprendizaje.

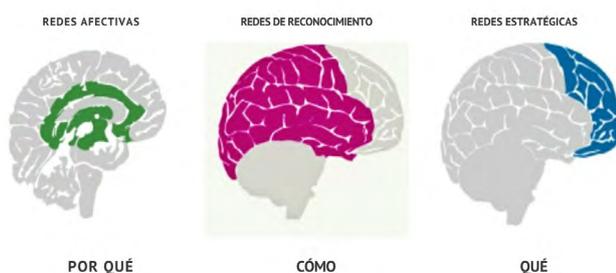
Está profundamente arraigado en conceptos como la zona de desarrollo próximo, el andamiaje, los mentores y el modelado, así como en las obras fundacionales de Piaget; Vygotsky; Bruner, Ross y Wood; y Bloom, quien adoptó principios similares para comprender las diferencias individuales y las pedagogías necesarias para abordarlas<sup>12</sup>.

Se diferencian cuatro filas: la fila de acceso está formada por las pautas que promueven ofrecer opciones para el interés, para la percepción y para la acción física, de manera que se parte de objetivos y cuestiones que son significativas para el alumnado, se incorporan sus ideas y se promueven opciones para la elección y la autonomía. (Ilustración 4).

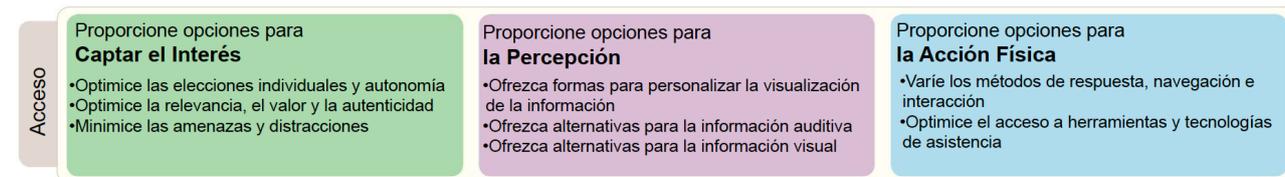
La fila de construcción incluye las pautas que sugieren formas para desarrollar el esfuerzo y la persistencia, el lenguaje y los símbolos, y la expresión y la comunicación. En estas pautas el docente guía al alumnado a realizar tareas que no podrían hacer por sí solos, ofreciendo marcos de referencia y modos de interpretar que los estudiantes pueden llegar a adquirir, pero que aún no poseen<sup>28</sup>. (Ilustración 5).

La fila de internalización incluye las pautas que su-

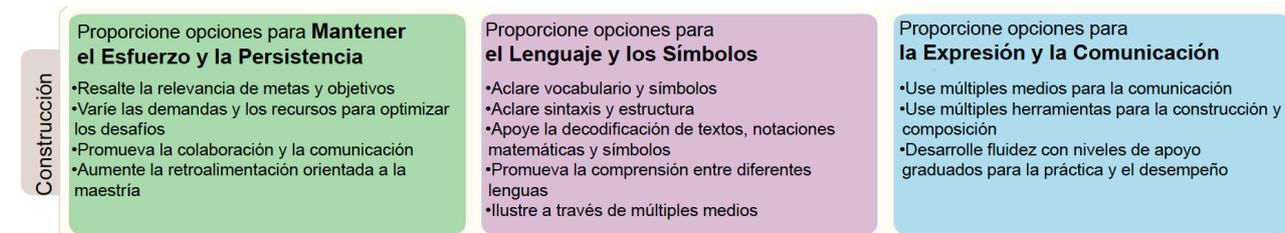
## DISEÑO UNIVERSAL PARA EL APRENDIZAJE



**Ilustración 3.** Idealización de las áreas cerebrales implicadas en el qué, el cómo y el por qué de los aprendizajes. Bueno<sup>24</sup>, CAST11



**Ilustración 4.** Pautas DUA referida al acceso. CAST <https://udlguidelines.cast.org/more/about-graphic-organizer>



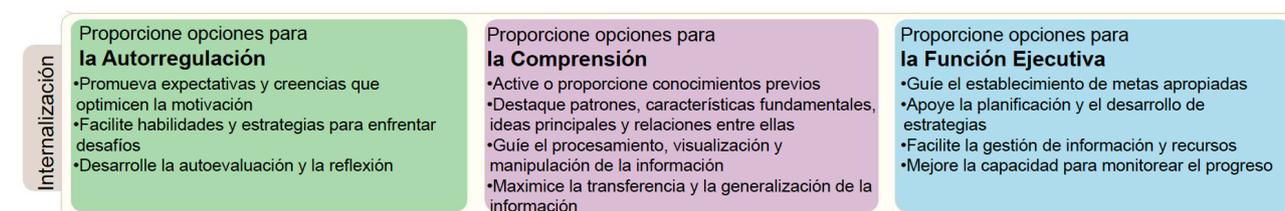
**Ilustración 5.** Pautas DUA referidas a la construcción. CAST <https://udlguidelines.cast.org/more/about-graphic-organizer>

gieren formas de empoderar a los alumnos a través de la autorregulación, la comprensión y la función ejecutiva, destacando la importancia de la metacognición y diferenciando en las distintas pautas las dos dimensiones de esta, esto es, el conocimiento sobre la cognición de la regulación de la cognición. (Ilustración 6).

