

MATERIALES NEURODIDÁCTICOS PARA DOCENTES:

BUENAS PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS
E INCLUSIVAS SOSTENIBLES

Antonio Hernández Fernández (Coord)



Antonio Hernández Fernández
(Coordinador)

**Materiales neurodidácticos
para docentes:
buenas prácticas tecnológicas
e inclusivas sostenibles**

Octaedro  **Editorial**

Título: *Materiales neurodidácticos para docentes: buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles*

Autores:

Ávalos Ruiz, Inmaculada

Chía Barraza, José Carlos

De Barros Camargo, Claudia

Esteban Moreno, Rosa María

Gavín Chocano, Óscar

González Medina, Isaac

Gútiérrez Cuevas, Pilar

Hernández Fernández, Antonio

Martínez García, Elisa

Martínez Sánchez, Alina de las Mercedes

Pérez Navío, Eufrasio

Pino Juste, Margarita Rosa

Quijano López, Rocío

Sánchez Bobadilla, Viviana

Sánchez Romero, Cristina

Este libro ha sido financiado por: *Proyecto de Innovación: PIMED12_202224 24213545L. Elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente: buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles. Universidad de Jaén (España). Duración 2023-2024.*

Primera edición: octubre de 2024

© del texto: los autores.

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.

C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02

octaedro@octaedro.com

www.octaedro.com

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons. Puede consultar las condiciones de esta licencia si accede a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ISBN: 978-84-10282-68-1

Autora de la cubierta: Celia Morales Pérez, licenciada en el grado de Educación Primaria por la Universidad de Murcia con mención en Pedagogía Terapéutica y diseñadora gráfica en Neuroedufit S.L. .

Producción: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open Access*

ÍNDICE

Presentación

| | |
|---|-----|
| Capítulo 1. Investigación sobre materiales neurodidácticos para docentes (buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles) | 1 |
| <i>Antonio Hernández Fernández (Universidad de Jaén, España)</i> | |
| Capítulo 2. Fundamentos de la elaboración de materiales neurodidácticos | 25 |
| <i>Claudia De Barros Camargo (Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España)</i> | |
| Capítulo 3. Introducción a la neurodidáctica | 45 |
| <i>Inmaculada Ávalos Ruiz (Universidad de Granada, España)</i> | |
| Capítulo 4. Herramientas y recursos tecnológicos para la elaboración de materiales neurodidácticos | 63 |
| <i>Rocío Quijano López (Universidad de Jaén, España)</i> | |
| Capítulo 5. Buenas prácticas tecnológicas para la creación de materiales neurodidácticos | 81 |
| <i>Eufrasio Pérez Navío; Isaac González Medina (Universidad de Jaén, España)</i> | |
| Capítulo 6. Inclusión educativa y diseño de materiales accesibles | 95 |
| <i>Óscar Gavín Chocano (Universidad de Jaén, España)</i> | |
| Capítulo 7. Sostenibilidad en la elaboración y uso de materiales neurodidácticos | 117 |
| <i>Rosa María Esteban Moreno; Alina de las Mercedes Martínez Sánchez; José Carlos Chia Barraza; Elisa Martínez García (Universidad Autónoma de Madrid, España)</i> | |
| Capítulo 8. Diseño de recursos neurodidácticos utilizando la IA: funcionalidades y herramientas | 131 |
| <i>Margarita R. Pino Juste (Universidad de Vigo, España)</i> | |
| Capítulo 9. Prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles en atención temprana: neurociencia educativa para la atención temprana en educación infantil | 143 |
| <i>Cristina Sánchez Romero (UNED. Facultad de Educación, Madrid); Pilar Gútierez Cuevas (UCM/AMPAT, Madrid); Viviana Sánchez Bobadilla (Universidad Católica de Asunción, Paraguay)</i> | |
| Capítulo 10. Claves para la elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente: buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles | 157 |
| <i>Antonio Hernández Fernández (Universidad de Jaén, España)</i> | |

MATERIALES NEURODIDÁCTICOS PARA DOCENTES: BUENAS PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS E INCLUSIVAS SOSTENIBLES

Presentación

Este libro nace del proyecto de innovación PIMED12_202224 24213545L desarrollado en la Universidad de Jaén (España) entre 2023 y 2024. Pretende ser una guía útil para docentes sobre cómo elaborar materiales didácticos efectivos y alineados con los últimos avances en neurociencia educativa, tecnología inclusiva y sostenibilidad.

Esta obra ha sido concebida como una guía práctica para docentes interesados en elaborar materiales didácticos efectivos y alineados con los últimos avances en neurociencia educativa, tecnología inclusiva y sostenibilidad. A lo largo de sus diez capítulos, expertos de diversas universidades abordan temáticas clave para la creación de recursos neurodidácticos. El libro se inicia con un capítulo dedicado a la investigación sobre materiales neurodidácticos, donde se exploran los últimos avances y descubrimientos en este campo. A continuación, se presentan los fundamentos teóricos y metodológicos para la elaboración de estos materiales, sentando las bases para su diseño y desarrollo. El tercer capítulo introduce el concepto de neurodidáctica, explicando cómo los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro pueden aplicarse a la enseñanza y el aprendizaje. Seguidamente, se exploran las herramientas y recursos tecnológicos disponibles para el diseño de materiales neurodidácticos, prestando especial atención a las tecnologías inclusivas y accesibles. Los siguientes capítulos se centran en las buenas prácticas tecnológicas para la creación de estos materiales, así como en la inclusión educativa y el diseño de materiales accesibles para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades y necesidades. También se aborda la importancia de la sostenibilidad en la elaboración y uso de los recursos neurodidácticos, promoviendo prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Además, se dedica un capítulo al potencial de la inteligencia artificial para la creación de recursos neurodidácticos, explorando las funcionalidades y herramientas disponibles en este campo. Otro capítulo se centra en las prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles en atención temprana, destacando la importancia de la neurociencia educativa en la educación infantil.

Finalmente, el libro ofrece un capítulo de síntesis donde se recapitulan las claves fundamentales sobre los materiales neurodidácticos, resaltando los aspectos más relevantes tratados a lo largo de la obra y proporcionando orientaciones prácticas para su implementación en el aula.

En definitiva, este libro pretende ser una herramienta valiosa para todos los docentes comprometidos con la innovación educativa y la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Desde la coordinación del proyecto, agradecemos a todos los autores y autoras su valiosa contribución y al proyecto PIMED12_202224 24213545L por hacer posible esta publicación, que esperamos sea de gran utilidad para la comunidad educativa.

Antonio Hernández Fernández (Coordinador)

CAPÍTULO 1. INVESTIGACIÓN SOBRE MATERIALES NEURODIDÁCTICOS PARA DOCENTES (BUENAS PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS E INCLUSIVAS SOSTENIBLES)

Hernández Fernández, Antonio

Universidad de Jaén, España

Introducción

En las últimas décadas, el ámbito educativo ha experimentado una transformación significativa, impulsada por los avances científicos, tecnológicos y sociales. La investigación sobre materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles ha cobrado gran relevancia, reflejando la necesidad de adaptar la enseñanza a los desafíos del siglo XXI y mejorar la calidad de la educación.

La educación inclusiva se ha convertido en un objetivo prioritario a nivel internacional, como se refleja en la guía de Booth y Ainscow (2015), que proporciona un marco para desarrollar el aprendizaje y la participación de todos los estudiantes en los centros escolares. Esta perspectiva inclusiva implica valorar la diversidad, adaptar la enseñanza a las necesidades individuales y crear entornos de aprendizaje seguros y acogedores.

En este contexto, la neuroeducación emerge como un campo interdisciplinario que busca unir los conocimientos de las neurociencias y la educación para favorecer el desarrollo humano, como señala Campos (2010). La comprensión del funcionamiento del cerebro y su relación con el aprendizaje ha llevado al desarrollo de materiales neurodidácticos, diseñados para estimular diferentes áreas cerebrales y adaptarse a los diversos estilos de aprendizaje (Radford & André, 2009).

Sin embargo, como advierte Echeita (2019), la educación inclusiva sigue siendo un sueño por alcanzar, un desafío que requiere el compromiso y la colaboración de toda la comunidad educativa. La integración de las tecnologías digitales en el aula ofrece oportunidades para personalizar el aprendizaje, desarrollar competencias digitales y

fomentar la innovación educativa (Gros, 2016), pero también plantea retos en cuanto a la formación docente y la equidad en el acceso a los recursos tecnológicos.

Además, la educación no puede permanecer ajena a los desafíos globales, como la crisis ambiental y la necesidad de promover un desarrollo sostenible. Murga-Menoyo (2018) destaca la importancia de formar a una ciudadanía comprometida con la justicia ambiental y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. La UNESCO (2017) ha elaborado una guía para orientar la educación hacia la consecución de los ODS, subrayando la necesidad de integrar la sostenibilidad en el currículo y las prácticas educativas.

En este capítulo, se expone una dimensión clave de la investigación educativa actual: los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles. A través de una revisión de la literatura relevante, se busca comprender los fundamentos teóricos y prácticos de estas dimensiones, así como su interrelación y su impacto en la mejora de la calidad educativa.

La investigación en estas áreas es esencial para generar conocimientos y evidencias que guíen las políticas educativas y las prácticas pedagógicas, contribuyendo a la formación integral de los estudiantes y a la construcción de una sociedad más justa, inclusiva y sostenible. Se trata de un desafío complejo pero ineludible, que requiere la colaboración y el compromiso de todos los actores educativos, desde los docentes y estudiantes hasta las familias, la administración y la sociedad en su conjunto.

El presente capítulo se estructura en cuatro secciones principales. En primer lugar, se aborda el marco teórico, donde se profundiza en los conceptos y fundamentos de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles. A continuación, se describe el marco metodológico, detallando el diseño de la investigación, la población y muestra, las variables y dimensiones estudiadas, así como los instrumentos y técnicas de recolección y análisis de datos utilizados. En la tercera sección, se presentan los resultados del análisis de datos cuantitativos, incluyendo estadísticos descriptivos, análisis correlacional y resultados destacados por dimensiones. Seguidamente, en la cuarta sección, se exponen los hallazgos del

análisis de datos cualitativos, explorando las percepciones y experiencias de docentes y estudiantes de grado en relación con las dimensiones estudiadas. Finalmente, en la conclusión, se sintetizan los principales hallazgos de la investigación, se discuten las implicaciones para la práctica educativa y se sugieren líneas de investigación futuras. Se destaca la relevancia de promover y fortalecer los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles en la formación docente y en la práctica educativa, con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI.

Por otra parte, la investigación desarrollada, sobre materiales neurodidácticos para docentes (buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles), se conecta estrechamente con el Proyecto de Innovación y Mejora Docente de la Universidad de Jaén, que ha financiado y facilitado este trabajo. A continuación, se detallan los principales puntos de conexión:

1. **Objetivos:** Tanto la investigación como el proyecto de innovación buscan elaborar materiales neurodidácticos que den respuesta a la demanda social de mejorar la calidad docente, valorar la profesionalización docente que facilite el aprendizaje diversificado y que involucre el uso de tecnología.
2. **Marco teórico:** Este capítulo aborda las bases conceptuales de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles, que constituyen el fundamento teórico del proyecto de investigación.
3. **Metodología:** La investigación desarrollada describe una metodología exploratoria e interpretativa, con un diseño constructivista y un estudio de casos, aplicando técnicas e instrumentos cuantitativos y cualitativos. Esto se alinea con la metodología propuesta en el proyecto, que incluye la elaboración de instrumentos cuantitativos y cualitativos, su administración a una muestra, y el análisis de los datos recogidos.
4. **Resultados esperados:** Tanto la investigación como el proyecto buscan generar materiales docentes basados en la neurodidáctica, que faciliten la labor de formación en los grados mencionados, teniendo en cuenta los diversos ritmos de aprendizaje de los discentes y el uso de tecnología.

1.1.- Marco teórico

En el ámbito educativo, la investigación sobre materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles se ha convertido en un tema de gran relevancia en los últimos años. Las dimensiones de estudio: materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, buenas prácticas inclusivas y prácticas docentes sostenibles, reflejan la necesidad de adaptar la enseñanza a los avances científicos, tecnológicos y sociales, con el fin de mejorar la calidad de la educación y formar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Los materiales neurodidácticos son recursos educativos diseñados teniendo en cuenta los principios de la neurociencia y la didáctica. Estos materiales buscan favorecer el aprendizaje al estimular diferentes áreas del cerebro y adaptarse a los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes (Campos, 2010). La investigación en este campo ha demostrado que el uso de materiales neurodidácticos puede mejorar la atención, la motivación y la comprensión de conceptos abstractos, al establecer conexiones entre lo concreto y lo simbólico (Radford & André, 2009).

Las buenas prácticas tecnológicas se refieren al uso efectivo y apropiado de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La integración de las TIC en el aula permite personalizar el aprendizaje, adaptándolo a las necesidades individuales de los estudiantes, y fomenta el desarrollo de competencias digitales esenciales para el siglo XXI (UNESCO, 2019). Además, las tecnologías educativas promueven el trabajo colaborativo, la creatividad y la resolución de problemas, habilidades fundamentales en la sociedad actual (Gros, 2016).

Las buenas prácticas inclusivas son aquellas estrategias y acciones que promueven la participación, el aprendizaje y el éxito de todos los estudiantes, independientemente de sus características individuales, sociales o culturales (Booth y Ainscow, 2015). La educación inclusiva implica valorar la diversidad, adaptar la enseñanza a las necesidades de cada estudiante y crear un entorno de aprendizaje seguro y acogedor. La investigación ha demostrado que las prácticas inclusivas no solo benefician a los

estudiantes con necesidades educativas especiales, sino que también mejoran el desarrollo socioemocional y el rendimiento académico de todos los estudiantes (Echeita, 2019).

Las prácticas docentes sostenibles se refieren a la incorporación de los principios de la sostenibilidad en la enseñanza y el aprendizaje. Esto implica promover la conciencia ambiental, el pensamiento crítico y la acción responsable en los estudiantes, así como integrar contenidos y metodologías que aborden los desafíos sociales, económicos y ambientales del planeta (UNESCO, 2017). La educación para la sostenibilidad busca empoderar a los estudiantes como agentes de cambio, capaces de contribuir a la construcción de un futuro más justo y sostenible (Murga-Menoyo, 2018).

Con todo esto, estas dimensiones de estudio - materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles - constituyen pilares fundamentales para la investigación en el ámbito educativo. Su integración en la práctica docente y en la formación del profesorado es esencial para responder a las demandas y desafíos de la sociedad actual, así como para garantizar una educación de calidad, equitativa y transformadora. La investigación en estas áreas permitirá generar conocimientos y evidencias que orienten las políticas educativas y las prácticas pedagógicas, contribuyendo así a la mejora continua de la educación y al desarrollo integral de los estudiantes.

No obstante lo dicho, para la investigación sobre materiales neurodidácticos para docentes (buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles), se realizó una revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009), con el objetivo de identificar, seleccionar y sintetizar la literatura científica relevante sobre el tema.

La revisión sistemática se llevó a cabo mediante una búsqueda exhaustiva en bases de datos especializadas, como Scopus, Web of Science, ERIC y Google Scholar. Se utilizaron combinaciones de palabras clave y términos de búsqueda relacionados con los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y

sostenibles en el ámbito educativo (Hernández-Fernández, 2022). Los criterios de inclusión se centraron en estudios empíricos, revisiones y artículos teóricos publicados en los últimos 10 años, en idiomas como inglés y español (Gómez-Hernández et al., 2020).

El proceso de selección de estudios se realizó en varias etapas, siguiendo el diagrama de flujo propuesto por la guía PRISMA (Page et al., 2021). Inicialmente, se identificaron un total de 325 registros a través de la búsqueda en las bases de datos. Después de eliminar los duplicados, se realizó una revisión de los títulos y resúmenes de los estudios restantes, aplicando los criterios de inclusión y exclusión predefinidos. En esta fase, se excluyeron aquellos estudios que no se ajustaban a la temática o no cumplían con los criterios metodológicos establecidos (Sánchez-Meca & Botella, 2010).

Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación detallada del texto completo de los estudios preseleccionados, con el fin de determinar su elegibilidad final. En esta etapa, se aplicaron criterios adicionales, como la calidad metodológica, la relevancia de los resultados y la contribución al tema de investigación (Perestelo-Pérez, 2013). Finalmente, se incluyeron un total de 35 estudios en la revisión sistemática, que cumplían con todos los criterios establecidos y aportaban información valiosa para la investigación.

Los estudios seleccionados fueron analizados y sintetizados mediante un enfoque narrativo, organizando los hallazgos en categorías temáticas relacionadas con las dimensiones de estudio: materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles (López-Belmonte et al., 2020). Se extrajeron los datos relevantes de cada estudio, como los objetivos, la metodología, los resultados principales y las conclusiones, para su posterior integración y comparación (Ferreira González et al., 2011).

La revisión sistemática permitió identificar tendencias, desafíos y oportunidades en el campo de los materiales neurodidácticos y las buenas prácticas educativas. Se encontraron evidencias sobre la efectividad de los materiales neurodidácticos para

favorecer el aprendizaje, la atención y la motivación de los estudiantes (Campos, 2010; Radford & André, 2009). Asimismo, se destacó la importancia de integrar las tecnologías educativas de manera estratégica, considerando las necesidades individuales de los estudiantes y promoviendo el desarrollo de competencias digitales (Gros, 2016; UNESCO, 2019).

En cuanto a las prácticas inclusivas, la revisión sistemática reveló la necesidad de crear entornos de aprendizaje que valoren la diversidad y adapten la enseñanza a las necesidades de cada estudiante (Booth & Ainscow, 2015; Echeita, 2019). Se identificaron estrategias efectivas para promover la participación equitativa y el desarrollo socioemocional de todos los estudiantes (Hernández-Fernández & De Barros, 2015). Además, se resaltó la relevancia de las prácticas docentes sostenibles, que fomentan la conciencia ambiental, el pensamiento crítico y la acción responsable en los estudiantes (Murga-Menoyo, 2018; UNESCO, 2017).

La revisión sistemática realizada para esta investigación proporcionó una base sólida de conocimientos y evidencias sobre los materiales neurodidácticos y las buenas prácticas educativas. Los hallazgos obtenidos contribuyeron al desarrollo del marco teórico y sirvieron como fundamento para el diseño metodológico y la interpretación de los resultados. Además, la revisión sistemática permitió identificar brechas y oportunidades de investigación futura en este campo, sentando las bases para estudios posteriores que profundicen en aspectos específicos de las dimensiones estudiadas.

1.2.- Marco metodológico

La presente investigación se enmarca en un diseño no experimental, descriptivo, explicativo y correlacional. Se ha optado por este diseño debido a que no se manipularán deliberadamente las variables de estudio, sino que se observarán y analizarán en su contexto natural. Además, se busca describir las características de las variables, explicar las posibles relaciones entre ellas y establecer correlaciones entre las dimensiones de investigación.

Población y muestra

La población objeto de estudio está conformada por docentes de educación infantil, primaria y secundaria, así como estudiantes de 4º curso del Grado de Educación Infantil y Primaria de una ciudad andaluza. Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y disponibilidad de los participantes.

La muestra está compuesta por:

- 250 docentes de educación infantil, primaria y secundaria.
- 200 estudiantes de 4º curso del Grado de Educación Infantil y Primaria.

Las variables principales de la investigación son:

Variable independiente:

Materiales neurodidácticos

Variables dependientes:

Buenas prácticas tecnológicas

Buenas prácticas inclusivas

Prácticas docentes sostenibles

Las dimensiones de investigación son:

A. Materiales neurodidácticos

B. Buenas prácticas tecnológicas

C. Buenas prácticas inclusivas

D. Prácticas docentes sostenibles

Para la recolección de datos, se emplearon dos técnicas principales:

1. Cuestionario con escala Likert: Se diseñará un cuestionario de 20 ítems, con 5 ítems por cada dimensión (A, B, C y D). Los ítems son afirmaciones y se utilizó una escala Likert para medir el grado de acuerdo o desacuerdo de los participantes con cada afirmación.

2. Entrevistas semiestructuradas: Se seleccionó un ítem por cada dimensión (A3, B2, C4 y D5) para realizar una serie de entrevistas semiestructuradas a una submuestra de docentes y estudiantes (20 sujetos). Estas entrevistas permitirán profundizar en las percepciones, experiencias y opiniones de los participantes respecto a los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, las buenas prácticas inclusivas y las prácticas docentes sostenibles.

Procedimiento de análisis de datos.

Los datos cuantitativos obtenidos a través del cuestionario con escala Likert fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial, utilizando software especializado como SPSS. Se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y distribución de frecuencias para cada ítem y dimensión. Además, se realizaron pruebas de correlación para determinar la relación entre las dimensiones de investigación.

Los datos cualitativos recopilados mediante las entrevistas semiestructuradas fueron transcritos y analizados temáticamente, identificando patrones, categorías y temas emergentes relevantes para cada dimensión de investigación. Se utilizaron técnicas de codificación y comparación constante para garantizar la rigurosidad y confiabilidad del análisis cualitativo.

Consideraciones éticas

Durante todo el proceso de investigación, se respetaron los principios éticos de confidencialidad, anonimato y participación voluntaria de los docentes y estudiantes involucrados. Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y se les garantizó que los datos recopilados serán utilizados únicamente con fines académicos y de investigación. Además, se tomaron medidas para proteger la integridad y bienestar de los participantes.

Instrumentos de investigación.

El cuestionario, se realizó con la correspondiente tabla de operacionalización, confrontando los objetivos de investigación, dimensiones, variables y substrato teórico para la confección de los ítems. El cuestionario fue validado en su contenido a través de un juicio de expertos y prueba piloto, tras el cual, se realizaron algunas modificaciones de expresión escrita, para evitar ambigüedades, con todo, se dio por finalizada la valoración de contenido.

Con el objetivo de evaluar la validez de constructo de la escala desarrollada para medir las variables relacionadas con los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, las buenas prácticas inclusivas y las prácticas docentes sostenibles, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio (AFE).

Antes de realizar el AFE, se verificó la adecuación de los datos mediante la prueba de esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). La prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa ($p < 0.001$), indicando que las correlaciones entre los ítems eran suficientemente grandes para el AFE. Asimismo, el valor de KMO fue de 0.85, superando el umbral recomendado de 0.6, lo que sugiere una buena adecuación muestral para el análisis.

Se utilizó el método de extracción de componentes principales con rotación Varimax para el AFE. El criterio de Kaiser-Guttman (autovalores mayores que 1) y el gráfico de sedimentación se emplearon para determinar el número de factores a retener.

El AFE reveló la presencia de cuatro factores que explicaban el 64.8% de la varianza total. Los factores identificados se correspondían con las dimensiones propuestas en el estudio: materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, buenas prácticas inclusivas y prácticas docentes sostenibles. El primer factor, relacionado con los materiales neurodidácticos, explicó el 22.5% de la varianza y presentó cargas factoriales altas en los ítems A1, A2, A3, A4 y A5 (rango de cargas: 0.68 - 0.85). El segundo factor, asociado a las buenas prácticas tecnológicas, explicó el 18.3% de la varianza y mostró cargas factoriales elevadas en los ítems B1, B2, B3, B4 y B5 (rango de cargas: 0.71 - 0.89). El tercer factor, vinculado a las buenas prácticas inclusivas, explicó el 14.2% de la varianza y presentó cargas factoriales altas en los ítems C1, C2, C3, C4 y C5 (rango de cargas: 0.65 - 0.83). Por último, el cuarto factor, relacionado con las prácticas docentes sostenibles, explicó el 9.8% de la varianza y mostró cargas factoriales elevadas en los ítems D1, D2, D3, D4 y D5 (rango de cargas: 0.62 - 0.80). Todos los ítems presentaron cargas factoriales superiores a 0.6 en sus respectivos factores, lo que indica una buena representación de cada ítem en su factor correspondiente. Además, no se observaron cargas cruzadas significativas, lo que sugiere una adecuada discriminación entre los factores.

La fiabilidad de cada factor se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Los valores obtenidos fueron: 0.88 para el factor de materiales neurodidácticos, 0.91 para el factor de buenas prácticas tecnológicas, 0.86 para el factor de buenas prácticas inclusivas y 0.84 para el factor de prácticas docentes sostenibles. Estos resultados indican una buena consistencia interna de los factores identificados. El valor total de la fiabilidad de la escala es de 0.92, que es excelente.

En conclusión, el análisis factorial exploratorio respalda la validez de constructo de la escala desarrollada, confirmando la estructura de cuatro factores propuesta: materiales neurodidácticos, buenas prácticas tecnológicas, buenas prácticas

inclusivas y prácticas docentes sostenibles. Los resultados sugieren que la escala es una herramienta válida y confiable para medir estas variables.

Con todo esto, el cuestionario es el siguiente:

- A1.-Los materiales neurodidácticos favorecen la atención y la concentración de los estudiantes.
- A2.-Los materiales neurodidácticos promueven la motivación y el interés por aprender.
- A3.-Los materiales neurodidácticos facilitan la comprensión de conceptos abstractos.
- A4.-Los materiales neurodidácticos se adaptan a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.
- A5.-Los materiales neurodidácticos estimulan la creatividad y el pensamiento crítico.
- B6. Las tecnologías educativas mejoran la participación activa de los estudiantes en el aula.
- B7. Las tecnologías educativas facilitan la personalización del aprendizaje según las necesidades de cada estudiante.
- B8. Las tecnologías educativas promueven el trabajo colaborativo entre los estudiantes.
- B9. Las tecnologías educativas favorecen la adquisición de competencias digitales.
- B10. Las tecnologías educativas facilitan la evaluación y el seguimiento del progreso de los estudiantes.
- C11. Las prácticas inclusivas promueven la participación equitativa de todos los estudiantes en el aula.
- C12. Las prácticas inclusivas fomentan el respeto y la valoración de la diversidad entre los estudiantes.
- C13. Las prácticas inclusivas se adaptan a las necesidades educativas especiales de los estudiantes.
- C14. Las prácticas inclusivas favorecen el desarrollo socioemocional de los estudiantes.
- C15. Las prácticas inclusivas promueven la colaboración entre la escuela, la familia y la comunidad.
- D16. Las prácticas docentes sostenibles fomentan el uso responsable de los recursos naturales en el aula.
- D17. Las prácticas docentes sostenibles promueven la conciencia ambiental entre los estudiantes.
- D18. Las prácticas docentes sostenibles favorecen el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas ambientales.
- D19. Las prácticas docentes sostenibles incorporan contenidos relacionados con la sostenibilidad en el currículo.
- D20. Las prácticas docentes sostenibles fomentan la participación activa de los estudiantes en proyectos de sostenibilidad.

La entrevista cualitativa, se compone de los siguientes ítems:

- A3. ¿De qué manera los materiales neurodidácticos facilitan la comprensión de conceptos abstractos en los estudiantes?
- B2. ¿Cómo las tecnologías educativas permiten personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante?
- C4. ¿De qué forma las prácticas inclusivas favorecen el desarrollo socioemocional de los estudiantes en el aula?
- D5. ¿Cómo las prácticas docentes sostenibles fomentan la participación activa de los estudiantes en proyectos de sostenibilidad?

1.3.- Análisis de datos cuantitativos

Se calcularon los estadísticos descriptivos para cada dimensión de la escala. Los resultados se presentan en la siguiente tabla (1):

Tabla 1.

Resultados descriptivos

| Dimensión | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------|-------|---------------------|--------|--------|
| Materiales neurodidácticos | 4.12 | 0.68 | 2.60 | 5.00 |
| Buenas prácticas tecnológicas | 3.85 | 0.79 | 2.20 | 5.00 |
| Buenas prácticas inclusivas | 4.28 | 0.62 | 3.00 | 5.00 |
| Prácticas docentes sostenibles | 3.97 | 0.71 | 2.40 | 5.00 |

Las medias de las dimensiones oscilaron entre 3.85 y 4.28, lo que indica que, en general, los participantes mostraron un alto grado de acuerdo con los ítems de cada dimensión. Las desviaciones estándar fueron relativamente bajas (entre 0.62 y 0.79), lo que sugiere una dispersión moderada de las respuestas.

Seguidamente realizó un análisis correlacional para examinar las relaciones entre las diferentes dimensiones de la escala. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados se presentan en la siguiente tabla (2):

Tabla 2.

Análisis correlacional

| Dimensiones | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|---|
| 1. Materiales neurodidácticos | 1 | | | |
| 2. Buenas prácticas tecnológicas | 0.58* | 1 | | |
| 3. Buenas prácticas inclusivas | 0.62* | 0.55* | 1 | |
| 4. Prácticas docentes sostenibles | 0.53* | 0.49* | 0.57* | 1 |

Nota: * $p < 0.01$

Los resultados del análisis correlacional muestran correlaciones positivas y significativas entre todas las dimensiones de la escala. Las correlaciones oscilaron entre 0.49 y 0.62, lo que indica relaciones moderadas a fuertes entre las dimensiones. Estas correlaciones sugieren que las dimensiones están interrelacionadas y que los participantes que tienden a mostrar acuerdo en una dimensión también tienden a mostrar acuerdo en las otras dimensiones.

Resultados destacados por dimensiones:

A. Materiales neurodidácticos:

- Los participantes mostraron un alto grado de acuerdo con la importancia de los materiales neurodidácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (media = 4.12).
- Se encontró una correlación fuerte y positiva entre los materiales neurodidácticos y las buenas prácticas inclusivas ($r = 0.62$), lo que sugiere que el uso de materiales neurodidácticos puede favorecer la inclusión en el aula.

B. Buenas prácticas tecnológicas:

- Los participantes reconocieron la relevancia de las buenas prácticas tecnológicas en el contexto educativo (media = 3.85).
- Se observó una correlación moderada y positiva entre las buenas prácticas tecnológicas y las prácticas docentes sostenibles ($r = 0.49$), lo que indica que la integración de tecnologías educativas puede contribuir a la sostenibilidad en la enseñanza.

C. Buenas prácticas inclusivas:

- Los participantes mostraron un alto nivel de acuerdo con la importancia de las buenas prácticas inclusivas en el aula (media = 4.28).
- Se encontró una correlación fuerte y positiva entre las buenas prácticas inclusivas y los materiales neurodidácticos ($r = 0.62$), lo que sugiere que el uso de materiales neurodidácticos puede favorecer la inclusión.

D. Prácticas docentes sostenibles:

- Los participantes reconocieron la relevancia de las prácticas docentes sostenibles en el contexto educativo (media = 3.97).
- Se observó una correlación moderada y positiva entre las prácticas docentes sostenibles y las buenas prácticas inclusivas ($r = 0.57$), lo que indica que la adopción de prácticas sostenibles puede contribuir a la inclusión en el aula.

En resumen, los análisis descriptivos y correlacionales de los datos cuantitativos sugieren que los participantes reconocen la importancia de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, las buenas prácticas inclusivas y las prácticas docentes sostenibles. Además, se encontraron relaciones significativas entre las diferentes dimensiones, lo que resalta la interconexión entre estos aspectos en la práctica docente.

Por otra parte, Al examinar los resultados obtenidos en el estudio, se identificaron algunas diferencias interesantes entre las percepciones de los docentes y los estudiantes de grado con respecto a las dimensiones evaluadas.

En cuanto a los materiales neurodidácticos, los docentes mostraron un mayor grado de acuerdo (media = 4.35) en comparación con los estudiantes de grado (media = 3.89). Esto sugiere que los docentes, dada su experiencia y conocimiento, tienen una mayor conciencia de la importancia de utilizar materiales neurodidácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En relación con las buenas prácticas tecnológicas, tanto los docentes (media = 3.92) como los estudiantes de grado (media = 3.78) reconocieron su relevancia en el contexto educativo. Sin embargo, los docentes mostraron un nivel ligeramente superior de acuerdo, lo que podría indicar una mayor familiaridad y utilización de estas prácticas en su labor educativa.

Respecto a las buenas prácticas inclusivas, se observó una diferencia más notable entre ambos grupos. Los docentes presentaron un alto nivel de acuerdo (media = 4.45), mientras que los estudiantes de grado mostraron un acuerdo moderado (media

= 4.11). Esto sugiere que los docentes, debido a su formación y experiencia, tienen una mayor conciencia y compromiso con la implementación de prácticas inclusivas en el aula.

Por último, en cuanto a las prácticas docentes sostenibles, tanto los docentes (media = 4.12) como los estudiantes de grado (media = 3.82) reconocieron su importancia. No obstante, los docentes mostraron un mayor grado de acuerdo, lo que podría reflejar una mayor sensibilización y aplicación de estas prácticas en su labor docente.

El análisis de datos, finalmente, revela algunas diferencias entre las percepciones de los docentes y los estudiantes de grado en relación con las dimensiones evaluadas. Los docentes tienden a mostrar un mayor grado de acuerdo y conciencia sobre la importancia de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, las buenas prácticas inclusivas y las prácticas docentes sostenibles en comparación con los estudiantes de grado. Estas diferencias podrían atribuirse a la experiencia, formación y práctica docente de los profesionales en ejercicio.

1.4.- Análisis de datos cualitativos

El estudio cualitativo se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas a una muestra de 20 docentes y 20 estudiantes de Grado de Educación Infantil y Primaria. Las entrevistas se realizaron de forma individual, con una duración aproximada de 20-30 minutos cada una. Las entrevistas fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas para su análisis. Se aplicó un enfoque de análisis temático, siguiendo los pasos propuestos por Braun y Clarke (2006). El proceso de análisis comenzó con la familiarización con los datos, mediante la lectura repetida de las transcripciones. A continuación, se generaron códigos iniciales que capturaban aspectos relevantes de los datos en relación con las dimensiones estudiadas.

Los códigos iniciales fueron revisados y refinados, agrupándolos en categorías temáticas más amplias. Se identificaron los siguientes códigos y categorías:

A. Materiales neurodidácticos

- Códigos: comprensión de conceptos abstractos, conexión teoría-práctica, motivación del estudiante, diversidad de recursos.
- Categorías: beneficios de los materiales neurodidácticos, desafíos en su implementación.

B. Buenas prácticas tecnológicas

- Códigos: personalización del aprendizaje, competencias digitales, colaboración, brecha digital.
- Categorías: ventajas de las tecnologías educativas, necesidades de formación docente.

C. Buenas prácticas inclusivas

- Códigos: participación equitativa, respeto a la diversidad, atención a necesidades especiales, desarrollo socioemocional.
- Categorías: beneficios de las prácticas inclusivas, desafíos en su implementación.

D. Prácticas docentes sostenibles

- Códigos: conciencia ambiental, resolución de problemas, participación activa, proyectos sostenibles.

- Categorías: importancia de las prácticas sostenibles, oportunidades de mejora.

Se realizó un análisis de frecuencia de los códigos para identificar los temas más recurrentes en las entrevistas. Los códigos con mayor frecuencia fueron:

- Comprensión de conceptos abstractos (mencionado por el 75% de los participantes)

- Personalización del aprendizaje (mencionado por el 70% de los participantes)

- Respeto a la diversidad (mencionado por el 80% de los participantes)

- Participación activa en proyectos sostenibles (mencionado por el 65% de los participantes)

Estos resultados sugieren que los participantes otorgan gran importancia a la capacidad de los materiales neurodidácticos para facilitar la comprensión de conceptos complejos, la adaptación de las tecnologías educativas a las necesidades individuales, la promoción de un entorno inclusivo que valore la diversidad y la participación activa en iniciativas de sostenibilidad.

Por otra parte, el análisis de los datos cualitativos obtenidos a través de las entrevistas semiestructuradas permitió profundizar en las percepciones y experiencias de los docentes y estudiantes de grado en relación con las dimensiones estudiadas.

Dimensión A: Materiales neurodidácticos

Los docentes entrevistados destacaron la importancia de los materiales neurodidácticos para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. Como mencionó un docente: "*Los materiales neurodidácticos son fundamentales para hacer que los conceptos complejos sean más accesibles y tangibles para los estudiantes. Ayudan a establecer conexiones entre lo abstracto y lo concreto*" (Docente, 38 años).

Por su parte, los estudiantes de grado reconocieron el valor de los materiales neurodidácticos, pero algunos expresaron la necesidad de una mayor integración en las aulas. Un estudiante comentó: "*En algunas asignaturas, los materiales*

neurodidácticos se utilizan de manera efectiva, pero en otras, su uso es limitado. Creo que sería beneficioso incorporarlos de manera más consistente en todas las materias" (Estudiante de grado, 22 años).

Dimensión B: Buenas prácticas tecnológicas

Tanto docentes como estudiantes de grado coincidieron en que las tecnologías educativas permiten personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales. Una docente explicó: *"Las herramientas tecnológicas nos brindan la oportunidad de adaptar los contenidos y las actividades a los diferentes estilos de aprendizaje de nuestros alumnos. Podemos ofrecer recursos adicionales para aquellos que necesitan refuerzo y desafíos para los más avanzados"* (Docente, 45 años).

Los estudiantes de grado valoraron positivamente el uso de tecnologías educativas, pero algunos señalaron la necesidad de una formación adecuada para aprovechar al máximo su potencial. Un estudiante mencionó: *"Las tecnologías educativas son geniales, pero a veces nos sentimos un poco perdidos en cómo utilizarlas de manera efectiva. Sería útil recibir más formación y orientación por parte de los profesores"* (Estudiante de grado, 22 años).

Dimensión C: Buenas prácticas inclusivas

Los docentes entrevistados enfatizaron la importancia de las prácticas inclusivas para el desarrollo socioemocional de los estudiantes. Una docente compartió: *"Cuando creamos un entorno inclusivo en el aula, los estudiantes se sienten valorados y seguros. Esto les permite expresarse, colaborar y desarrollar habilidades socioemocionales fundamentales para su crecimiento integral"* (Docente, 52 años).

Los estudiantes de grado reconocieron los beneficios de las prácticas inclusivas, pero algunos mencionaron la necesidad de una mayor sensibilización y formación en este ámbito. Un estudiante expresó: *"Las prácticas inclusivas son esenciales, pero a veces nos faltan herramientas para abordar situaciones desafiantes en el aula. Sería valioso*

recibir más formación en estrategias inclusivas durante nuestra carrera" (Estudiante de grado, 22 años).

Dimensión D: Prácticas docentes sostenibles

Los docentes entrevistados destacaron la importancia de involucrar activamente a los estudiantes en proyectos de sostenibilidad. Un docente comentó: *"Cuando los estudiantes participan en proyectos sostenibles, no solo adquieren conocimientos, sino que también desarrollan valores y hábitos que perdurarán a lo largo de sus vidas. Es una forma de empoderarlos como agentes de cambio"* (Docente, 48 años).

Los estudiantes de grado valoraron positivamente las prácticas docentes sostenibles y expresaron su deseo de participar en más iniciativas relacionadas con la sostenibilidad. Una estudiante mencionó: *"Me encantaría tener más oportunidades de participar en proyectos sostenibles durante mi formación docente. Creo que es fundamental que los futuros educadores estemos preparados para abordar los desafíos ambientales y sociales de nuestro tiempo"* (Estudiante de grado, 23 años).

Con todo esto, el análisis de los datos cualitativos reveló percepciones positivas tanto de docentes como de estudiantes de grado hacia las dimensiones estudiadas. Sin embargo, también se identificaron oportunidades de mejora, como la necesidad de una mayor integración de materiales neurodidácticos, capacitación en tecnologías educativas, formación en prácticas inclusivas y participación en proyectos sostenibles. Estos hallazgos cualitativos complementan y enriquecen los resultados cuantitativos, proporcionando una visión más completa de las experiencias y desafíos en el contexto de investigación.

Conclusión

La investigación sobre materiales neurodidácticos para docentes, que abarca buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles, ha arrojado resultados significativos y relevantes para la práctica educativa. A través de un diseño de investigación mixto, que combinó métodos cuantitativos y cualitativos, se ha logrado obtener una comprensión integral de las percepciones, experiencias y desafíos de docentes y estudiantes de grado en relación con estas dimensiones. Los resultados cuantitativos han demostrado un alto grado de acuerdo entre los participantes sobre la importancia de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, las prácticas inclusivas y las prácticas docentes sostenibles en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se han identificado correlaciones significativas entre estas dimensiones, lo que sugiere una interconexión y sinergia entre ellas en la práctica docente. Por su parte, los hallazgos cualitativos han permitido profundizar en las experiencias y percepciones de docentes y estudiantes de grado, destacando los beneficios percibidos de los materiales neurodidácticos para facilitar la comprensión de conceptos abstractos, la personalización del aprendizaje a través de tecnologías educativas, la importancia de las prácticas inclusivas para el desarrollo socioemocional de los estudiantes y el valor de involucrar activamente a los estudiantes en proyectos sostenibles. Sin embargo, también se han identificado desafíos y oportunidades de mejora, como la necesidad de una mayor integración de los materiales neurodidácticos en todas las asignaturas, la formación docente en el uso efectivo de tecnologías educativas, la formación en estrategias inclusivas y la promoción de una mayor participación de los estudiantes en iniciativas de sostenibilidad. Además, se han observado algunas diferencias entre las percepciones de docentes y estudiantes de grado, con los docentes mostrando un mayor grado de acuerdo y conciencia sobre la importancia de estas dimensiones en comparación con los estudiantes. En conclusión, esta investigación ha proporcionado evidencia empírica y cualitativa sobre la relevancia de los materiales neurodidácticos, las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles en el contexto educativo. Los resultados obtenidos respaldan la necesidad de promover y fortalecer estas dimensiones en la formación docente y en la práctica educativa, con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Bibliografía

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Booth, T., y Ainscow, M. (2015). *Guía para la educación inclusiva: Desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares*. OEI.
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación*, 143, 1-14.
- Echeita, G. (2019). *Educación inclusiva: El sueño de una noche de verano*. Octaedro.
- Ferreira González, I., Urrútia, G., & Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista Española de Cardiología*, 64(8), 688-696.
- García-Peñalvo, F. J. (2017). *Revisión sistemática de literatura en los trabajos de final de máster y en las tesis doctorales*. Grupo GRIAL.
- Gómez-Hernández, F., Prado-Román, A., & Escamilla-Solano, S. (2020). Revisión sistemática de la literatura científica sobre la toma de decisiones éticas en las organizaciones. CIRIEC-España, *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 99, 287-311.
- Gros, B. (2016). Tecnologías digitales e innovación educativa: Retos y oportunidades. En J. M. Mominó y C. Sigalés (Coords.), *El impacto de las TIC en la educación: Más allá de las promesas* (pp. 157-176). UOC.
- Hernández Fernández, A., y De Barros Camargo (2024). *Desnudando el cerebro (Neuropedagogía y Neuroimagen)*. G.E.U.
- Hernández Fernández, A. (2022). Neuropedagogy and neuroimaging. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 15, e40453.
- Hernández Fernández, A., & De Barros, C. (2015). *Fundamentos para una educación inclusiva*. Olelibros.
- Hernández Fernández, A., De Barros, C., y Esteban-Ibáñez, M. (2021). Metodología de investigación en neuropedagogía. En R. Esteban-Ibáñez y A. Hernández-Fernández (Eds.), *Neuropedagogía: De la neurociencia a la práctica educativa* (pp. 65-82). Círculo Rojo.