La última fila nos plantea el objetivo final en el aprendizaje y la enseñanza, que es la personalización del aprendizaje y el desarrollo de aprendices expertos decididos, comprometidos y motivados con la tarea; ingeniosos y conocedores, y estratégicos, capaces de orientarse a objetivos. Estudiantes, por consiguiente, capaces de adoptar un papel activo en su propio aprendizaje. (Ilustración 7).

Visto así, en el marco DUA se observan los conceptos de *construcción* y *andamiaje*, lo que lleva ne-

cesariamente a hablar de constructivismo. El *constructivismo* es un término amplio con dimensiones filosóficas y de aprendizaje y de enseñanza<sup>29,30</sup>; no es una metodología, sino una teoría relacionada con la construcción del conocimiento. Según la concepción constructivista, todo aprendiz es agente activo en la construcción de su propio conocimiento transformando el conocimiento existente que posee en aprendizaje y experimentando nuevas formas de comprenderlo. En el constructivismo el aprendizaje social y las interacciones dialógicas, así como la autorregulación y la metacognición, desempeñan un papel destacado, de forma que la planificación, el establecimiento de metas y objetivos y la selección de estrategias se abordan como indispensables en este enfoque. Se concibe al estudiante, por lo tanto, como agente activo y responsable de la construc-



**Ilustración 6.** Pautas DUA referida a la internalización. CAST <https://udlguidelines.cast.org/more/about-graphic-organizer>



**Ilustración 7.** Pautas DUA referida a la meta. CAST <https://udlguidelines.cast.org/more/about-graphic-organizer>

ción del significado y del proceso de construcción del conocimiento.

Desde la perspectiva constructivista, el objetivo de la enseñanza no es tanto transmitir información como alentar la formación del conocimiento y de los procesos metacognitivos para valorar, organizar y adquirir información de modo autónomo por el alumno<sup>31</sup>.

En Bruning et al.<sup>32</sup> se distingue entre tres tipos de constructivismo que reflejan concepciones diferentes sobre cómo tiene lugar la construcción del conocimiento. El constructivismo *exógeno* defiende la formación del conocimiento a partir de la información proporcionada por el ambiente. Para el *constructivismo* endógeno, el conocimiento se genera a partir de estructuras previas y se desarrolla mediante la actividad cognitiva interna. Y el constructivismo *dialéctico*, que representa un punto intermedio entre ambos, sitúa la fuente del conocimiento en las interacciones entre estudiantes y entorno; un ejemplo sería la enseñanza colaborativa, en la cual se establece un andamiaje mutuo de la instrucción.

La mirada al marco del DUA desde esta perspectiva permite abordar la selección de los materiales de instrucción ofreciendo opciones al interés y la percepción que hagan posible la acción y la interacción con el entorno. Pero también permite seleccionar las actividades, utilizar el aprendizaje cooperativo, las interacciones dialógicas, integrar currículos..., convirtiendo el aula en un entorno flexible apropiado para la exploración, la indagación, la observación, la metacognición, y el pensamiento crítico y creativo. De forma que el DUA estaría enmarcado dentro del constructivismo dialéctico.

## Referencias

1. <https://imbes.org>
2. OECD. Understanding the brain: The birth of a learning science. París: OECD; 2002.
3. OECD. Understanding the brain: The birth of a learning science. París: OECD; 2007.
4. UNESCO. Educational Neurosciences –More Problems than Promise? Bangkok: UNESCO; 2013.
5. Tokuhamas-Espinosa T. Why Mind, Brain, and Education Sciences the 'New' Brain-Based Education. New Horizons for Learning. 2011;9(1).
6. Tokuhamas-Espinosa T. The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom. N.Y.: Teachers College Press.; 2015.
7. Tokuhamas-Espinosa T. Conexiones: The Learning Sciences Platform [Internet]. [Video], Diferencias entre ciencia de la Mente, Cerebro y Educación; Neuroeducación y Neurociencia Educativa; 11 de septiembre de 2019 [consultado el 3 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://youtu.be/UGrIdeQrm-fQ>
8. Tokuhamas-Espinosa T, Nouri A, Daniel D. Evaluating what

## Conclusiones

El diseño universal para el aprendizaje desde una perspectiva neuro está enmarcado en la neurociencia y la psicología cognitiva. No es una metodología, como en algún artículo se dice, sino un marco conceptual formado por pautas y puntos de verificación que ofrecen un conjunto de sugerencias concretas que se pueden aplicar a cualquier disciplina o dominio para garantizar que todos los alumnos puedan acceder y participar en oportunidades de aprendizaje significativas y desafiantes. Esto hace que resulte difícil encontrar evidencias sobre el marco DUA en su totalidad, si bien existen, como se ha abordado en el artículo, evidencias para cada una de sus pautas y puntos de verificación.