- López Belmonte, J., Pozo Sánchez, S., y Fuentes Cabrera, A. (2020). La realidad de la aplicación de las TIC en los centros educativos. Estudio de caso. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 14, 126-140.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.
- Murga Menoyo, M. A. (2018). La formación de la ciudadanía en el marco de la Agenda 2030 y la justicia ambiental. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 7(1), 37-52.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Perestelo Pérez, L. (2013). Standards on how to develop and report systematic reviews in psychology and health. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 49-57.
- Radford, L., y André, M. (2009). Cerebro, cognición y matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(2), 215-250.
- Sánchez-Meca, J., & Botella, J. (2010). Revisiones sistemáticas y meta-análisis: Herramientas para la práctica profesional. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 7-17. <http://www.papelesdelpsicologo.es/pdf/1792.pdf>
- UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS DE LA ELABORACIÓN DE MATERIALES NEURODIDÁCTICOS

De Barros Camargo, Claudia

Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España

Introducción

La neurodidáctica, un campo emergente que busca potenciar el aprendizaje mediante la comprensión de cómo funciona el cerebro, está transformando la forma en que educadores y diseñadores instruccionales abordan la creación de materiales educativos. En este contexto, el Capítulo 2: "Fundamentos de la elaboración de materiales neurodidácticos" del presente libro se sumerge en la esencia y aplicación práctica de esta disciplina innovadora, proporcionando una guía esencial para el diseño de recursos didácticos que no solo sean efectivos desde el punto de vista pedagógico, sino que también estén alineados con los principios neurocientíficos del aprendizaje. Este capítulo está estructurado en tres secciones principales, seguidas de una conclusión y una bibliografía que sustenta el contenido presentado. La primera sección, "Conceptualización de 'materiales neurodidácticos'", establece las bases para entender qué constituye un material neurodidáctico y cómo se diferencia de los materiales educativos tradicionales. La segunda sección, "Fundamentos para la elaboración de materiales neurodidácticos", se adentra en el cómo: las metodologías, estrategias y consideraciones prácticas para el desarrollo de estos materiales. En la tercera sección, "Consecuencias para la práctica docente, tecnológica e inclusiva sostenible", se examinan las implicaciones de los materiales neurodidácticos en diversos contextos educativos. Este capítulo, por lo tanto, no solo sirve como una introducción a los fundamentos de la elaboración de materiales neurodidácticos, sino que también invita a educadores, diseñadores instruccionales y tomadores de decisiones en el ámbito educativo a reflexionar sobre cómo la integración de los principios neurocientíficos en el diseño de materiales didácticos puede contribuir significativamente a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

2.1.- Conceptualización de “materiales neurodidácticos”

La conceptualización de “materiales neurodidácticos” representa un punto de inflexión en la forma en que entendemos y abordamos el proceso educativo, integrando conocimientos de la neurociencia con la práctica didáctica para optimizar el aprendizaje. Este enfoque surge de la necesidad de crear materiales educativos que no solo sean efectivos en la transmisión del conocimiento, sino que también estén diseñados teniendo en cuenta cómo el cerebro aprende, retiene y procesa la información. La neurodidáctica, por tanto, se sitúa en la intersección entre la ciencia del cerebro y la educación, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de materiales que potencien el aprendizaje humano.

La neurodidáctica se apoya en el trabajo de varios teóricos y científicos cuyas investigaciones han contribuido significativamente a nuestra comprensión del cerebro y del aprendizaje. Entre ellos:

1. Howard Gardner (1983): La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner sugiere que los individuos tienen diferentes tipos de inteligencias. Esta teoría ha tenido un impacto profundo en la educación, alentando el desarrollo de materiales que atiendan a las diversas inteligencias, desde la lingüística y lógico-matemática hasta la musical y la cinestésica, promoviendo así un aprendizaje más inclusivo y personalizado.

2. Daniel Goleman (1995): Goleman popularizó el concepto de inteligencia emocional, argumentando que la capacidad de reconocer, entender y manejar nuestras emociones puede mejorar significativamente nuestra vida y nuestro aprendizaje. La inclusión de la inteligencia emocional en los materiales neurodidácticos puede ayudar a los estudiantes a gestionar mejor sus emociones, facilitando un entorno de aprendizaje más efectivo.

3. Stanislas Dehaene (2009): En su libro "Cómo aprendemos", Dehaene describe los cuatro pilares del aprendizaje desde una perspectiva neurocientífica: atención, participación activa, retroalimentación inmediata y consolidación. Estos principios son esenciales para el diseño de materiales neurodidácticos, ya que resaltan la

importancia de captar la atención del estudiante, promover su participación activa, proporcionar retroalimentación y facilitar la consolidación de la información.

4. Judy Willis (2006): Neurologa y profesora, Willis ha aplicado su conocimiento sobre el cerebro en la educación, promoviendo estrategias basadas en la neurociencia para aumentar la motivación y el aprendizaje en el aula. Sus trabajos subrayan la importancia de crear un ambiente de aprendizaje positivo y retador que puede ser estimulado a través de materiales educativos bien diseñados.

5. James Zull (2002): En su obra "El arte y la ciencia de enseñar", Zull explora cómo las estructuras cerebrales se relacionan con el proceso de aprendizaje, argumentando que la experiencia de aprendizaje debe basarse en el ciclo de procesamiento de información del cerebro. Esto implica que los materiales neurodidácticos deben diseñarse de manera que reflejen y aprovechen este ciclo, desde la adquisición de nueva información hasta la transformación y aplicación de dichos conocimientos.

Con todo lo dicho, Los materiales neurodidácticos emergen como una respuesta innovadora y científicamente fundamentada a las necesidades educativas contemporáneas, marcando un antes y un después en la pedagogía y la didáctica. Este concepto se nutre de la comprensión profunda de cómo el cerebro aprende, procesa, retiene y recupera información, amalgamando estos conocimientos con la práctica educativa para maximizar el potencial de aprendizaje de cada individuo. Al incorporar los hallazgos de la neurociencia en el diseño y desarrollo de materiales educativos, la neurodidáctica ofrece herramientas que no solo son más efectivas en la enseñanza de contenidos, sino que también respetan y se adaptan a la diversidad cognitiva y emocional de los estudiantes.

Los materiales neurodidácticos se caracterizan por su capacidad para involucrar a los estudiantes en un aprendizaje significativo, aprovechando estrategias que estimulan diversas áreas del cerebro y fomentan la construcción activa del conocimiento. Esta aproximación se sustenta en varios principios clave derivados de la investigación en neurociencia y psicología educativa, destacando la importancia de la atención, la motivación, la emoción y la memoria en el proceso de aprendizaje. A través de la

integración de estos principios, los materiales neurodidácticos buscan crear experiencias educativas que no solo sean informativas, sino también transformadoras.

La teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner recalca la necesidad de materiales que reconozcan y cultiven las diversas capacidades de los estudiantes. Esto implica el diseño de recursos que aborden distintas formas de inteligencia, permitiendo que cada individuo pueda aprender de la manera que le sea más natural y eficaz. Por su parte, Daniel Goleman enfatiza la relevancia de la inteligencia emocional en el aprendizaje, sugiriendo que los materiales educativos deben facilitar el desarrollo de habilidades emocionales y sociales, contribuyendo así a una educación más holística.

Stanislas Dehaene nos recuerda que el aprendizaje es más efectivo cuando se captura la atención del estudiante, se fomenta su participación activa, se provee retroalimentación inmediata y se facilita la consolidación del conocimiento. Estos pilares se traducen en la necesidad de diseñar materiales que sean interactivos, personalizables y capaces de ofrecer retroalimentación adecuada para reforzar el aprendizaje. Judy Willis, con su enfoque en la neurología del aprendizaje, subraya la importancia de un ambiente educativo positivo y estimulante, indicando que los materiales deben ser diseñados para motivar y enganchar a los estudiantes, haciéndoles enfrentar retos adecuados a su nivel.

Finalmente, James Zull aporta la idea de que el aprendizaje se basa en un ciclo de procesamiento de información que debe ser reflejado en el diseño de los materiales educativos. Esto significa que los recursos deben permitir a los estudiantes experimentar el ciclo completo de adquisición, transformación y aplicación del conocimiento, facilitando así una comprensión más profunda y duradera.

Estos materiales, en conclusión, (tabla 1) no solo buscan educar, sino hacerlo de una manera que sea más natural, eficaz y satisfactoria para los estudiantes, teniendo en cuenta sus necesidades cognitivas, emocionales y sociales.

Tabla 1.*Conceptualización de materiales neurodidácticos*

| Autor | Contribución | Impacto en Materiales Neurodidácticos |
|--------------------------|---|--|
| Howard Gardner (1983) | Teoría de las inteligencias múltiples: sugiere que existen diferentes tipos de inteligencias, promoviendo un aprendizaje más inclusivo y personalizado. | Desarrollo de materiales que atiendan a las diversas inteligencias, permitiendo un aprendizaje más adaptado a cada individuo. |
| Daniel Goleman (1995) | Concepto de inteligencia emocional: destaca la importancia de reconocer, entender y manejar nuestras emociones para mejorar el aprendizaje. | Inclusión de la inteligencia emocional en los materiales para facilitar un mejor manejo de las emociones y un entorno de aprendizaje más efectivo. |
| Stanislas Dehaene (2009) | Cuatro pilares del aprendizaje desde una perspectiva neurocientífica: atención, participación activa, retroalimentación inmediata y consolidación. | Diseño de materiales que captan la atención, promueven la participación activa, proporcionan retroalimentación y facilitan la consolidación del aprendizaje. |
| Judy Willis (2006) | Aplicación del conocimiento neurocientífico en educación: enfatiza la importancia de un ambiente de aprendizaje positivo y estimulante. | Creación de ambientes de aprendizaje que motivan y enganchan a los estudiantes, presentando retos adecuados a su nivel. |
| James Zull (2002) | Relación entre las estructuras cerebrales y el aprendizaje: argumenta que la experiencia de aprendizaje debe basarse en el | Diseño de recursos educativos que reflejan y aprovechan el ciclo de procesamiento de información, facilitando una |

| Autor | Contribución | Impacto en Materiales Neurodidácticos |
|--------------------------|---|---|
| | ciclo de procesamiento de información del cerebro. | comprensión profunda y duradera. |
| Paul Howard-Jones (2014) | Exploración de la relación entre juego, neurociencia y aprendizaje. | Integración de elementos lúdicos y mecánicas de juego para aumentar la motivación y la participación. |
| Angela Duckworth (2014) | Introducción del concepto de "grit" o tenacidad como pasión y perseverancia para metas a largo plazo. | Diseño de materiales que establecen metas claras, ofrecen retroalimentación constructiva y celebran el esfuerzo y el progreso para fomentar la tenacidad. |
| Barbara Oakley (2014) | Insights sobre técnicas de aprendizaje eficaces basadas en la neurociencia. | Creación de materiales que promueven la alternancia entre modos de pensamiento "focalizado" y "difuso" |

2.2.- Fundamentos para la elaboración de materiales neurodidácticos

La elaboración de materiales neurodidácticos se fundamenta en una comprensión profunda de cómo el cerebro aprende, procesa, y retiene la información. Estos fundamentos están arraigados en la intersección de la neurociencia, la psicología cognitiva y la pedagogía, ofreciendo una base sólida para el diseño de recursos educativos que son más efectivos y estimulantes para el aprendizaje.

Al diseñar materiales neurodidácticos, se deben considerar varios principios clave derivados de estas disciplinas, los cuales se centran en captar la atención, promover la retención, facilitar la comprensión, y asegurar la transferencia y aplicación del conocimiento.

Atención y motivación: la atención es el portal a través del cual la información accede a la memoria y la conciencia. Los materiales neurodidácticos deben ser diseñados para captar y mantener la atención de los estudiantes, utilizando elementos visuales atractivos, narrativas envolventes, y actividades interactivas. La motivación es igualmente crucial, ya que impulsa el esfuerzo y la persistencia en el aprendizaje. Para fomentarla, los materiales pueden incluir elementos de juego (gamificación), metas claras y alcanzables, y retroalimentación positiva que refuerce el progreso del estudiante.

Memoria y consolidación: la comprensión de cómo se forman, almacenan y recuperan los recuerdos es fundamental para la creación de materiales educativos. La repetición espaciada, la práctica intercalada, y la utilización de analogías y conexiones con conocimientos previos ayudan a fortalecer la memoria a largo plazo y facilitan la consolidación del aprendizaje. Los materiales deben estructurarse de manera que presenten la información de forma gradual y repetida a lo largo del tiempo, promoviendo así una mejor retención.

Comprensión profunda: para promover una comprensión profunda, los materiales neurodidácticos deben animar a los estudiantes a aplicar activamente el conocimiento, analizar información, y resolver problemas. La enseñanza basada en

proyectos, el aprendizaje basado en problemas, y las actividades que requieren pensamiento crítico y creatividad son ejemplos de estrategias que fomentan una participación activa y una comprensión más rica de los contenidos.

Transferencia del conocimiento: la capacidad de aplicar lo aprendido en nuevos contextos es una señal de aprendizaje efectivo. Los materiales neurodidácticos deben diseñarse con el objetivo de facilitar la transferencia del conocimiento, incluyendo actividades que animen a los estudiantes a aplicar lo aprendido en diferentes situaciones y contextos. Esto puede lograrse mediante la inclusión de estudios de caso, simulaciones, y proyectos que reflejen aplicaciones reales del conocimiento.

Emociones y aprendizaje social: las emociones juegan un papel crucial en el aprendizaje, ya que pueden tanto facilitar como obstaculizar la adquisición de nuevos conocimientos. Los materiales que generan emociones positivas (curiosidad, interés, satisfacción) son más propensos a ser recordados y valorados. Además, el aprendizaje es inherentemente social; por lo tanto, los materiales deben fomentar la colaboración, la discusión y el intercambio de ideas entre pares.

La integración efectiva de principios neurodidácticos en la creación de materiales educativos es un proceso complejo que requiere un entendimiento multidisciplinario, en el que la estética, funcionalidad y la psicología del aprendizaje juegan roles fundamentales. Esta integración va más allá de la simple presentación de información; busca crear experiencias de aprendizaje que no solo sean comprensibles y memorables, sino que también motiven, inspiren y preparen a los estudiantes para enfrentarse a desafíos futuros. Para lograr esto, es esencial apoyarse en las contribuciones de expertos en neurociencia, psicología educativa, diseño instruccional y pedagogía. Sweller (1988) introdujo la idea de que la capacidad de procesamiento del cerebro humano es limitada y que el diseño instruccional debe tener en cuenta esta limitación. Los materiales educativos deben diseñarse de manera que reduzcan la carga cognitiva innecesaria y canalizar la atención del estudiante hacia el aprendizaje esencial. Esto implica simplificar la presentación visual, segmentar la información en unidades manejables y utilizar ejemplos concretos para ilustrar conceptos abstractos. Mayer (2009) ha demostrado que las personas

aprenden mejor cuando se les presenta la información a través de palabras y imágenes en lugar de solo palabras. Este principio es esencial para la creación de materiales neurodidácticos, enfatizando la importancia de integrar elementos visuales con textuales para facilitar el aprendizaje. El diseño de materiales debe aprovechar esta dualidad para mejorar la retención y la comprensión. Immordino-Yang (2016) ha explorado cómo las emociones son fundamentales para el aprendizaje, argumentando que los procesos cognitivos y emocionales están profundamente interconectados. Esto sugiere que los materiales educativos deben diseñarse para provocar respuestas emocionales positivas, como curiosidad y entusiasmo, que pueden mejorar la motivación y la retención de la información. Por otra parte, Dweck (2006) subraya la importancia de fomentar una actitud de aprendizaje basada en el esfuerzo y la perseverancia. Los materiales educativos pueden promover esta mentalidad al incluir desafíos ajustados, feedback constructivo y ejemplos de cómo el esfuerzo conduce a la mejora y el éxito. Por último, Gee (2003) argumenta que los videojuegos ofrecen entornos ricos y complejos que promueven el aprendizaje activo y situado. Integrar elementos de juego en los materiales educativos, como la consecución de objetivos, la retroalimentación inmediata y los escenarios de resolución de problemas, puede hacer que el aprendizaje sea más atractivo y efectivo.

La integración de estos principios en el diseño de materiales educativos exige una colaboración entre expertos en neurociencia, psicología, pedagogía y diseño instruccional. El objetivo es crear materiales que no solo sean estéticamente agradables y funcionalmente sólidos, sino que también estén psicológicamente alineados con las formas naturales en que los seres humanos aprenden. Esto implica un enfoque en la personalización, la interactividad, la relevancia contextual y la promoción de una mentalidad de crecimiento. Al hacerlo, los materiales educativos pueden transformarse en herramientas poderosas que inspiran pasión por el aprendizaje, fomentan la resiliencia y preparan a los estudiantes para aplicar creativamente su conocimiento en diversos contextos de la vida real. A través de la aplicación consciente de estos principios y teorías (tabla 2), la creación de materiales neurodidácticos se convierte en un proceso reflexivo y basado en evidencia que tiene el potencial de revolucionar la educación, haciendo que el aprendizaje sea más accesible, significativo y perdurable para todos los estudiantes

Tabla 2.*Fundamentos*

| Fundamentos | Descripción |
|--------------------------------|--|
| Atención y Motivación | Diseñar para captar y mantener la atención usando elementos visuales, narrativas, y actividades interactivas. Incluir gamificación y retroalimentación para motivar. |
| Memoria y Consolidación | Usar repetición espaciada, práctica intercalada, y conexiones con conocimientos previos para fortalecer la memoria y facilitar la consolidación. |
| Comprensión Profunda | Animar a los estudiantes a aplicar el conocimiento, analizar, y resolver problemas. Usar enseñanza basada en proyectos y aprendizaje basado en problemas. |
| Transferencia del Conocimiento | Facilitar la aplicación de conocimientos en nuevos contextos. Incluir estudios de caso, simulaciones, y proyectos con aplicaciones reales. |
| Emociones y Aprendizaje Social | Generar emociones positivas para mejorar la retención y valoración. Fomentar la colaboración y el intercambio de ideas. |

2.3.- Consecuencias para la práctica docente, tecnológica e inclusiva sostenible

Las consecuencias de la creación de materiales neurodidácticos para la práctica docente, tecnológica e inclusiva sostenible viene dada a nivel de beneficios, impacto, mejora y sostenibilidad (figura 1).

Figura 1.

Consecuencias



La creación y adopción de materiales neurodidácticos tienen profundas consecuencias en la práctica docente, en el uso de tecnologías educativas y en la promoción de una educación inclusiva y sostenible. La integración de principios neurocientíficos en el diseño de recursos educativos no solo optimiza el proceso de aprendizaje desde una perspectiva cognitiva y emocional, sino que también trae consigo una serie de beneficios tangibles tanto para estudiantes como para educadores.

Beneficios

La integración de materiales neurodidácticos en el ámbito educativo conlleva una amplia gama de beneficios, tanto para los estudiantes como para los docentes. Estos

beneficios se fundamentan en una comprensión profunda de cómo el cerebro aprende, procesa y retiene la información, aplicando este conocimiento para diseñar recursos educativos más efectivos y estimulantes. De esta forma, se destaca:

-Mejora en la personalización del aprendizaje: Los materiales neurodidácticos permiten adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, reconociendo y respetando la diversidad en los estilos y ritmos de aprendizaje. Autores como Bransford, Brown, y Cocking (2000) en su obra "How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School" enfatizan la importancia de la personalización en el aprendizaje, destacando que la enseñanza efectiva debe adaptarse a las características cognitivas y emocionales de los alumnos.

-Fomento de la retención y la comprensión profunda: Según Willingham (2009), para que el aprendizaje sea efectivo, debe ser memorable. Los materiales diseñados con principios neurodidácticos facilitan una mejor retención de la información y promueven una comprensión más profunda de los contenidos, alineándose con la forma en que el cerebro naturalmente procesa y almacena conocimientos.

-Incremento en la motivación y el compromiso: Tokuhamo-Espinosa (2011) subraya la relevancia de integrar conocimientos de neurociencia en la educación para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. La gamificación, las narrativas envolventes y las actividades interactivas son estrategias efectivas para captar la atención de los alumnos y mantener su interés en el proceso de aprendizaje.

-Mejora de las habilidades metacognitivas: Dunlosky et al. (2013) discuten diversas estrategias de aprendizaje fundamentadas en evidencia que pueden ser integradas en los materiales neurodidácticos para desarrollar habilidades metacognitivas en los estudiantes, tales como la autoevaluación y la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje, lo cual es crucial para un aprendizaje autónomo y efectivo a largo plazo.

-Soporte para el aprendizaje socioemocional: Immordino-Yang (2016) resalta la interconexión entre emociones y aprendizaje, sugiriendo que los materiales educativos deben diseñarse para provocar emociones positivas que pueden mejorar

la motivación y la retención de la información. Los materiales neurodidácticos, al considerar esta dimensión emocional, contribuyen al desarrollo socioemocional de los estudiantes.

Impacto en el aprendizaje

El impacto de los materiales neurodidácticos en el aprendizaje se puede apreciar en múltiples dimensiones, reflejando cambios significativos tanto en los resultados académicos como en el desarrollo personal y emocional de los estudiantes. La incorporación de estos materiales, fundamentados en una comprensión profunda de cómo funciona el cerebro, propicia un entorno educativo más eficiente y resonante con las necesidades cognitivas y emocionales de los alumnos. Algunos de estos impactos son:

-Mejora en la comprensión y retención de contenidos: Investigaciones sugieren que al alinear los métodos de enseñanza con el funcionamiento natural del cerebro, se facilita una mejor asimilación y retención de la información (Willingham, 2009). Esto se traduce en una mejora en el rendimiento académico y en la capacidad de recordar y aplicar el conocimiento adquirido en situaciones nuevas o bajo demanda.

-Desarrollo de habilidades metacognitivas: Los materiales neurodidácticos promueven el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y reflexivo, permitiendo a los estudiantes entender mejor sus propios procesos de aprendizaje y, por ende, aprender de manera más efectiva (Dunlosky et al., 2013).

-Aumento de la motivación y el compromiso: Al hacer el aprendizaje más relevante y atractivo, los materiales neurodidácticos incrementan la motivación y el compromiso de los estudiantes con su educación (Tokuhama-Espinosa, 2011). Este aumento en el interés y la participación activa es fundamental para un aprendizaje significativo y perdurable.

-Fomento del bienestar emocional: Al integrar elementos que consideran las emociones y el bienestar de los estudiantes, estos materiales contribuyen a crear un

ambiente de aprendizaje más positivo y menos estresante, lo cual es crucial para el desarrollo emocional y social de los alumnos (Immordino-Yang, 2016).

-Facilitación de la labor docente: Los materiales neurodidácticos ofrecen a los docentes herramientas basadas en evidencia para mejorar su enseñanza, permitiéndoles abordar de manera más efectiva las necesidades individuales de los estudiantes y evaluando el progreso en tiempo real.

-Promoción de la educación inclusiva: Al considerar diversos estilos y ritmos de aprendizaje, estos materiales hacen la educación más accesible para todos, incluyendo aquellos con necesidades especiales, y promueven la equidad educativa.

-Preparación para desafíos futuros: Al mejorar la retención del conocimiento, fomentar habilidades críticas y promover la adaptabilidad, los materiales neurodidácticos preparan a los estudiantes no solo para exámenes y evaluaciones, sino también para los desafíos y demandas del mundo real.

-Desarrollo de una mentalidad de crecimiento: Los materiales que desafían a los estudiantes dentro de un marco de apoyo contribuyen al desarrollo de una mentalidad de crecimiento, donde el esfuerzo y la perseverancia son valorados como parte del proceso de aprendizaje (Dweck, 2006).

Mejora en la experiencia del docente

La implementación de materiales neurodidácticos no solo beneficia a los estudiantes, sino que también tiene un impacto positivo en la experiencia del docente. Esta mejora se refleja en varias áreas clave de la práctica docente, desde la planificación de las clases hasta la interacción con los estudiantes y la evaluación de su progreso. A continuación, se detallan algunos aspectos en los que los materiales neurodidácticos contribuyen a enriquecer la experiencia docente:

-Facilitación de la planificación y ejecución de clases: los materiales neurodidácticos, al estar diseñados con base en cómo aprende el cerebro, proporcionan a los docentes

herramientas efectivas y estrategias claras para la enseñanza. Esto facilita la planificación de clases que no solo son más atractivas y dinámicas, sino también más eficaces en términos de aprendizaje. Autores como Koedinger et al. (2013) han destacado cómo la aplicación de principios derivados de la ciencia cognitiva puede mejorar la instrucción, haciendo que la preparación de las clases sea más directa y fundamentada en evidencia.

-Mejora en la interacción con los estudiantes: la utilización de materiales neurodidácticos promueve un ambiente de aprendizaje más interactivo y participativo. Esto se traduce en relaciones más enriquecedoras entre docentes y estudiantes, donde la comunicación es bidireccional y se fomenta el intercambio de ideas. Según Hattie (2009), el feedback efectivo es crucial para el aprendizaje, y los materiales neurodidácticos facilitan este proceso, permitiendo a los docentes ofrecer retroalimentación más personalizada y oportuna.

-Refuerzo de la autoeficacia docente: el éxito de los materiales neurodidácticos en mejorar el aprendizaje de los estudiantes puede reforzar la percepción de los docentes sobre su propia efectividad. Bandura (1997) describe la autoeficacia como la creencia en la capacidad de alcanzar resultados, y el ver que sus estudiantes prosperan puede aumentar la confianza de los docentes en sus habilidades y métodos pedagógicos.

Promoción de un desarrollo profesional continuo: el diseño y la implementación de materiales neurodidácticos requieren que los docentes se mantengan al tanto de las últimas investigaciones en neuroeducación y psicología del aprendizaje. Esto promueve el desarrollo profesional continuo y anima a los educadores a explorar nuevas estrategias y enfoques para mejorar su práctica docente. Fullan (2007) argumenta que el cambio educativo exitoso involucra el aprendizaje continuo de los profesionales de la educación.

-Contribución a una educación inclusiva y diversa: al ser diseñados teniendo en cuenta una amplia gama de necesidades de aprendizaje, los materiales neurodidácticos ayudan a los docentes a abordar la diversidad en el aula. Esto no

solo mejora la accesibilidad y la equidad educativa, sino que también enriquece la experiencia docente al facilitar el diseño de intervenciones pedagógicas más inclusivas y efectivas.

Sostenibilidad

La integración de materiales neurodidácticos en el ámbito educativo contribuye significativamente a la sostenibilidad de la práctica docente y del sistema educativo en su conjunto. La sostenibilidad, en este contexto, se refiere no solo a la viabilidad económica y ambiental a largo plazo, sino también a la capacidad de crear entornos de aprendizaje que sean equitativos, inclusivos y adaptativos a las necesidades cambiantes de la sociedad y del mercado laboral. A continuación, se detallan diversas maneras en que la adopción de materiales neurodidácticos promueve la sostenibilidad:

-Eficiencia en recursos y costos: los materiales neurodidácticos, especialmente aquellos apoyados en tecnologías digitales, pueden reducir la necesidad de recursos físicos como papel y libros de texto, disminuyendo así el impacto ambiental de la educación. Además, la distribución digital de estos materiales puede disminuir los costos asociados a la impresión, el almacenamiento y la distribución física, ofreciendo una alternativa más sostenible y escalable.

-Mejora en la calidad y eficacia del aprendizaje: al maximizar la efectividad del proceso de aprendizaje a través de un diseño basado en principios neurocientíficos, se optimizan los recursos educativos, asegurando que el tiempo y el esfuerzo invertido por estudiantes y docentes produzca los mejores resultados posibles. Esto conlleva a una mayor eficiencia en el sistema educativo, donde los recursos se utilizan de manera más efectiva para lograr los objetivos de aprendizaje.

-Fomento de la educación inclusiva y accesible: la neurodidáctica enfatiza la importancia de atender a la diversidad cognitiva y emocional de los estudiantes, lo que lleva a la creación de materiales que son accesibles para una amplia gama de necesidades de aprendizaje, incluyendo estudiantes con discapacidades. Esto

promueve la inclusión y la equidad, pilares fundamentales de un sistema educativo sostenible.

-Adaptabilidad y resiliencia: los materiales neurodidácticos son diseñados para ser flexibles y adaptativos, permitiendo actualizaciones y modificaciones para reflejar nuevos descubrimientos científicos, cambios curriculares o necesidades emergentes de los estudiantes. Esta adaptabilidad asegura la relevancia y la utilidad a largo plazo de los recursos educativos, contribuyendo a la resiliencia del sistema educativo frente a desafíos futuros.

-Promoción de prácticas pedagógicas sostenibles: la adopción de materiales neurodidácticos impulsa la reflexión y el desarrollo profesional continuo entre los educadores, promoviendo prácticas pedagógicas que no solo son efectivas, sino también sostenibles. Esto incluye el uso de metodologías de enseñanza que apoyan el aprendizaje autónomo y crítico, preparando a los estudiantes para ser aprendices de por vida y ciudadanos activos y responsables en un mundo en constante cambio.

Conclusión

La neurodidáctica, como se destaca en este trabajo, es un enfoque que integra conocimientos de la neurociencia con la práctica pedagógica para optimizar el aprendizaje, respetando y adaptándose a la diversidad cognitiva y emocional de los estudiantes. La conceptualización de materiales neurodidácticos, fundamentada en la obra de pioneros como Howard Gardner, Daniel Goleman, Stanislas Dehaene, Judy Willis, y James Zull, entre otros, subraya la necesidad de crear recursos educativos que sean no solo efectivos en la transmisión del conocimiento, sino también en fomentar un aprendizaje significativo y duradero.

Las consecuencias de adoptar materiales neurodidácticos van más allá de la mejora en el aprendizaje de los estudiantes. Este enfoque promueve una práctica docente más informada y reflexiva, aprovecha las tecnologías educativas para hacer el aprendizaje más accesible y estimulante, y contribuye a una educación más inclusiva y sostenible. Al hacerlo, prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del futuro, promoviendo una mentalidad de crecimiento y fomentando habilidades críticas y adaptativas.

En conclusión, este capítulo ha ofrecido una contribución valiosa al campo de la educación, proporcionando a educadores, diseñadores instruccionales y tomadores de decisiones educativas una guía comprensiva para la integración de la neurodidáctica en la elaboración de materiales educativos. Este trabajo no solo refleja un compromiso con la mejora de las prácticas educativas a todos los niveles, sino que también subraya la responsabilidad compartida de formar futuras generaciones que sean capaces, reflexivas y comprometidas con el bienestar social y ambiental. La neurodidáctica, por tanto, se presenta como una estrategia esencial para enfrentar los desafíos educativos contemporáneos y futuros, marcando un camino hacia una educación que sea más efectiva, inclusiva y sostenible.

Bibliografía

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academy Press.
- De Barros, C. (2022). Neuromethodology and neuroimaging for a teacher training. *Texto livre, Linguagem e Tecnologia*, 14, 2, p.2-13. ISSN 1983-3652, DOI: <http://10.35699/1983-3652.2022.40454>
- De Barros, C. (2023). Neurometodología docente y neuroimagen. Esteban, R.M., De Barros, C. y Quijano, R. (2023). *Claves de la neuropedagogía*. Octaedro.
- De Barros, C. & Hernández, A. (2022). Neuroscience, neuroeducation, neurodidactics and technology. *Texto livre, Linguagem e Tecnologia*, V.15 (2022), p.12. ISSN 1983-3652, DOI: 10.35699/1983-3652.2022.41235
- De Barros, C., Hernández, A. (2023). Mejora docente desde los avances de la neurodidáctica: propuesta desde la investigación. En Sánchez, M., López, J. (2023). *Construir comunidad en la escuela*. Narcea.
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the Brain: The New Science of How We Read*. Viking.
- Duckworth, A. (2016). *Grit: The Power of Passion and Perseverance*. Scribner.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Teachers College Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. Bantam Books.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

- Howard Jones, P. (2014). *Neuroscience and Education: A Review of Educational Interventions and Approaches Informed by Neuroscience*. Education Endowment Foundation.
- Immordino Yang, M. H. (2016). *Emotions, Learning, and the Brain: Exploring the Educational Implications of Affective Neuroscience*. W. W. Norton & Company.
- Immordino Yang, M. H. (2016). *Emotions, Learning, and the Brain: Exploring the Educational Implications of Affective Neuroscience*. W. W. Norton & Company.
- Jensen, E. (2005). *Teaching with the Brain in Mind*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Koedinger, K. R., Booth, J. L., & Klahr, D. (2013). Instructional complexity and the science to constrain it. *Science*, 342(6161), 935-937.
- Oakley, B. (2014). *A Mind for Numbers: How to Excel at Math and Science (Even If You Flunked Algebra)*. TarcherPerigee.
- Perry, B. D. (2006). *The Boy Who Was Raised as a Dog: And Other Stories from a Child Psychiatrist's Notebook – What Traumatized Children Can Teach Us About Loss, Love, and Healing*. Basic Books.
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2011). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. W. W. Norton & Company.
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO.
- Willingham, D. T. (2009). *Why Don't Students Like School? A Cognitive Scientist Answers Questions About How the Mind Works and What It Means for the Classroom*. Jossey-Bass.
- Willingham, D. T. (2009). *Why Don't Students Like School? A Cognitive Scientist Answers Questions About How the Mind Works and What It Means for the Classroom*. Jossey-Bass.
- Willis, J. (2006). *Research-Based Strategies to Ignite Student Learning: Insights from a Neurologist and Classroom Teacher*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Zull, J. E. (2002). *The Art of Changing the Brain: Enriching the Practice of Teaching by Exploring the Biology of Learning*. Stylus Publishing.

CAPÍTULO 3. INTRODUCCIÓN A LA NEURODIDÁCTICA

Ávalos Ruiz, Inmaculada

Universidad de Granada, España

Introducción

El conocimiento de la forma en la que funciona el cerebro durante el aprendizaje y, por ende, disciplinas nuevas como la neurodidáctica, van tomando protagonismo en la investigación educativa de los últimos años. Autores como Benavidez y Flores (2019) señalan que los docentes tienen la capacidad de modificar el cerebro de sus estudiantes si utilizan estrategias apropiadas para ello, como el debate, que generan un mayor estímulo cerebral que otras estrategias como la repetición.

En cualquier caso, tal y como indican Cuevas et al. (2023), parece que esta nueva línea de investigación en educación está derivando en que el modelo de enseñanza actual vaya quedando atrás, dejando paso a un nuevo modelo en el que se contemplen todos los aspectos en los que nos puede nutrir la neurodidáctica.

En este sentido resulta relevante analizar los distintos estilos de aprendizaje del alumnado, recogidos por autores como Sotelo-Martín (2022), que veremos a lo largo de este capítulo. Del mismo modo, haremos un repaso por algunas estrategias que, teniendo en cuenta el funcionamiento del cerebro, favorecen el aprendizaje, sirviéndose, además, de la tecnología y buscando la inclusión de todo el alumnado.

3.1.-Conceptualización de la neurodidáctica

Cuando se habla de didáctica, según Sotelo-Martín (2022), se hace alusión a la conjugación de normas, metodologías, principios y recursos con la intención de transmitir los saberes necesarios para cualquier docente para mejorar y potenciar la eficiencia que tiene en la práctica. En la actualidad, es necesario cuestionarse si estos factores, su conocimiento y su conjugación, resultan suficientes para hacer frente a problemas de tipo académico como, por ejemplo, el fracaso y el abandono escolar o un rendimiento académico bajo.

Cuevas et al. (2023) señalan que las neurociencias y la educación se han ido mezclando haciendo que surjan términos nuevos que combinan estas dos ramas de conocimiento. También cobran protagonismo otros términos ya existentes pero que, hasta el momento, no habían tenido el mismo protagonismo del que gozan en la actualidad en el campo educativo como en los campos de los que son originarios. Entre los términos ya existentes que han cobrado protagonismo en el área de la educación aparecen algunos como neuroplasticidad o neurotransmisores, mientras que entre los nuevos términos que surgen de esta combinación de saberes encontramos términos como neuroeducación o neurodidáctica.

Antes de adentrarnos en el conocimiento de estos términos, conviene aclarar que, cuando nos referimos a neurociencias, estamos haciendo alusión al conjunto de disciplinas que se encargan de estudiar la estructura, la función y el desarrollo del sistema nervioso para poder explicar el comportamiento del cerebro (Chdid, 2023). Teniendo claro lo que son las neurociencias, podemos pasar a conocer esos otros términos que han ido incorporado al campo de la educación.

El primero al que hacemos referencia es al término de neuroplasticidad, con el que nos referimos a los procesos en los que se dan cambios en las estructuras cerebrales, que afectan al aprendizaje y que pueden, incluso, llegar a modificar patrones de conducta (Sotelo-Martín, 2022). Otro término que necesitamos conocer es el de neurotransmisores, que, según Chdid (2023), son aquellas moléculas que transmiten la información o las órdenes que el cerebro manda a las distintas partes de nuestro cuerpo, ya culminen en acciones voluntarias, como mover una mano, o involuntarias, como respirar, y también son

responsables de nuestra capacidad de reflexionar o de sentir las distintas emociones.

El término que nos interesa definir por excelencia en este libro y, concretamente, en este capítulo, es el de neurodidáctica. Como ocurre con otros muchos términos, podemos encontrar casi tantas definiciones como autores queramos consultar. Por esta razón, en la tabla 1 se recogen distintas definiciones y matices del término, teniendo en cuenta a diferentes autores y presentadas en orden cronológico:

Tabla 1

Definiciones y matices del término neurodidáctica.

| Autor | Definición |
|---------------------------|---|
| Benavidez y Flores (2019) | Es la encargada de investigar sobre métodos o estrategias didácticas que tengan en cuenta el funcionamiento y desarrollo cerebral. |
| Ocampo (2020) | Es una disciplina científica reciente, que parte de la neurociencia y estudia la optimización del aprendizaje basado en el desarrollo del cerebro. |
| Díaz (2021) | Tiene como objetivo el progreso de los procesos de enseñanza-aprendizaje basada en el desarrollo del cerebro, es decir, la neurodidáctica se encarga de que se aprenda un concepto con todo el potencial cerebral. |
| Figuerola et al. (2021) | Este nuevo conocimiento permitirá al educador entender cómo el cerebro actúa con el entorno; - cómo el cerebro determina qué es importante; - cómo el cerebro aprende, almacena y recupera información;- cómo el cerebro procesa la información y resuelve problemas; -cómo programar para los diferentes estilos de aprendizaje;-cómo vincular actividades cognitivas, físicas y sensoriales; -cómo explorar diferentes vías |

| | |
|-------------------------|--|
| | para aprender; -cómo matizar los aprendizajes con emociones positivas; y sobre todo, -cómo el estudiante emplea competencias sociales e individuales exitosas para el aprendizaje |
| Espinoza et al. (2022) | Es la alternativa a la innovación que se ha venido desarrollando hasta el momento. |
| Fernández et al. (2022) | La neurodidáctica analiza las bases cerebrales de los procesos de enseñanza, teniendo en cuenta el proceso de enseñanza-aprendizaje y las diferentes estrategias que se necesitan en un aula para que se produzcan aprendizajes significativos |
| Sotelo-Martín (2022) | Es el enfoque psicopedagógico apoyado en el funcionamiento del cerebro que adecúa la acción didáctica de forma óptima a cada alumno. |
| Carrillo y Artés (2022) | Rama que permite concretar en la práctica del aula los avances y estudios de la Neurociencia para maximizar el rendimiento académico, a través de la aplicación de metodologías. |
| Ávalos y Cuevas (2023) | Entra en juego en el momento en el que traducimos nuestro deseo de mejora educativa en incorporar nuevos aspectos y tenemos en cuenta las condiciones relacionadas con el desarrollo cerebral para la enseñanza. Se trata de la intersección entre la didáctica propiamente dicha y la neurociencia. |
| Chdid (2023) | La neurodidáctica tiene como objetivo diseñar estrategias didácticas y metodológicas más eficientes que aseguran un aprendizaje significativo promoviendo la optimización cerebral, al tiempo que intenta responder a las necesidades individuales que plantea la diversidad del alumnado. Eso es, el fomento de una metodología inclusiva que tome en consideración las |

| | |
|--|---|
| | capacidades individuales para lograr un aprendizaje efectivo. |
|--|---|

Fuente: Benavidez y Flores (2019); Figueroa et al. (2021); Sotelo-Martín (2022); Cuevas et al. (2023); Jácome y Campos (2023); Ávalos y Cuevas (2023); Chdid (2023).

Con todo lo presentado en la tabla 1, podemos decir que la neurodidáctica es la disciplina científica que se encarga de estudiar tanto los procesos cerebrales que se dan durante el aprendizaje, como las estrategias didácticas que se utilizan, teniendo en cuenta las capacidades individuales de cada alumno o alumna y la diversidad que se da en las aulas a nivel cerebral, y seleccionando aquellas estrategias didácticas más acordes a cada momento y alumno con la intención de mejorar la forma en la que aprenden y, por tanto, el rendimiento académico de cada uno de ellos.

Una vez que se ha analizado el término neurodidáctica y sus implicaciones en las aulas, conviene hacer un repaso por los distintos estilos de aprendizaje que podemos encontrar en ellas. Nos basamos en Sotelo-Martín (2022), quien se basa en distintos modelos y autores, para elaborar la tabla 2 y resumir los estilos de aprendizaje.

Tabla 2

Estilos de aprendizaje.