El diseño universal para el aprendizaje puede considerarse una propuesta "neuro" alineada con las tres redes vinculadas al aprendizaje y con los principios de la ciencia de la mente, cerebro y educación, destacando el estudio transdisciplinar de la neurociencia, la psicología cognitiva y la educación, que se enriquecen mutuamente y que actúan de forma combinada, ofreciendo un marco conceptual para la educación del siglo XXI.

El diseño universal para el aprendizaje no es un marco de comprensión fácil, lo cual complica su implementación en el aula. Exige formación concreta sobre sus pautas y puntos de verificación, de modo que los docentes deberían tener una formación tanto inicial como permanente en este marco y comprender qué significa la alineación con los principios del DUA, así como la manera como se lleva realmente en la práctica.

- Mind, Brain, and Education has taught us about teaching and learning: 2020 International Survey. 2020; Junio 5: 14-27
9. Bueno i Torrens D. Neurociencia aplicada a la educación. Madrid: Síntesis; 2019. p.29
  10. Meyer, A., Rose, D. H. y Gordon, D. T. (2014). Universal Design for Learning: Theory and practice. CAST Professional Publishing.
  11. <https://www.cast.org/news/2020/community-driven-process-update-udl-guidelines>
  12. <https://udlguidelines.cast.org/more/research-evidence>
  13. Elizondo Carmona C. Hacia la inclusión educativa en la Universidad: diseño universal para el aprendizaje y la educación de calidad. Barcelona: Octaedro; 2020.
  14. Capp MJ. The effectiveness of universal design for learning: a meta-analysis of literature between 2013 and 2016. International Journal of Inclusive Education. 2016;21(8):791-807. DOI: 10.1080/13603116.2017.1325074
  15. <https://udl-irn.org/udl-reporting-criteria>
  16. OK MW, Rao K, Bryant BR, McDougall D. Universal Design for Learning in Pre-K to Grade 12 Classrooms: A Systematic Review of Research. A Systematic Review of Research, Exceptionality. 2017;25(2):116-38. DOI: 10.1080/09362835.2016.1196450
  17. Baybayon G. The Use of Universal Design for Learning (UDL) Framework in Teaching and Learning: A Meta-Analysis. Academia letters. 2001: Article 692. DOI:10.20935/AL692
  18. Dewi SS, Dalimunthe HA, Faadhil F. Journal of Social Science Studies ISSN 2329-91502019, Vol. 6, No. 1 <http://jsss.macrothink.org> 112 The Effectiveness of Universal Design for Learning. Journal of Social Science Studies. 2019;6(1):112-23.
  19. Naciones Unidas. Convención de los derechos de las personas con discapacidad. Nueva York: 13 de diciembre de 2006.
  20. Bueno i Torrens D. Neurociencia aplicada a la educación. Madrid: Síntesis; 2019; pp. 50-51.
  21. Elizondo Carmona C. Hacia la inclusión educativa en la Universidad: diseño universal para el aprendizaje y la educación de calidad. Barcelona: Octaedro; 2020; p. 56.
  22. Tirapu J. ¿Para qué sirve el cerebro? Manual para principiantes. 2a ed. Bilbao: Desclée de Brouwer; 2010.
  23. Sousa D, Jensen E, Feinstein SG, Nevills P, James AN, Scaddan MA, Sylwester R, Tate ML. Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación. Madrid: Narcea; 2014.
  24. Bueno i Torrens D. Neurociencia aplicada a la educación. Madrid: Síntesis; 2019; p. 124.
  25. Rueda Cuerva C. Educar la atención con cerebro. Madrid: Alianza editorial; 2021.
  26. Grima C. En busca del grafo perdido. Matemáticas con puntos y rayas. Barcelona: Ariel; 2021.
  27. Rueda Cuerva C. Educar la atención con cerebro. Madrid: Alianza editorial; 2021; p.
  28. Bruning RH, Schraw GJ, Norby MM. Psicología cognitiva y de la instrucción. Madrid: Pearson; 2012; p. 222.
  29. Bruning RH, Schraw GJ, Norby MM. Psicología cognitiva y de la instrucción. Madrid: Pearson; 2012; p. 208.
  30. Ruiz Martín H. ¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza. Barcelona: Graó; 2020; p. 56.
  31. Bruning RH, Schraw GJ, Norby MM. Psicología cognitiva y de la instrucción. Madrid: Pearson; 2012; p. 209.
  32. Bruning RH, Schraw GJ, Norby MM. Psicología cognitiva y de la instrucción. Madrid: Pearson; 2012; p. 210-211.