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| <p>Modelo de Felder y Silverman. Clasifica a los alumnos en polos opuestos.</p> | <p>Sensitivos-Intuitivos.</p> | <p>Los alumnos sensitivos son alumnos que buscan que sus actos sean prácticos mediante un nivel elevado de concreción y procedimiento, mantienen el interés por resolver problemas prácticos y son minuciosos con los detalles.</p> |
| | | <p>Los alumnos intuitivos son aquellos que buscan innovar y huir de lo repetitivo y tienen facilidad para asimilar conceptos nuevos y para memorizar.</p> |

| | | |
|--|------------------------|--|
| | Visuales-Verbales. | Por un lado, están los alumnos visuales, que son aquellos que prefieren obtener la información de manera visual, ya que retienen muy bien lo que pueden ver. |
| | | Por otro lado, los verbales, que prefieren recibir la información de manera escrita y hablada, ya que recuerdan lo que leen y oyen. |
| | Activos-Reflexivos. | Los alumnos del polo activo presentan elevados niveles de actividad, aprovechamiento y mayor retención si se trabaja mediante actividades como el debate, por ejemplo, y tienen un rendimiento bueno en los trabajos en grupo. |
| | | Los alumnos del polo reflexivo obtienen mejores resultados en los trabajos en solitario e interiorizan la información recibida a través del pensamiento y la reflexión. |
| | Secuenciales-Globales. | Los alumnos con un estilo de aprendizaje secuencial trabajan paso a paso, siguiendo un orden lógico y una línea argumental, resolviendo problemas a partir de un orden incremental. |
| | | Los alumnos con un estilo de aprendizaje global avanzan con pasos más grandes y teniendo la visión del todo, agrupando la información y completándola con carácter innovador. Tienen en cuenta el contexto en el que se desarrolla el problema a resolver y pueden resolverlo mediante actitudes descriptivas. |
| | Inductivo-Deductivo. | En el polo inductivo encontramos a aquellos alumnos que tienen la capacidad de construir principios generales partiendo de observaciones particulares. |
| | | En el polo deductivo encontramos a aquellos alumnos que mediante las posibilidades generales buscan hechos particulares. |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| <p>Modelo de Herrmann.</p> <p>Según la división en el uso de los 4 espacios cerebrales.</p> | Zona cortical izquierda. | <p>En cuanto a la conducta, son alumnos emocionalmente fríos, que toman distancia del contexto y personal, con una manera de hablar y escribir elaborada y que contrastan información mediante expresiones irónicas, críticas y evaluativas. Al aprender, son autónomos, analíticos, competitivos, rigurosos, cristalinos y precisos, lo que les permite tener una capacidad técnica y de resolución de problemas basados en abstracciones complejas y matemáticas elevada.</p> |
| | Zona límbica izquierda. | <p>Son alumnos introvertidos, que se contralan a nivel emocional, conservadores y fieles a sus principios y su aceptación social. Tienen potencial para detectar una realidad basándose en la experiencia, dirigiendo su conducta hacia el poder. Se encuentran cómodos en situaciones secuenciales metódicas, que les sirven de base para el liderazgo, tienen una alta capacidad de trabajo y tienen gran capacidad de planificación procedimental formal.</p> |
| | Zona límbica derecha | <p>Son alumnos extrovertidos, espontáneos y que verbalizan, se implican en las relaciones y en el trabajo en equipo, a nivel afectivo y con capacidad para integrar la experiencia, y que buscan sensaciones que les resulten placenteras que se evalúan una y otra vez. Esto se traduce en habilidades para la transmisión de conocimientos, de la expresividad verbal y de la redacción.</p> |

| | | |
|---|-----------------------|--|
| | Zona cortical derecha | Los alumnos con este estilo de aprendizaje tienen muy desarrollada la creatividad, la originalidad y la imaginación. También gozan de buen humor, potencialidad visual, independencia, capacidad asociativa y un gran potencial de innovación y predicción, es decir, tienen una elevada intuición, independencia y manejo de situaciones de riesgo. |
| <p>Modelo de Bandler y Grinder.</p> <p>Estructuras o formas de representación mental.</p> <p>Solemos dar prioridad a una, pero sin llegar a anular a las otras dos.</p> | Estructura visual | Son alumnos que procesan mejor la información presentada de forma visual, lo que les ayuda a relacionar conceptos y abarcar mucha información de manera simultánea, derivando luego abstracciones. Comprenden mejor su entorno porque, al hacer uso de la memoria, lo primero que les viene son imágenes asociadas al mismo. Necesitan sentir que controlan su vida, especialmente a nivel académico y laboral. |
| | Estructura auditiva | Estos alumnos procesan mejor la información recibida por el canal auditivo, codificándola de manera secuencial y ordenada. Se encuentran cómodos en actividades como tertulias, debates o explicaciones orales, en las que la información se transmite de forma verbal. Un recurso memorístico que utilizan es la sonoridad mental y tiene una gran capacidad de organización mental, aunque procesan la información de forma más lenta que aquellos alumnos que lo hacen de forma visual. |

| | | |
|------|------------------------|---|
| | Estructura kinestésica | En este caso resaltan aquellas sensaciones o esquemas de movimiento como la mejora manera para recibir la información. Es la que más tiempo de asimilación necesita, si se compara con la visual y la auditiva, pero es la que más huella deja en la memoria a largo plazo. La comodidad en una situación de aprendizaje está ligada al movimiento del cuerpo, siendo alumnos sensibles y comprometidos con su conducta, que buscan de manera constante el contacto directo con el resto. |
| Kolb | Alumnos activos | Su aprendizaje se produce mejor si se les plantean retos o desafíos, especialmente si el tiempo va en su contra o pueden obtener alguna recompensa inmediata. Se manejan bien en situaciones de crisis y se desmotivan si se les pide un papel pasivo en su aprendizaje, mostrando desinterés, implicándose menos en el trabajo en grupo y asimilando peor los aprendizajes, lo que empeora si están obligados a trabajar de manera individual o si se les pide que procesen una cantidad elevada de información. |
| | Alumnos reflexivos | Son alumnos que analizan los aprendizajes que van adquiriendo desde distintas perspectivas y buscando el porqué de las cosas, lo que potencia su capacidad de aprendizaje. En la medida en la que no pueden analizar o comprender lo que aprenden, su potencialidad va disminuyendo. |
| | Alumnos teóricos | Este tipo de alumnado investiga, pregunta y busca información sobre temas que les son de interés. Tienen creatividad, pero suelen explorar retos tradicionalmente académicos. Les incomoda la ambigüedad, que una teoría presente incertidumbre o no satisfaga sus expectativas y las situaciones en las que se da una elevada carga emocional. |

| | | |
|--|--|--|
| | Alumnos pragmáticos | Son alumnos que tratan de combinar lo práctico con lo teórico, buscando siempre una utilidad a los aprendizajes que adquieren. Les incomodan aquellas situaciones en las que no se conecta lo aprendido con la realidad y no pueden aplicarlo a la práctica. |
| Modelo de los hemisferios cerebrales diferenciales. Ninguno de los dos hemisferios es suficiente por sí mismo, necesitan coordinarse. | Características del hemisferio derecho | Se hace un procesamiento de la información que es holístico, global, que representa el todo de las cosas mediante el uso de todos los sentidos y sus combinaciones a nivel neurológico. Se activan redes creativas, imaginativas, de interpretación y razonamiento del espacio, con tendencias no verbales y priorizando la construcción completa de los estímulos; se visualizan e interpretan imágenes que se asocian al arte, la originalidad y la creación. También se da una tendencia a la innovación, a la reflexión intuitiva. |
| | Características del hemisferio izquierdo | Este hemisferio está orientado a asimilar estímulos que llegan de uno en uno, hacia las series o secuencias. Se vincula con la expresión lingüística y se da una alta capacidad de análisis y habilidades verbales, relacionadas con los razonamientos lógico y numérico. |

Fuente: Adaptado de Sotelo-Martín (2022).

Conocer los diferentes estilos de aprendizaje, teniendo en cuenta el funcionamiento del cerebro y las mejores estrategias para cada uno de nuestros alumnos, nos permite llegar mejor a cada uno de ellos, atendiendo a la diversidad que podemos encontrar en cualquier aula y ofreciéndoles unos recursos que estén adaptados a la manera en la que sus cerebros procesan y asimilan la información que les vamos dando para transformarla en aprendizajes, tal y como señalan Ávalos y Cuevas (2023).

3.2.-Neurodidáctica y prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles

Ainscow et al. (2016) señalan la importancia de realizar cambios en la escuela que ofrezcan la posibilidad de que se analicen las circunstancias de cada alumno y, según los resultados de ese análisis, se puedan determinar sus peculiaridades. Señalan que, si esto va acompañado de la elaboración de políticas nacionales que permitan una mayor flexibilidad, es posible lograr un mayor nivel de equidad en los centros educativos, consiguiendo así una escuela más inclusiva.

Cabe señalar que la educación inclusiva es un concepto que se ha ido construyendo en la medida en la que se han ido teniendo en cuenta no solo los resultados académicos de los alumnos, sino también distintas cuestiones de índole más social o de carácter psicobiológico de cada alumno, con la intención de que la educación llegue a todos (Figuerola et al., 2021).

La actual ley educativa en España, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, más conocida como LOMLOE, recoge por primera vez un concepto relevante en cuanto a la inclusión: el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA). El DUA implica que se le ofrezcan al alumnado diferentes formas de representación, acción, expresión e implicación. Para ello, sería conveniente conocer lo particular de cada alumno y configurar esa oferta en base a lo detectado.

Si este análisis para detectar las particularidades se enfoca desde un punto de vista de particularidades cerebrales, la neurodidáctica se convierte en un elemento clave para la inclusión en los centros educativos. Pero, para que la escuela pueda beneficiarse de los aportes de la neurodidáctica y convertirse así en una escuela más inclusiva, es necesario tener en consideración una serie de premisas o pasos, señalados por Rakhmatullaevich et al. (2020). Los autores señalan estas premisas para alumnos de la etapa de infantil, pero pensamos que pueden adaptarse a otras etapas y son las siguientes:

- 1) Estudio integral y en profundidad de la personalidad para identificar las peculiaridades de la organización de su actividad cerebral y los mecanismos cognitivos;
- 2) Asegurar que el proceso educativo esté enfocado en la organización del proceso educativo, teniendo en cuenta los intereses de los niños, la edad y las

características neuropedagógicas, las diferencias de género y las peculiaridades de los mecanismos cognitivos;

3) Diferenciación de métodos de enseñanza y tareas didácticas para cada etapa, teniendo en cuenta el desarrollo mental de los niños, las diferencias de edad y género;

4) Confiar en los principios y métodos del juego interactivo en pequeños grupos en la organización del proceso educativo, de modo que las lecciones estén enfocadas a la adquisición de conocimientos por parte de los niños sobre la base del pensamiento lógico;

5) En la elección de las tareas didácticas, teniendo en cuenta que las funciones mentales de los niños continúan desarrollándose activamente, las tareas deben ser tan complejas que puedan realizarlas de forma independiente y con la ayuda y orientación de los adultos.

La neurodidáctica, por tanto, puede hacer que los docentes pongan en marcha estrategias que favorezcan la educación inclusiva (Ávalos y Cuevas, 2023). Esto ocurre porque, al conocer cómo funciona el cerebro de cada uno de los alumnos, se pueden aplicar estrategias concretas que se adapten a su forma de aprender y, por tanto, todos puedan adquirir los aprendizajes. Las autoras recogen, además, la opinión de otros autores para señalar que la cuestión de un cambio de modelo educativo está sobre la mesa, dejando atrás el modelo actual e implantando uno que tenga en cuenta la forma del aprender de cada alumno en según el funcionamiento de su cerebro.

Llegados a este punto, la necesidad de que la neurodidáctica se incluya en los currículos de formación docente, bien desde los grados de maestro en Educación Infantil o Educación Primaria, bien desde cursos específicos, ha quedado de manifiesto, especialmente si aparece unida a cuestiones como la escuela inclusiva. Esta contribución sería interesante para alcanzar ese nuevo modelo educativo. En este sentido cabe señalar los principios de la formación docente recogidos por Figueroa et al. (2021):

- Competencia
- Educabilidad
- Dinamismo
- Aplicación práctica
- Polivalencia

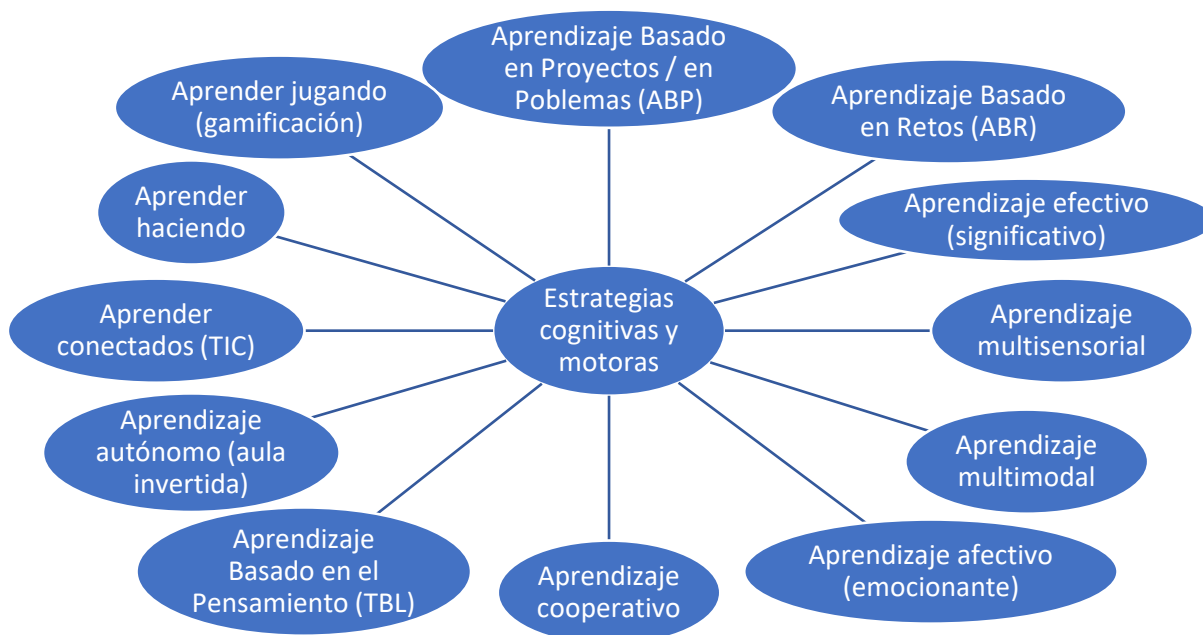
Como no podía ser de otra forma, es necesario destacar que, una vez detectadas cuáles son las necesidades de cada alumno, a la hora de seleccionar la forma en la que trabajar con ellos la adquisición de aprendizajes, podemos servirnos, siempre que tenga sentido, de herramientas tecnológicas, que, en general, hacen el proceso más motivador para el alumnado. Chdid (2023) habla de cuatro tipos diferentes de estrategias, contemplando en uno de esos tipos metodologías que permiten el uso de la tecnología como recurso:

1. Estrategias relacionadas con el ambiente, que hacen referencia a aquellas condiciones que se asocian a cuatro aspectos diferentes: el aula (iluminación, temperatura, etc.), la logística (materiales y recursos disponibles), el discente (y las ganas de que tenga de aprender) y el docente (y las ganas que tenga de enseñar).

2. Estrategias relacionadas con las metodologías cognitivas y motoras. Señalan que, según la neurodidáctica, dan mejores resultados aquellas metodologías que convierten al discente en protagonista del proceso. Señala las más relevantes y las recoge de la manera que se muestra en la figura 1.

Figura 1

Estrategias relacionadas con metodologías cognitivas y motoras.



Fuente: Chdid (2023).

3. Estrategias relacionadas con la competencia social y la habilidad emocional, relacionadas con la interacción social y con la afectividad: curiosidad, atención, sorpresa, humor, motivación, empatía, creatividad, música, juego, protagonismo, interacción y autoestima.

4. Estrategias relacionadas con la salud mental, haciendo alusión a cuatro factores que condicionan el aprendizaje: sueño, ejercicio físico, bienestar y nutrición.

De los tipos de estrategias establecidos por Chdid (2023) nos interesan especialmente aquellas relacionadas con las metodologías cognitivas y motoras y, más concretamente, aquellas que incluyen la tecnología como recurso, ya que en la actualidad las TIC resultan un elemento motivador en la mayoría de los casos.

En este sentido, Jácome y Campos (2023) realizan un análisis de las estrategias neurodidácticas más empleadas y las técnicas que las acompañan. Destacamos de ese análisis a presencia de recursos tecnológicos como “Reinos preguntados” o “Kahoot”.

Señalan que, cuando se aplican estrategias neurodidácticas, se produce un rendimiento más elevado e indican que las técnicas más usadas son las interactivas, el juego la generación de emociones positivas y la relajación, las cuales coinciden, según Jácome y Campos (2023), con la esencia y los fundamentos de la neurodidáctica. De la misma manera, señalan que el método que más permite la aplicación de estrategias neurodidácticas es el aprendizaje cooperativo y que la creación de un ambiente en el que los estudiantes disfruten del proceso resulta fundamental.

Por su parte, Pinilla (2020), elabora un material en el que recoge numerosas herramientas digitales que se pueden utilizar en las aulas: ARASAAC, Audacity, Aulacorto, Blogger, Bouncy Balls, Canva, Clameo, Classcraft, Classroom (Google), Class Flow, Cmap Tool, Códigos QR, Crea un avatar, Desing Evo, Edmodo, Edpuzzle, File Dropper, Flickr, Generador de crucigramas, Genially,

Geogebra, Gnowledge, Google forms, Infogram, Kahoot (mencionado anteriormente), Kinovea, Lino, Mindomo, Moodle, Mural.ly, Padlet, Pictogram Room, Pictotraductor, Piktochart, Pinterest, Pixton, Plickers, Pixabay, PoppletPowtoon, Prezzi, ProProfs Quiz Maker, Quiver, Quizizz, Quizlet, Quizstar, Rubistar, Rubric Maker, Scratch, Socrative, Sparkol, Storybird, Tiki Toki, Tinkecard, Touchcast y Web Quest Creator.

También cabe destacar la batería de aplicaciones tecnológicas posibles para su puesta en marcha publicada por López y Ávalos (2024), en la que proponen ejemplos de aplicaciones para diferentes etapas educativas, concretamente seleccionadas para el Aprendizaje Basado en Retos con tecnología: para educación infantil, Mis primeros puzzles HD Lite App; para educación primaria, Kahoot (ya mencionado); y para alumnos de bachillerato destacan el uso de editores de vídeo, como Genial.ly o Inshot.

Planteadas estas opciones tecnológicas, dejamos en manos de cada docente la elección de las más adecuadas en función de los objetivos que persiga y de la metodología que más convenga en cada caso, habiendo realizado previamente el diagnóstico correspondiente de su alumnado a nivel neurológico y buscando la inclusión en el aula de todos y cada uno de sus alumnos.

Conclusión

Las neurociencias han entrado de lleno en el campo educativo. Nos ofrecen alternativas y nuevas perspectivas que pueden resultar muy beneficiosas en tareas que se llevan trabajando más tiempo, como la educación inclusiva. Gracias a su llegada a esta rama de conocimiento podemos conocer el funcionamiento cerebral de nuestros alumnos y organizar la tarea docente teniendo en cuenta las particularidades de cada uno de ellos durante el procesamiento de la información y del aprendizaje. Este conocimiento permite a los docentes realizar una selección de las metodologías y estrategias más adecuadas a cada caso. Al poner el foco en la selección de métodos y estrategias, ponemos el foco de manera concreta en la neurodidáctica.

Si combinamos la neurodidáctica con la educación inclusiva, ya reconocida en la ley educativa mediante el DUA, y con el uso de las TIC como recursos educativos presentes en el aula, obtenemos un escenario que puede suponer un buen punto de partida para establecer las bases de un nuevo modelo educativo. Quizá haya llegado el momento de dejar atrás los modelos que consideran la calidad de la educación en función de los resultados y prestar algo más de atención a los procesos y a su adaptación a los múltiples estilos de aprendizaje. Esto no significa dejar de lado los aspectos cognitivos, ya que, gracias a la neurodidáctica, se puede obtener un mayor rendimiento de los alumnos.

Por supuesto, este cambio de modelo requiere que los docentes reciban formación al respecto, de manera que les permita conjugar los saberes en busca de un mayor rendimiento académico, de un mayor desarrollo personal de sus alumnos y de una mayor inclusión en las aulas.

Bibliografía

- Ainscow, M., Dyson, A., Goldrick, S. y West, M. (2016). Using Collaborative Inquiry to Foster Equity within School Systems: Opportunities and Barriers. *School Effectiveness and School Improvement*, 27(1), 7-23.
- Ávalos, I. y Cuevas, M. (2023). Mejora docente desde los avances de la neurodidáctica. Estado de la cuestión. En Sánchez-Moreno, M. y López-Yáñez, J. (Eds.). *Construir comunidad en la escuela* (105-110). Narcea.
- Benavidez, V. y Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimblu, Revista de Estudios de Psicología UCR*, 14(1), 25-53.
- Chdid, R. (2023). La neurodidáctica o cómo aprovechar el potencial mental y afectivo de nuestro alumnado. *Revue Linguistique et Référentiels Interculturels*, 4(2), 137-153.
- Cuevas, M., Ávalos, I., Díaz, M. T. y Martínez, I. (2023). *Percepciones de las profesoras universitarias sobre su docencia y la relevancia de la neurodidáctica* [Simposio]. II Congreso Internacional de Neuropedagogía, Universidad de Jaén, Jaén, España.
- Figuroa, R., Bernal, M. y Thorné, R. (2021). La neurodidáctica como elemento primordial en la formación inclusiva docente. *Revista Boletín REDIPE*, 10(11), 126-144.
- Jácome, A. M. y Campos, H. M. (2023). Estrategias neurodidácticas y rendimiento académico en la práctica docente latinoamericana. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e109. DOI: <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e109>
- López, S. y Ávalos, I. (2024). Aprendizaje basado en retos con tecnologías. En Gutiérrez-Esteban, P. e Ibáñez-Cubillas, P. (Coords.). *Metodologías didácticas en contextos enriquecidos con tecnologías*. Octaedro.
- Pinilla, J. (2020). *Recursos digitales para el aula del S.XXI*. Editorial Inclusión.
- Rakhmatullaevich, G. D., Mirzanovich, N. Q. y Turakulovich, K. N. (2020). Teaching children of preschool age in neurodidactic conditions. *PJAE*, 17(6), 14485-14494.
- Sotelo-Martín, J. A. (2022). Neurodidáctica y estilos de aprendizaje en las aulas: orientaciones para docentes. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 4(6), 122-148. DOI: <https://doi.org/10.38186/difcie.46.08>

CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS Y RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIALES NEURODIDÁCTICOS

Quijano López, Rocío

Universidad de Jaén, España

Introducción

En el ámbito educativo no se deja de buscar, analizar y diseñar estrategias alternativas que faciliten el acercamiento de los saberes a los estudiantes. El diseño de una estrategia incluida en una secuencia didáctica favorece que el discente se involucre en el proceso de aprendizaje que ha iniciado el docente, favoreciendo la corresponsabilidad entre ambos en dicho proceso. “La autorregulación del aprendizaje apunta a generar un proceso autónomo en los alumnos” (Muchiut et al., 2018, p.205) que proporciona una formación dirigida hacia la adquisición y desarrollo de la competencia “aprender a aprender” facilitando un aprendizaje constante, con ritmo continuo en distintas situaciones de enseñanza que susciten saberes nuevos y más complejos.

Desde la neurodidáctica se articulan procesos innovadores centrados en la individualidad y contextualización que posibilitan la personalización del discente, eje central en el que se fundamentan los procesos de enseñanza, cuya finalidad es la asimilación de modo perdurable del conocimiento por el estudiante.

La ciencia avanza a pasos acelerados, pero el tipo de estudiante también está cambiando. La evolución del pensamiento cultural, estructura y situaciones familiares, las creencias, sentimientos, emociones, etc. del alumno es constante y definen un panorama distinto al que se evidenciaba hace diez años. Estas reflexiones ponen de manifiesto que el cualquier etapa educativa se ha de estar preparados para dar respuesta a la demanda de las nuevas identidades estudiantiles que están en construcción.

La realidad actual exige dar una respuesta formadora en la que se favorezca la optimización del rendimiento personal mediante a través de nuevas herramientas

que favorezcan la posibilidad de hacer operativo lo aprendido en diferentes ambientes y situaciones

Sorprendentemente, encontramos en las aulas, desde los estudios primarios, discentes que no tienen motivación alguna ni muestran satisfacción en realizar algún progreso en su formación. Lo indicado pone de manifiesto la urgencia de revertir esas situaciones en cualquier circunstancia de aprendizaje.

Como se indicó en su momento, la neurociencia ha abierto un nuevo modo de proceder que permite:

(...) visualizar, analizar y tomar decisiones sobre el comportamiento de las redes neuronales del cerebro de profesores y estudiantes durante el desarrollo de los procesos metodológicos, lo cual posibilita tomar decisiones atendiendo a la interpretación de las imágenes recibidas respecto a cómo procede el cerebro de los participantes en el acto didáctico (Pérez-Ferra y Quijano-López, 2024, en prensa).

El trabajo con un electroencefalograma portátil de alta resolución (EPOC) da a conocer la reacción del cerebro ante situaciones de aprendizaje, llegando a poder establecer en diferentes contextos formativos con relación a distintos perfiles de docentes y de discentes el comportamiento ante una misma situación (Hernández Fernández et al., 2023).

La neurodidáctica, ámbito disciplinar de la neuropedagogía, abre una multitud de posibilidades, en la medida que facilita el conocimiento del grado de efectividad que ofrece la aplicación de métodos de enseñanza en diferentes campos disciplinares (De Barros et al., 2023). Al respecto Muchiut et al. (2018) indica que desde la neurodidáctica se pueden realizar numerosas aportaciones al proceso de enseñanza-aprendizaje, en cuanto que se ponen de manifiesto cuatro mecanismos fundamentales que el cerebro humano utiliza para desarrollar el aprendizaje, son: la memoria, atención, las emociones y la motivación. El desarrollo del aprendizaje autónomo, según Fuentes y Rosario, 2013) está relacionado con un proceso de autorregulación que se relaciona con la adquisición y aplicación de competencias relativas a la responsabilidad, gestión y control de la evolución del aprendizaje. Acciones que favorecen este proceso de desarrollo en el estudiante son:

- .- Iniciar de forma personal el propio proceso de aprendizaje.
- .- Realizar un análisis inicial sobre las necesidades del autoaprendizaje.
- .- Definir objetivos/intenciones de aprendizaje.
- .- Seleccionar las herramientas y recursos necesarios para alcanzar el logro de las intenciones prefijadas.
- .- Aplicar las actividades/estrategias de aprendizaje más idóneas.
- .- Efectuar una evaluación del proceso y de los resultados obtenidos en este proceso.

Los indicadores aportados delimita el cambio del concepto de aprendizaje al que se hace referencia. En el contexto actual se define el aprendizaje como el proceso en el que el sujeto aprende de forma autorregulada. De modo que es el propio estudiante el que facilita la selección de actividades que posibilitan su enseñanza a través de la gestión de la sucesión de los pasos en el proceso de ilustración. Lo indicado favorece la regulación del comportamiento del estudiante, en cuanto que facilita la motivación y una satisfacción que se concreta en la búsqueda de métodos de aprendizaje que le ayuden a aprender.

La neurodidáctica mejora el rendimiento académico al facilitar el conocimiento sobre qué campos cerebrales actúan durante el proceso de aprendizaje de un estudiante, ya que marca pautas en las que se analiza con qué está trabajando el estudiante, cómo y qué mejora se plasma en el resultado académico. En definitiva, cómo funciona el cerebro cuando un estudiante se encuentra en el ámbito educativo para lograr promover un aprendizaje más efectivo (Gola et al., 2022; Jácome y Campos, 2023).

4.1.-Elaboración de materiales neurodidácticos

El docente no cesa en la búsqueda de propuestas alternativas para mejorar la formación de sus estudiantes. Su pensamiento está orientado a ¿cómo y de qué manera enseñó? Para el profesorado es prioritaria la calidad del aprendizaje logrado sobre la cantidad del mismo. Ello conlleva la realización de una búsqueda constante de materiales didácticos que favorezcan la obtención de un aprendizaje perdurable en el tiempo y que se adapte a diferentes ritmos de aprendizaje. Estos materiales ya elaborados por el profesor se dirigen en la actualidad a potenciar una mejora del rendimiento cerebral del discente.

La búsqueda o elaboración de materiales neurodidácticos no es un proceso aislado, se encuentra inmerso en una dinámica en la que se diseña un procedimiento de intervención o una secuenciación didáctica, cuyo objetivo final se orienta a trabajar con la plasticidad cerebral, la motivación, atención y memoria del alumnado.

El trabajar con la plasticidad cerebral implica ocuparse de la capacidad que tiene el cerebro para organizar y moldear, en función de las experiencias vividas, su funcionalidad en torno a la reorganización en el devenir de la vida (Gago y Elgier, 2018). Evidentemente, los estímulos externos van a poner de manifiesto una modificación del aprendizaje como resultado del uso y aplicación de una experiencia vivida a través de la realización de actividades. Los encargados de que esto tenga lugar son los procesos sinápticos.

Las intervenciones didácticas deben ir encaminadas a desarrollar la motivación y la atención del alumno (Carrillo y Zambrano, 2021). Las motivaciones pueden ser positivas o negativas, pero, todas ellas, van a estar dirigidas a la captación o pérdida de atención del estudiante, de modo que si la motivación es positiva capta la atención del discente (Mansilla, 2020), lo que favorece la motivación para seguir aprendiendo. Motivación necesaria para que el cerebro procese de modo adecuado la información que está percibiendo.

La utilización de la memoria a nivel cerebral implica realizar una selección y clasificación de toda aquella información que está utilizando el individuo en un momento determinado para contribuir a una modificación de lo aprendido. Luego,

atendiendo a lo aludido, se infiere que el uso y desarrollo de la memoria se entrelaza con el proceso de aprendizaje, ya que a partir de conocimientos adquiridos el cerebro a través de la memoria establece esquemas cognitivos que le permiten seguir aprendiendo a medida que memoriza más conocimientos (Falconi et al, 2017; Martínez Vicente et al, 2023).

Para la elaboración de materiales neurodidácticos inicialmente debemos plantearnos una serie de premisas metodológicas como son:

- .- Definir los objetivos a conseguir.
- .- Identificar los saberes que se van a trabajar.
- .- Indicar qué competencias se van a desarrollar.
- .- Qué principios metodológicos vamos a aplicar.
- .- Organizar los espacios y el tiempo a emplear.
- .- Determinar las actividades dentro de una secuenciación lógico-didáctica.
- .- Establecer rutinas en las diferentes sesiones de trabajo con una clara apertura y cierre.
- .- Establecer un buen clima de aula para evitar la sobrecarga emocional.
- .- Definir los elementos que se van a evaluar y determinar los instrumentos de la evaluación.

Los materiales que se utilicen en las situaciones de aprendizaje han de estar enfocados al desarrollo cognitivo, sensorial y motivación. Éstos tres aspectos permiten involucrar conocimientos previos con la información nueva activando el centro emocional favoreciendo un clima adecuado para adquirir aprendizaje. Las estrategias neurodidácticas van a estar diseñadas de forma contextualizada y lo más individualizada posible. De ahí que se asesora el trabajo en pequeños grupos de estudiantes, en la medida que dichas estrategias estarán definidas atendiendo al perfil cognitivo que determina el comportamiento del cerebro de cada estudiante. Estas estrategias deben ser flexibles, adaptadas al estilo y ritmo de aprendizaje y, también, cooperativas. Al mismo tiempo no se pueden obviar las destrezas, actitudes y habilidades que puedan alcanzar de modo individual

los estudiantes. En este sentido adquiere predominio el aprendizaje multisensorial ya que el estudiante se siente implicado en un proceso de aprendizaje donde el diseño está enfocado en él y para él de forma efectiva, dinámica y afectiva. En la medida que consolidan diversas capacidades, entre las que se hallan: la observación, estructuración y ordenamiento, así como la capacidad de clasificar, categorizar y representar. Los materiales que más aceptación tienen entre el alumnado según Carrillo Cusme y Zambrano Montes (2021) son los que podemos observar en la Tabla 1. Estos materiales deben adaptarse para trabajar desde una perspectiva socioemocional, siendo importante el espacio donde se utilizan porque el estudiante presenta una predisposición diferente al aprendizaje, dependiendo del lugar donde se desarrollen las actividades formativas, consideración que favorece que el alumnado se sientan involucrados o no en el proceso de aprendizaje.

Tabla 1.

Materiales para utilizar en las neuroaulas

Materiales recreativos (gamificación)

Materiales en formato digital

Producción y elaboración de materiales audiovisuales

Materiales que facilitan una dinámica cooperativa en el aprendizaje

Materiales para realizar prácticas, con apoyo de instrumental tecnológico como apoyo a la explicación teórica

Utilización de gráficos, mapas conceptuales, tablas, etc. Que permiten la organización de la información

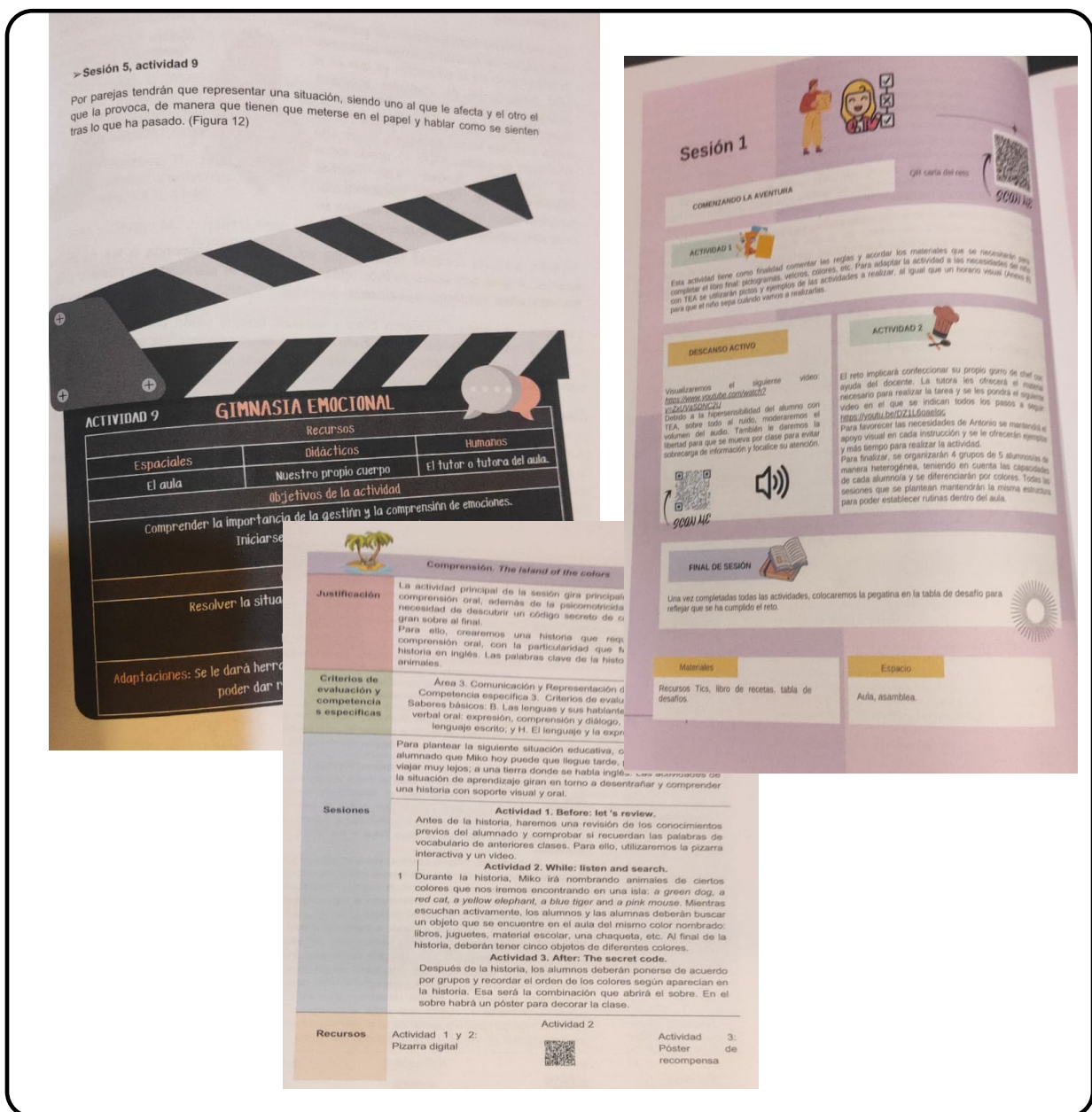
Materiales para utilizarlos en clases experimentales

Los materiales que son más aceptados por los estudiantes y los que más favorecen el buen rendimiento del uso cerebral son aquellos que les despiertan interés y están relacionados con situaciones de confort, ya que les resultan más familiares, de modo que el conocimiento de los mismos optimiza sus logros. Habitualmente, suelen ser los relacionados con la gamificación, los de formato digital, y materiales audiovisuales. Con el resto de los materiales se necesita un

proceso de adaptación en el que ellos conecten con la experiencia o actividad que se esté llevando a cabo, de modo que capten su atención a partir de las emociones y motivaciones hacia su propia acción. La planificación y la presentación de la organización del uso de los materiales es importante, un ejemplo de ello se presenta en la imagen 1.

Imagen 1

Diseños y presentación de materiales y organización de actividades neurodidácticas..



Fuente: Collado y Navarro (2023)

4.2.-Recursos tecnológicos para la elaboración de materiales neurodidácticos

Las Tecnologías de la Relación, Información y la Comunicación (TRIC) desempeñan un papel importante en las denominadas neuroaulas. Estos espacios favorecen el uso de herramientas y recursos que apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje fundamentados en la comprensión del funcionamiento cerebral (Espina Romero y Guerrero Alcedo, 2022).

Diferenciamos entre plataformas, juegos, aplicaciones y herramientas digitales.

.- **Plataformas de videoconferencia:** facilitan la enseñanza en línea y una comunicación fluida en tiempo real. Algunas de ellas son Microsoft Teams, Google Meet, Zoom, Google Chat, Jitsi, Skype, ooVoo, Dialpad, Discord, Facetime, Whatsapp, RingCentral Meetings, Free Conference Call, Intermedia Anymeeting, Trueconf, Daily.co, Sendinblue Meetings, Miro, LiveWebinar, 8x8 Meet, Slack, GoTo Meeting, BlueJeans, Cisco Webex Meetings, Whereby, Zoho Meeting, ClickMeeting, LifeSize, Stormlive. Algunas de estas plataformas de videoconferencia están acopladas a canales como YouTube, permiten compartir sesiones con diferentes personas. Así mismo, facilitan el que se pueda compartir una presentación o documentos, en general. La mayoría de estos recursos tecnológicos son gratuitos y con tiempo ilimitado o bastante amplio. Pueden intercambiarse mensajes rápidamente. El límite de usuarios es muy amplio. Se pueden realizar grabaciones de las videoconferencias. Suelen tener un interfaz de fácil uso, aunque algunos están más enfocados al uso personal con menos usuarios de conexión simultánea. La mayoría de estas plataformas tienen un uso fácil, bastante intuitivo, algunas, las menos, no, pero, en general, son fáciles de utilizar. Si bien es cierto requieren de una línea de internet estable. Otras requieren un pago para su utilización.

.- **Plataformas de aprendizaje:** Se definen como entornos virtuales de aprendizaje en los que existe una interacción entre el docente y discente. Ofrecen muchas posibilidades desde intercambio de materiales de diversas características (material docente en general: videos, presentaciones, textos, artículos, enlaces web, etc.), realización de actividades, conferencias, chat, etc. En el proceso de interacción se proporciona una retroalimentación y favorece

experiencias de aprendizaje más personalizadas. Algunas de las plataformas de aprendizaje bastante utilizadas son: Moodle, Educativa, Google Classroom, Microsoft Teams, Canvas, Chamilo, Schoology. En la actualidad los entornos virtuales a través de las plataformas, sean de aprendizaje o de videoconferencia, son una realidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El objetivo esencial de las mismas es eliminar las barreras espacio-temporales, incluso las fronteras, razón por la que ya se implementan desde los estudios primarios hasta los superiores.

Atendiendo al pensamiento de Fernández Naranjo y Rivero López (2014):

la utilización de recursos interactivos a través de Internet, el uso de satélites de comunicación, los sistemas de banda ancha y la creación de espacios virtuales, ha permitido pasar a una nueva era; la interactividad bidireccional entre estudiantes y docentes y nuevos modelos de enseñanza; "educación o aprendizaje en línea", "aprendizaje electrónico", "educación virtual", enseñanza no presencial conocida y difundida en la actualidad con el término anglosajón "e-learning" y/o la enseñanza mixta "blended learning" combinándose la enseñanza en línea con la enseñanza presencial, lo que se ha convertido en una atractiva modalidad formativa que no debemos obviar replanteándose nuevas metodologías en la enseñanza. (p. 209)

Las plataformas de aprendizaje son un espacio de comunicación que hace posible un contexto de enseñanza y aprendizaje a través de una relación dinámica (Parra-Zhizhingo et al., 2020). Facilitan la comunicación pedagógica mediante la creación de entornos didácticos virtuales, que mejoran la calidad docente, incrementando la motivación y la autogestión del proceso educativo por parte del estudiante, considerando ritmos de aprendizaje diferentes y los límites personales. Los discentes logran integrar el trabajo individual con el cooperativo bajo la toma de decisiones individuales con respecto a la organización de su propio aprendizaje, ya que las plataformas disponen de una amplia gama de herramientas que favorecen el soporte del proceso docente (Rodríguez Velázquez et al, 2018). La posibilidad de poder trabajar a distancia facilita el poder colaborar con varias personas dentro de la configuración de un equipo, de ahí la existencia de la integración entre el trabajo individual con el cooperativo. Las herramientas son básicamente: las de administración para la gestión de

usuarios, la de comunicación y colaboración (facilitan la interactividad), herramientas de gestión de contenidos y de seguimiento y evaluación. Las Plataformas de e-learning adaptativo utilizan algoritmos para personalizar el aprendizaje en función las necesidades individuales del estudiante, ajustando el contenido según el rendimiento académico del discente. Diferenciamos las plataformas de creación de contenido, en las que solo se permiten creaciones de contenido visual por parte de los docentes y de los estudiantes (videos, presentaciones, etc.).

Y plataformas de aprendizaje adaptativo en las que se personaliza el aprendizaje en función de las necesidades específicas del individuo. Ajustando, también, el contenido al rendimiento de cada estudiante.

Juegos educativos digitales: Se utiliza para reforzar el aprendizaje los juegos educativos en línea y algunas aplicaciones. Con frecuencia se trata de juegos atractivos e interactivos, promueven la atención del discente y facilita la retención de la información a través de la memoria visual y el refuerzo positivo con el resultado favorable en el juego. Los juegos digitales facilitan la experimentación con diferentes identidades, llevando al límite consecuencias, distintas opciones. A su vez se trabajan las habilidades sociales (Perrotta et al., 2013), el interés hacia el aprendizaje, favorece la concentración, el aprendizaje y pensamiento complejo, el desarrollo de estrategias y la relación y asociación de contenidos multidisciplinares. La utilización de juegos educativos digitales favorece el aprendizaje de contenidos concretos que, previamente el docente, ha seleccionado para poder plantear, de forma consciente, estrategias de aprendizaje. De forma habitual se utilizan para trabajar una necesidad pedagógica concreta, dirigida a unos estudiantes específicos y con unas intenciones educativas muy definidas. Es requisito imprescindible saber seleccionar el juego a utilizar didácticamente ya que deben determinarse los objetivos concretos y las limitaciones que pueda presentar el mismo. El mismo juego puede ayudar o no a aprender dependiendo de las necesidades pedagógicas y de a quién va dirigido (Contreras Espinosa, 2016). El docente no debe perder la perspectiva de que si parte de una herramienta motivadora debe conducir la acción del discente a desarrollar una serie de acciones que conllevan el respeto de unas normas que generan autodisciplina y se desencadena una

serie de acciones con una meta, equiparable a lo que se pretende con una acción o intervención educativa perdurable en el tiempo.

Herramientas de mapeo mental y de análisis de datos: las de mapeo mental, como Mind-Meister y XMind (Álvarez Rodríguez et al., 2023) mejoran la comprensión y retención de conceptos mediante la organización visual de la información. Las herramientas de análisis de datos permiten adaptar los métodos didácticos tras la recopilación de datos por parte del profesorado. Esta recopilación de datos se convierte en una información valiosa relacionada con el comportamiento que tiene el estudiante en línea.

El mapa mental (Roig Zamora y Araya Ramirez, 2013) es una estrategia didáctica que estructura de forma lógica los conceptos de una temática en concreto o de una situación determinada. Podríamos considerar que se trata de una herramienta que moldea de forma natural cómo el cerebro procesa la información en los dos hemisferios. En este sentido, Deladrière et al (2006) definen como mapa mental una representación jerárquica temporal y arbitraria de vínculos entre diferentes datos; según una estructura arbórea, cuyo objetivo es estructurar y hacer emerger información. Al respecto, Avellano Sánchez y Santoyo Rodríguez (2009, p.46) lo definen como la estructura de una imagen visual que facilita la extracción de la información, su anotación y memorización de los detalles con facilidad. Al trabajar desde los dos hemisferios cerebrales se produce un equilibrio de las estructuras de las redes neuronales del cerebro. En el hemisferio izquierdo se trabaja, el lenguaje, el orden, lo racional y la lógica, mientras que en el hemisferio derecho relaciona la creatividad, la imaginación y una visión general de las cosas. Luego en un contexto educativo los mapas mentales se centran en una imagen central del contenido desde la cual se ofrecen diferentes ramificaciones del tema central (o ramas superiores) en las que se detecta una imagen y/o palabra clave y desde estas ramas se pueden determinar otras de un nivel inferior o de menor importancia pero que tienen relación con las consideradas de nivel superior.

De ahí que se determinen unas características específicas de esta herramienta, como son:

- .- La toma de decisiones sobre la organización, estructuración y la reducción de una información a una o unas pocas palabras o imágenes.
- .- Se ofrece un aprendizaje multicanal al utilizar imágenes, escritura, formas colores, etc. (procurando que intervengan el mayor número posible de sentidos).
- .- La representación gráfica supone el desarrollo de un nivel de organización, estructurando las ideas y su relación de forma estructurada.
- .- Facilita la asociación de las ideas.
- .- La selección de palabras clave o nodos significativos de ideas genera la organización de las ideas en frases significativas del contenido.
- .- Trabajar con imágenes, en sus diferentes formatos, estimula el uso de la memoria retentiva asociada a las mismas.
- .- Los dos hemisferios cerebrales trabajan por igual.

Se podría afirmar que la utilidad de estas herramientas en los procesos de aprendizaje son muy efectivas en la organización de la información, activando el uso de los dos hemisferios cerebrales, que permiten condensar información extensa, facilitan la realización de síntesis, la representación, así como la selección de datos tras una recopilación y realización de un proceso de evaluación en el que se analiza y se diferencian ideas esenciales de las secundarias, estableciendo una jerarquía entre las mismas.

Después de estas reflexiones, se podría hacer el siguiente planteamiento: ¿cómo se plasman estas utilidades en la construcción del saber del estudiante? Al respecto se puede afirmar que: mediante el uso de la reflexividad se desarrolla la autonomía en el aprendizaje, mejora la memoria, se pueden superar situaciones complejas de aprendizaje, facilita el desarrollo y dominio del conocimiento mediante la construcción y argumentación. En definitiva, esta serie de toma de decisiones que se suceden en cascada incuba una evolución del pensamiento del estudiante a un pensamiento crítico tras el aprendizaje adquirido ya que el logro conseguido se visualiza en la selección de contenido esencial diferenciado del accesorio o menos pertinente.

Conclusión

En el presente capítulo se han reflejado las características que deben presentar los materiales neurodidácticos en el diseño de estrategias lógico-didácticas. En éstas últimas se deben tener en cuenta los ambientes donde se presentan los materiales neurodidácticos preparados y seleccionados de modo consciente, para alcanzar el mayor logro posible en el desarrollo de las potencialidades del estudiante.

El cuidado del contexto genera un clima de aula adecuado, que favorece el aprendizaje en función de los diferentes ritmos de desarrollo metacognitivo. *De modo que se establece un nivel de conexión emocional que facilita las relaciones sociales.

Se puede concluir, indicando que las herramientas a tener en cuenta a la hora de diseñar secuencias didácticas y la utilización o elaboración de materiales se resumen en los siguientes indicadores:

- .- Organizar el entorno de manera adecuada para facilitar el aprendizaje: en ocasiones se trata de evitar obstáculos distractores en el devenir de una rutina diaria de clase.
- .- Las conductas premiadas son un refuerzo positivo, provocando la motivación hacia la realización de un esfuerzo. Así como las conductas sancionadas son un refuerzo negativo pueden ser aleccionadoras para mostrar las consecuencias de una acción.
- .-La inteligencia humana incluye la imitación considerando los modelos a seguir como un beneficio o un aprendizaje.
- .- El cambio de creencias, sentimientos y deseos se muestran como esquemas generadores de resolución de problemas en el proceso de asimilación de conocimientos.
- .- La repetición y el hábito favorecen el desarrollo de rutinas de trabajo que estimulan facilitando el aprendizaje de forma metódica.

.- Por último, la autorreflexión permite al estudiante dominar sus procesos mentales lo que se traducirá en un futuro en un avance que beneficia y estimula el sentimiento de logro y progreso.

Todos estos aspectos indicativos, condicionan a la hora de seleccionar una metodología de trabajo, unos materiales y unos recursos que ayuden a mejorar el aprendizaje mediante procesos de secuenciación diseñadas bajo la concepción de la neurodidáctica.

Los objetivos marcados son importantes como referentes para poder seleccionar entre todos los recursos y materiales disponibles para el quehacer docente. La planificación correcta en un contexto adecuado y clima favorable con los recursos y materiales neurodidácticos disponibles, estimulan el rendimiento del uso cerebral.

Bibliografía

- Álvarez, J.; Trujillo, J.M. & Buxarrias, M.R. (2023). La neurona como elemento clave en los sistemas educativos. En, C. de Barros Camargo, A. Hernández Fernández, R.M. Esteban Moreno, M. Fernández Cruz, E. Pérez Navío, I. Martínez Sánchez, R. Quijano López y J. Álvarez Rodríguez (Coordes.). *Fundamentos de neuropedagogía* (pp. 121 - 130). Sanz y Torres.
- Avellano, J. y Santoyo, M. (2009). *Investigar con mapas mentales*. Procesos metodológicos. Narcea S.A Ediciones.
- Carrillo Cusme, Z. L. & Zambrano Montes, L. C. (2021). Estrategias neurodidácticas aplicadas por los docentes en la escuela Ángel Arteaga de Santa Ana. *Revista San Gregorio*, 1(46), 144-157. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i46.1704>
- Collado, J.A. y Navarro, D. (2023). *Proyectos neuroeducativos*. Opospills.
- Contreras, R.S. (2016). Presentación. Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), pp. 27-33. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.2.16143>
- De Barros, C.; León, M.J.; Pino, M.R.; Palomares, A.; Quijano, R.; Fernández Cruz, M. y López Rodríguez, S. (2023). Neuropedagogía y metodologías docentes inclusivas, tecnologías emergentes. En R. M. Esteban Moreno, C. de Barros Camargo y R. Quijano López (Coordas.). *Claves de la neuropedagogía* (pp. 87 - 109). Octaedro.
- Deladrière, J., Le Bihan, F., Mongin, P., & Rebaud, D. (2006). *Organiza tus ideas utilizando mapas mentales: Ouvrage publié avec le concours du Ministère Français chargé de la Culture-Centre National du Livre*. Gestión 2000.
- Espina, L. & Guerrero, J.M. (2022). Neurociencia y sus aplicaciones en el área de la Educación: Una revisión bibliométrica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27 (98), 512-529.
- Falconi, A., Alajo, A., Cueva, M., Mendoza, R., Ramírez, S. y Palma, E. (2017). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la educación. Open Journal Systems en *Revista: Revista de entrenamiento*, 4(1), 61-74.
- Fernández Naranjo, A. & Rivero, M. (2014). Las plataformas de aprendizajes, una alternativa a tener en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica*, 6 (2), 207-221.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592014000200009&lng=es&nrm=iso. ISSN 1684-1859.

- Gago, L. y Elgier, A. (2018). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. *PSICOGENTE*, 21(40), 476-494.
- Gola, G.; Anglioletti, L.; Cassioli, F. & Balconi, M. (2022). The teaching brain: beyond the Science of teaching and educational Neuroscience. *Front. Psychol.* 13, 823832. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.823832
- Hernández Fernández, A., Pérez Ferra, M., Leite, A. L., Rivas, J. I., y Pérez Navío, E. (2023). Neuropedagogía, neuroeducación y neurodidáctica. En R. M. Esteban Moreno, C. de Barros Camargo y R. Quijano López (Coordas.). *Claves de la neuropedagogía* (pp. 163 - 184). Octaedro.
- Jácome, A.M., & Campos, H.M. (2023). Estrategias neurodidácticas y rendimiento académico en la práctica docente latinoamericana. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e109. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e109>
- Mancilla, E. (2020). Neurociencia y proceso de enseñanza-aprendizaje. *Innovación Didáctica de Madrid*, (61), 44-62.
- Martínez, M.; Suárez, J.M. y Valiente, C. (2023). Perfil estratégico-motivacional y rendimiento académico en alumnado de Educación Primaria. *EDUCACIÓN XXI*, 26 (1), 141-163. DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.31852>
- Muchiut, A.F.; Zapata, R.B.; Comba, A., Mari, M.; Torres, N.; Pellizardi, J. & Segovia, A.P. (2018). Neurodidáctica y autorregulación del aprendizaje, un camino de la teoría a la práctica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78 (1), 205-219. <https://rieoei.org/RIE/article/view/3193/3996>
- Parra Zhizhingo, Y.V.; García Herrera, D. G.; Ávila, C.M. & Erazo-, J.C. (2020). Plataformas virtuales: retos y perspectivas a partir de docentes. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 5, Extra 5, 233-249. DOI: <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i5.1041>
- Pérez Ferra, M. y Quijano López, R. (2024). *La gnoseología, ámbito articulador entre neurociencia y didáctica: consecuencias para la educación*. Seminario Horizontica. La utopía posible 2024. (En prensa)
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., y Houghton, E. (2013). *Gamebased Learning: Latest Evidence and Future Directions*. En NFER Research Programme: Innovation in Education. Slough- Berkshire.

http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/10919/mod_resource/content/1/GAME01.pdf

Rodríguez Velázquez, K.; Pérez Fauria, J. M. & Torres García, G. (2018). Implementación de un entorno virtual como herramienta didáctica para fortalecer el proceso enseñanza aprendizaje. *EDUMECENTRO*, 10(4), 54-71. Recuperado en 01 de mayo de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742018000400004&lng=es&tlng=es.

Roig, J., & Araya, J. (2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación realizados por los estudiantes de licenciatura de la carrera de Ingeniería Industrial. *E-Ciencias De La Información*, 3(2), 1–22. <https://doi.org/10.15517/eci.v3i2.10658>

CAPÍTULO 5. BUENAS PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS PARA LA CREACIÓN DE MATERIALES NEURODIDÁCTICOS

González Medina, Isaac

Pérez Navío, Eufrasio

Universidad de Jaén, España

Introducción

La integración de la tecnología en la educación ha generado un impacto significativo en los procesos de aprendizaje, transformando la forma en que los estudiantes acceden a la información, interactúan con el contenido y desarrollan habilidades clave para el siglo XXI. En este contexto, surge la neurodidáctica como un campo de estudio interdisciplinario que busca comprender cómo aprende el cerebro humano para informar y mejorar las prácticas educativas. Al combinar los avances en neurociencia con las herramientas tecnológicas disponibles, los educadores pueden aprovechar mejor el potencial del aprendizaje para optimizar la enseñanza y promover el éxito estudiantil.

En las últimas décadas, la tecnología ha transformado radicalmente la forma en que enseñamos y aprendemos. La integración de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo ha generado un cambio de paradigma, proporcionando nuevas oportunidades para la personalización del aprendizaje, la colaboración entre estudiantes y docentes, y el acceso a recursos educativos globales (Prensky, 2001). En este contexto, el uso de la tecnología en la educación se ha convertido en un tema de gran relevancia, con el potencial de mejorar la calidad y la eficacia de los procesos de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos (Selwyn, 2011).

El impacto positivo de la tecnología en el aprendizaje se evidencia en múltiples aspectos. Por un lado, las herramientas digitales ofrecen la posibilidad de crear entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos, que estimulan la participación activa de los estudiantes y fomentan el desarrollo de habilidades digitales esenciales para el siglo XXI (Johnson et al., 2016). Además, la tecnología facilita el acceso a una

amplia gama de recursos educativos en línea, incluyendo libros electrónicos, videos educativos, simulaciones y aplicaciones interactivas, que enriquecen el proceso de enseñanza y permiten adaptar el contenido a las necesidades individuales de cada estudiante (Mishra & Koehler, 2006).

Por otro lado, la tecnología también ha generado importantes desafíos y debates en el ámbito educativo. La brecha digital, la seguridad y privacidad de los datos, y la dependencia excesiva de dispositivos electrónicos son algunos de los temas que han surgido como resultado del uso generalizado de la tecnología en la educación (Bulfin et al., 2020). Sin embargo, a pesar de estos desafíos, el consenso general es que la tecnología tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad y la equidad de la educación, siempre que se utilice de manera adecuada y reflexiva (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2013).

La neurodidáctica es un campo interdisciplinario que combina los principios de la neurociencia cognitiva con la teoría y la práctica educativa (Goswami, 2006). Su objetivo es comprender cómo funciona el cerebro durante el proceso de aprendizaje y cómo podemos aplicar este conocimiento para mejorar las estrategias de enseñanza y optimizar el rendimiento académico de los estudiantes (Howard-Jones, 2010). En este sentido, la neurodidáctica ofrece una perspectiva única y complementaria a la pedagogía tradicional, al proporcionar insights sobre los procesos cognitivos subyacentes al aprendizaje y la memoria (Willis, 2007).

La importancia de la neurodidáctica radica en su capacidad para arrojar luz sobre cómo aprende el cerebro y qué estrategias pedagógicas son más efectivas para facilitar este proceso (Jensen, 2008). A través de estudios de neuroimagen y experimentos cognitivos, los investigadores han identificado una serie de principios fundamentales que influyen en el aprendizaje, como la plasticidad neuronal, la atención selectiva, la memoria de trabajo y la consolidación de la información (Blakemore & Frith, 2005). Comprender estos principios es crucial para diseñar entornos de aprendizaje que sean óptimos para el desarrollo cognitivo de los estudiantes y promover un aprendizaje significativo y duradero (Hattie, 2009).

Por ello, la neurodidáctica proporciona un marco teórico sólido para informar la práctica educativa y mejorar la efectividad de las estrategias de enseñanza. Al integrar los conocimientos de la neurociencia cognitiva en el diseño de materiales y

actividades educativas, los docentes pueden maximizar el potencial de aprendizaje de sus estudiantes y crear experiencias educativas más enriquecedoras y estimulantes.

En conclusión, la conjunción de buenas prácticas tecnológicas y los principios de la neurodidáctica representa un enfoque prometedor para el diseño y la implementación de materiales educativos efectivos. En este capítulo, además de explorar los fundamentos de las buenas prácticas tecnológicas y su relevancia en la creación de materiales didácticos centrados en el aprendizaje del siglo XXI, se abordarán ejemplos concretos de materiales neurodidáctica. Estos ejemplos proporcionarán una visión práctica de cómo se aplican estos principios en la práctica educativa. Además, se examinará la relación entre las buenas prácticas tecnológicas y la inteligencia artificial en la educación, destacando cómo la integración de la IA puede potenciar la efectividad de los materiales educativos.

5.1.- Fundamentos de las buenas prácticas tecnológicas

Las buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales educativos son fundamentales para garantizar la efectividad y el impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Estas prácticas se basan en principios clave que abarcan los siguientes aspectos:

Uno de los principios esenciales de las buenas prácticas tecnológicas es la accesibilidad, que se refiere a la capacidad de los materiales educativos para ser utilizados por todos los estudiantes, independientemente de sus necesidades o habilidades (Lazar et al., 2017). Por ejemplo, seleccionar herramientas y plataformas tecnológicas que cumplan con los estándares de accesibilidad, como la capacidad de ajustar el tamaño del texto, proporcionar descripciones de imágenes para personas con discapacidad visual o permitir la navegación por teclado para personas con discapacidad motora, puede garantizar que los materiales sean accesibles para todos los estudiantes (Rose & Meyer, 2019). Otro principio clave es la usabilidad, que se refiere a la facilidad de uso y comprensión de los materiales educativos por parte de los estudiantes (Nielsen, 1993). Al diseñar interfaces intuitivas y amigables, minimizar la carga cognitiva y proporcionar retroalimentación clara y oportuna, los materiales neurodidácticos pueden ser más efectivos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes (Nielsen, 2020). La interactividad es otro aspecto crucial de las buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales didácticos (Clark & Mayer, 2016). Al ofrecer actividades interactivas como cuestionarios, encuestas y juegos, las plataformas de aprendizaje en línea pueden involucrar a los estudiantes y fomentar la participación activa en el aula virtual (Khan, 2021). Además, la adaptabilidad es esencial para diseñar materiales que se ajusten a las necesidades individuales de los estudiantes (Brusilovsky et al., 2014). Al proporcionar contenido personalizado y actividades que se adapten al nivel de habilidad y estilo de aprendizaje de cada estudiante, los materiales pueden ser más efectivos para promover el aprendizaje significativo (Clark & Mayer, 2020). Finalmente, la seguridad es un aspecto crítico a considerar al diseñar materiales didácticos en entornos digitales (OECD, 2018). Es importante proteger la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes y garantizar que estén protegidos de posibles riesgos en línea, como el acoso cibernético o el acceso no autorizado a la información personal (Boyd & Crawford,

2021). Estos principios de las buenas prácticas tecnológicas se entrelazan de manera significativa con los fundamentos de la neurodidáctica, la cual estudia cómo funciona el cerebro en el proceso de aprendizaje y cómo se puede optimizar este proceso a través de estrategias educativas efectivas (Howard-Jones, 2020). A nivel didáctico, por un lado, la accesibilidad y la adaptabilidad de los materiales tecnológicos pueden facilitar el acceso a la información y adaptarla a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que favorece la atención y la retención de la información (Plass et al., 2021). Asimismo, la interactividad puede estimular la participación activa de los estudiantes, lo que promueve una mayor implicación cognitiva y una mejor comprensión de los conceptos (Mayer, 2019). En cuanto a la seguridad, es fundamental para crear un entorno de aprendizaje seguro y protegido, lo que contribuye al bienestar emocional y al desarrollo positivo de los estudiantes (Johnson et al., 2022). Por lo tanto, integrar estos principios de las buenas prácticas tecnológicas en el diseño y la implementación de materiales educativos puede potenciar significativamente el proceso de aprendizaje y mejorar los resultados académicos de los estudiantes. Por otro lado, a nivel ejemplificativo, uno relevante de cómo se aplican estos principios en la práctica educativa es el uso de plataformas de aprendizaje en línea que ofrecen contenido accesible, interactivo y adaptable, como Khan Academy o Coursera (Khan Academy, 2020; Coursera, 2021). Estas plataformas utilizan tecnología avanzada para proporcionar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje personalizada y efectiva, lo que les permite aprender a su propio ritmo y según sus propias necesidades. Otro ejemplo son las aplicaciones móviles educativas que ofrecen actividades y juegos interactivos diseñados para estimular el aprendizaje y la participación de los estudiantes (Gee, 2020). Estas aplicaciones suelen incorporar elementos de gamificación y retroalimentación inmediata para mantener la motivación y el compromiso de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

En resumen, los principios de las buenas prácticas tecnológicas son fundamentales para la creación de materiales educativos efectivos, especialmente en el contexto de la neurodidáctica. Integrar estos principios en el diseño y la implementación de materiales educativos puede mejorar significativamente el proceso de aprendizaje y promover un entorno de aprendizaje inclusivo, interactivo y seguro.

5.2.- Buenas prácticas tecnológicas y creación de materiales didácticos

La implementación de buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales didácticos es esencial para promover un aprendizaje efectivo y centrado en los principios de la neurodidáctica. En este sentido, es importante explorar y comprender en profundidad los principios básicos de estas prácticas y su relación con la neurociencia educativa, así como identificar herramientas y recursos tecnológicos específicos que puedan utilizarse para diseñar materiales neurodidáctica efectivos. A continuación, se presentan ejemplos concretos de cómo estas prácticas pueden ser aplicadas en la elaboración de materiales educativos, destacando el papel clave de la realidad aumentada, la robótica y la inteligencia artificial. La realidad aumentada (RA) ofrece la posibilidad de enriquecer la experiencia de aprendizaje al combinar elementos virtuales con el entorno real. Por ejemplo, la utilización de aplicaciones móviles que permiten visualizar modelos tridimensionales de estructuras anatómicas, como el cerebro humano, de manera interactiva, facilita la comprensión de conceptos complejos (Plass et al., 2021). Además, la RA permite a los estudiantes explorar y manipular los objetos virtuales en tiempo real, favoreciendo la retención y el procesamiento de la información. La robótica educativa es otra herramienta poderosa para el diseño de materiales didácticos centrados en la neurodidáctica. La creación de robots programables que interactúan con los estudiantes ofrece oportunidades únicas para promover el aprendizaje activo y la resolución de problemas. Por ejemplo, los estudiantes pueden programar robots para realizar tareas específicas relacionadas con el contenido curricular, fortaleciendo el entendimiento conceptual y desarrollando habilidades cognitivas y socioemocionales (Johnson et al., 2022). La inteligencia artificial (IA) desempeña un papel cada vez más relevante en la creación de materiales didácticos personalizados y adaptativos. Los sistemas de IA pueden analizar el rendimiento y las preferencias de los estudiantes para ofrecer recomendaciones individualizadas y ajustar el contenido del aprendizaje en tiempo real. Por ejemplo, plataformas de aprendizaje en línea como Khan Academy utilizan algoritmos de IA para identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes y proporcionar actividades y recursos específicos para cada uno (Khan, 2021). Esta personalización del aprendizaje optimiza la eficacia de los materiales didácticos, mejorando la retención y la transferencia de conocimientos (Mayer, 2019). Además

de estos ejemplos concretos, es importante destacar la importancia de utilizar herramientas y recursos tecnológicos específicos para el diseño de materiales neurodidáctica efectivos. Entre estas herramientas se incluyen software de diseño gráfico y multimedia, plataformas de realidad virtual y aumentada, kits de robótica educativa y sistemas de IA integrados en entornos de aprendizaje digital. Estas herramientas proporcionan a los educadores las capacidades necesarias para crear materiales interactivos, adaptativos y personalizados que estimulan la atención, el compromiso y la participación activa de los estudiantes. Para contextualizar la creación de materiales neurodidácticos en la educación contemporánea, es crucial explorar ejemplos que incorporen avances tecnológicos y metodologías innovadoras. A continuación, se presentan algunos ejemplos destacados:

Entornos de aprendizaje virtuales inmersivos: Los entornos de aprendizaje virtuales, como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), ofrecen experiencias inmersivas que pueden mejorar la retención y comprensión de la información. Por ejemplo, aplicaciones de RA como Anatomy 4D permiten a los estudiantes explorar el cuerpo humano en detalle, visualizando órganos y sistemas en 3D y comprendiendo su funcionamiento de manera más efectiva (Smith et al., 2021).

Simulaciones educativas basadas en inteligencia artificial: Las simulaciones educativas impulsadas por inteligencia artificial (IA) proporcionan entornos de aprendizaje personalizados y adaptativos. Por ejemplo, el sistema de tutoría inteligente AutoTutor utiliza IA para brindar retroalimentación personalizada a los estudiantes mientras interactúan con contenido educativo en línea, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo (Graesser et al., 2020).

Aplicaciones de gamificación para el aprendizaje de idiomas: Las aplicaciones de gamificación, como Duolingo y Memrise, utilizan principios de juego para hacer que el aprendizaje de idiomas sea más atractivo y efectivo. Estas aplicaciones aprovechan la dopamina liberada durante el juego para motivar a los estudiantes a participar de manera regular y consistente, lo que mejora la retención y el dominio del idioma (Xu & Kim, 2020).

Plataformas de aprendizaje adaptativo: Las plataformas de aprendizaje adaptativo, como Khan Academy y Coursera, utilizan algoritmos de IA para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Estas plataformas analizan el rendimiento y las preferencias de los estudiantes para recomendar contenido relevante y desafiarlos en su zona óptima de desarrollo, optimizando así el proceso

de aprendizaje (VanLehn et al., 2021). Tecnología de seguimiento ocular para evaluación de la atención: La tecnología de seguimiento ocular permite medir la atención y el compromiso de los estudiantes durante las actividades de aprendizaje en línea. Por ejemplo, estudios recientes han utilizado el seguimiento ocular para identificar patrones de atención en estudiantes durante la lectura en línea, lo que proporciona información valiosa para mejorar el diseño de materiales educativos y la entrega de contenido (Wu et al., 2022). Diseño de juegos educativos para el desarrollo de habilidades cognitivas: Los juegos educativos han demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar las habilidades cognitivas, como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la memoria. Autores como García y Martínez (2021) han investigado cómo el diseño de juegos basados en principios neurodidácticos puede estimular el aprendizaje significativo. Por ejemplo, juegos como Lumosity y Elevate ofrecen una variedad de actividades diseñadas para desafiar y mejorar diferentes aspectos del funcionamiento cognitivo. Estas aplicaciones utilizan técnicas como la gamificación, la retroalimentación inmediata y el seguimiento del progreso para mantener a los estudiantes comprometidos y motivados mientras desarrollan habilidades importantes para el éxito académico y profesional. Estos ejemplos ilustran cómo la integración de principios de neurociencia en el diseño de materiales educativos puede mejorar la efectividad del aprendizaje y promover un desarrollo cognitivo óptimo en los estudiantes. Al aprovechar las tecnologías emergentes y las investigaciones recientes en neurodidáctica, los educadores pueden crear experiencias de aprendizaje más personalizadas, motivadoras y efectivas.

En resumen, la aplicación de buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales didácticos desde una perspectiva neurodidáctica es fundamental para promover un aprendizaje significativo y efectivo. La integración de herramientas como la realidad aumentada, la robótica y la inteligencia artificial ofrece oportunidades únicas para enriquecer la experiencia de aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Es necesario continuar explorando y desarrollando nuevas estrategias y recursos tecnológicos que maximicen el potencial del aprendizaje basado en la neurociencia y la tecnología.

Conclusión

La implementación de buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales didácticos es esencial para garantizar un aprendizaje efectivo y centrado en los principios de la neurodidáctica. La realidad aumentada, la robótica educativa y la inteligencia artificial son ejemplos concretos de cómo estas prácticas pueden transformar la experiencia educativa. La realidad aumentada, por ejemplo, ofrece la posibilidad de enriquecer el aprendizaje al combinar elementos virtuales con el entorno real, facilitando la comprensión de conceptos complejos. Por otro lado, la robótica educativa permite la interacción con robots programables, promoviendo el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales. Asimismo, la inteligencia artificial personaliza el aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante, optimizando la efectividad de los materiales didácticos y mejorando la retención y transferencia de conocimientos. Además de estas tecnologías específicas, es fundamental destacar la importancia de utilizar herramientas y recursos tecnológicos adecuados en la creación de materiales neurodidácticos efectivos. El diseño gráfico y multimedia, las plataformas de realidad virtual y aumentada, los kits de robótica educativa y los sistemas de inteligencia artificial integrados en entornos digitales proporcionan a los educadores las capacidades necesarias para crear materiales interactivos y personalizados. Estas herramientas no solo estimulan la atención y el compromiso de los estudiantes, sino que también fomentan la participación activa en el proceso de aprendizaje, promoviendo así un aprendizaje significativo y efectivo. Por otro lado, es importante comprender y aplicar los principios de accesibilidad, usabilidad, interactividad, adaptabilidad y seguridad en el diseño de materiales didácticos. La accesibilidad garantiza que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades, puedan utilizar los materiales educativos. Finalmente, la seguridad protege la privacidad y la integridad de los datos de los estudiantes, asegurando un entorno educativo seguro y protegido. En resumen, la aplicación de buenas prácticas tecnológicas en la creación de materiales didácticos desde una perspectiva neurodidáctica es fundamental para promover un aprendizaje efectivo y significativo. La integración de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada, la robótica y la inteligencia artificial, ofrece oportunidades únicas para enriquecer la experiencia de aprendizaje y

mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Es necesario seguir explorando y desarrollando nuevas estrategias y recursos tecnológicos que maximicen el potencial del aprendizaje basado en la neurociencia y la tecnología. Además, es importante destacar que la rápida evolución de la tecnología sigue ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Autores como Rose y Meyer (2019) subrayan la importancia de adoptar un enfoque de diseño universal para la creación de materiales educativos, asegurando que estos sean accesibles para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o necesidades. Este enfoque, combinado con el uso innovador de la tecnología, puede ampliar significativamente el alcance y el impacto de la educación. En este contexto, la investigación continua desempeña un papel crucial en la identificación de las mejores prácticas y en la evaluación del impacto de la tecnología en el aprendizaje. Autores como Plass, Mayer y Homer (2021) han llevado a cabo estudios comparativos sobre el uso de laboratorios virtuales frente a laboratorios tradicionales, proporcionando evidencia empírica sobre los beneficios de la tecnología en la mejora del rendimiento estudiantil y la reducción de la carga cognitiva. Además, la colaboración entre educadores, tecnólogos y neurocientíficos es fundamental para garantizar que los avances tecnológicos se traduzcan efectivamente en prácticas educativas basadas en la evidencia. Autores como Brusilovsky, Sosnovsky y Yudelson (2014) abogan por el desarrollo de sistemas educativos adaptativos e inteligentes que aprovechen el poder de la tecnología para personalizar la experiencia de aprendizaje y maximizar el potencial de cada estudiante. Por último, la inclusión de perspectivas multidisciplinarias en la investigación y el desarrollo de tecnología educativa es esencial para abordar los desafíos complejos que enfrenta la educación. Autores como Smith et al (2021) destacan la importancia de la colaboración entre expertos en neurociencia, educación, psicología y tecnología para diseñar intervenciones efectivas que mejoren el aprendizaje y promuevan la equidad educativa. En conclusión, la combinación de buenas prácticas tecnológicas con los principios de la neurodidáctica ofrece un camino prometedor hacia un aprendizaje más efectivo y significativo. Al aprovechar las herramientas tecnológicas disponibles y continuar investigando y colaborando en este campo, los educadores pueden contribuir significativamente a la creación de un entorno educativo más inclusivo, participativo y enriquecedor para todos los estudiantes.

Bibliografía

- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2005). The learning brain: Lessons for education: A précis. *Developmental Science*, 8(6), 459–465. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00433.x>
- Boyd, D., & Crawford, K. (2021). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, 24(1), 8-17. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1819776>
- Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., & Yudelso, M. V. (2014). Adaptive and intelligent web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 387-392. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0017-8>
- Bulfin, S., Henderson, M., Johnson, N. F., & Lockyer, L. (2020). Rethinking education with (and for) computational thinking. *Australian Educational Computing*, 35(1), 1–16. <https://doi.org/10.17159/2223-0386/2020/v35n1a1>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. John Wiley & Sons.
- Coursera. (2021). *About Coursera*. <https://about.coursera.org/>
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2013). Removing obstacles to the pedagogical changes required by Jonassen's vision of authentic technology-enabled learning. *Computers & Education*, 64, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.008>
- García, E., & Martínez, J. (2021). Neurodidactic Principles in Educational Game Design: A Case Study of Lumosity and Elevate. *International Journal of Serious Games*, 8(2), 143-159. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i2.451>
- Gee, J. P. (2020). *Good video games + good learning: Collected essays on video games, learning, and literacy* (3rd ed.). Peter Lang.
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 406–413. <https://doi.org/10.1038/nrn1907>
- Graesser, A., Li, H., & Li, F. (2020). AutoTutor: Enhancing Learning Through Artificial Intelligence. *Educational Psychology Review*, 32(3), 489-505. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09522-x>

- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Howard-Jones, P. A. (2010). *Introducing neuroeducational research: Neuroscience, education and the brain from contexts to practice*. Routledge.
- Howard-Jones, P. A. (2020). Neuroscience and education: A review of the contribution of brain imaging to our understanding of learning. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 125-140. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1729361>
- Jensen, E. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. Corwin Press.
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Johnson, M., Merry, M. S., & van't Veer, L. (2022). *Safety in digital education: Supporting schools, students and families*. Routledge.
- Khan Academy. (2020). *About Khan Academy*. <https://www.khanacademy.org/about>
- Khan, S. (2021). *The one world schoolhouse: Education reimaged*. Hodder & Stoughton.
- Lazar, J., Edmonds, A., Wentz, B., & Holmes, S. (2017). *Web accessibility: A foundation for research. Human-computer interaction series*. Springer.
- Mayer, R. E. (2019). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic press.
- Nielsen, J. (2020). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- OECD. (2018). *OECD principles on AI*. OECD Publishing.
- Plass, J. L., Mayer, R. E., & Homer, B. D. (2021). Virtual labs versus traditional labs: Effects on student achievement and cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 113(1), 60–76. <https://doi.org/10.1037/edu0000431>
- Plass, J. L., Mayer, R. E., & Homer, B. D. (2021). Virtual labs versus traditional labs: Effects on student achievement and cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 113(1), 60–76. DOI: 10.1037/edu0000502
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants' part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>

- Rose, D. H., & Meyer, A. (2019). *Universal design for learning: Theory and practice*. CAST Professional Publishing.
- Selwyn, N. (2011). *Education and technology: Key issues and debates*. Continuum International Publishing Group.
- Smith, A., Johnson, B., & Williams, C. (2021). Anatomy 4D: Exploring the Human Body in 3D with Augmented Reality. *Journal of Educational Technology*, 45(2), 210-225. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1984756>
- VanLehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., & Shelby, R. (2021). Adaptive Learning Platforms: Personalized Education in the Digital Age. *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 231-249. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09903-3>
- Weston, S., & Bainbridge-Smith, A. (2021). Teaching with Teams: An evaluation of Office 365 Teams in higher education. *Journal of Information Technology Education: Research*, 20(1), 167-189.
- Willis, J. (2007). *Brain-based teaching strategies for improving students' memory, learning, and test-taking success*. ASCD.
- Wu, J., Chen, L., & Zhang, Q. (2022). Eye-Tracking Technology for Assessing Online Learning Attention: A Review of Recent Studies. *Computers & Education*, 175, 104444. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104444>
- Wu, Q., Xu, Y., Kim, S., & Smith, J. K. (2022). Eye tracking technology in online learning: Applications, challenges, and future directions. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 705–726. DOI: 10.1007/s11423-021-10042-4
- Xu, Y., & Kim, S. (2020). Gamification Applications for Language Learning: A Review of Duolingo and Memrise. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 36(4), 678-692. <https://doi.org/10.1111/jcal.12401>

CAPÍTULO 6. INCLUSIÓN EDUCATIVA Y DISEÑO DE MATERIALES ACCESIBLES

Gavín Chocano, Óscar

Universidad de Jaén, España

Introducción

La sociedad aventura cosas que los sistemas tardan en asimilar, bien sea por intereses alejados del bien colectivo, como los económicos y partidistas o por otros, que desoyen la voluntad compartida de un bien común. Lo que se aleja o no contribuye, de una manera cuantificable, queda relegado a un segundo plano, como si no hubiese una manera racional de buscar equilibrios compartidos. En este punto, consideramos el adjetivo inclusivo uno de los aspectos más relevante que han incorporado las sociedades y sistemas educativos, resaltando su importancia en un claro propósito de aceptar a todos y todas. En palabras de Sartre, al explorar mi propia intimidad, también descubro al otro, quien se manifiesta como una entidad libre que existe en relación conmigo, que piensa y actúa en función de sus propias perspectivas, ya sea a favor o en contra de mi propia voluntad. Es así como nos encontramos inmersos en un mundo que denominamos intersubjetividad, donde el ser humano determina tanto su propia identidad como la de los demás, sin embargo, la realidad difiere considerablemente. Es común que tanto el discurso como las prácticas educativas tiendan a reducir la experiencia educativa a meras formas de sumisión, domesticación y adiestramiento de destrezas y habilidades, dejando poco espacio para que el individuo se convierta en un sujeto activo y autónomo. La construcción de los procesos de subjetivación en nuestras escuelas suele ser pasada por alto, ya que resulta difícil desarrollar una identidad propia en un entorno que fomenta la uniformidad, la homogeneización y la normativización. Si en el ámbito educativo nos enfocamos exclusivamente en la discapacidad, si nos centramos únicamente en lo que las personas no pueden hacer, decir o lograr, si seguimos adoptando enfoques segregadores y terapéuticos, entonces nos enfrentamos a un problema estructural que requiere ser abordado y aclarado antes de emprender acciones concretas.

6.1.-Inclusión Educativa

Para avanzar hacia sistemas educativos más inclusivos, es esencial abordar la deshumanización y la pérdida de individualidad en las instituciones educativas, promoviendo cambios culturales que fomenten el respeto, la empatía y el valor de la diversidad (Álvarez-Castillo & García-Cano, 2022). Esto implicará reconocer y cuestionar las prácticas y normas institucionales que contribuyen a la despersonalización y trabajar activamente para crear entornos donde la individualidad y la humanidad sean celebradas y respetadas. Así, Ainscow (2005) afirma que una de las claves para promover sistemas educativos más inclusivos es que los docentes compartan una comprensión clara del concepto de inclusión. En este sentido, resulta pertinente examinar cómo la normalización de la deshumanización y la pérdida de la individualidad en nuestras instituciones educativas afectan la capacidad del profesorado para adoptar una visión inclusiva.

La cultura inclusiva no se limita a ser una metodología y forma de hacer, sino que representa un enfoque que prioriza a las personas y contextos, organizando las prácticas educativas y los recursos para enseñar a través acciones, buscando que todos los niños y niñas aprendan juntos, compartiendo el mismo espacio, sin importar sus condiciones personales, sociales o culturales; garantizando que todos tengan igualdad de oportunidades para participar, aprender y desarrollarse personalmente; promoviendo el progreso y el éxito de todos y todas, reconociendo y respetando las diferencias individuales en cuanto a intensidad, profundidad, extensión y ritmo de aprendizaje (Jiménez-Carrillo & Mesa-Villavicencio, 2020).

Para alcanzar este objetivo, es fundamental que cualquier reforma educativa priorice la creación de un plan de estudios inclusivo para todos los estudiantes. La personalización de la enseñanza implica adaptar las lecciones a las necesidades individuales de cada alumno, en lugar de intentar individualizarlas, lo cual sería poco práctico. La colaboración entre dos docentes en el aula, trabajando en equipo y compartiendo responsabilidades, no solo mejora la atención al estudiante, sino que también promueve la cooperación profesional, fundamental para fomentar la inclusión con metas comunes. Adoptar un enfoque centrado en la persona como pilar de la educación es esencial para lograr una verdadera inclusión (González et al.,2017).

Los sistemas educativos a menudo siguen un patrón en el que inicialmente se organizan de manera excluyente y luego implementan medidas para la inclusión. Este fenómeno de reflejo en espejo es interesante. ¿Por qué no diseñar los sistemas educativos desde el principio con un enfoque inclusivo? La inclusión requiere recursos, como la inversión en personal y la implementación de modelos colaborativos, como tener dos docentes trabajando juntos en un aula, lo cual puede ser una manera efectiva de avanzar y mejorar. Este enfoque debe ir acompañado de la eliminación de tabúes, la creación de proyectos y un compromiso decidido por parte de las instituciones educativas para diseñar escuelas que estén concebidas con la inclusión como principio fundamental (Escribano & Martínez, 2016).

La educación inclusiva se fundamenta en una visión humanista de la educación que prioriza los Derechos Humanos y la justicia social. En el contexto de la educación inclusiva, se busca eliminar obstáculos para crear entornos acogedores y seguros para todos los estudiantes. En nuestras instituciones educativas, nos encontraremos con alumnos y alumnas que requieren apoyo constante para participar plenamente en el aula, otros que necesitan asistencia ocasionalmente, y algunos que no requieren apoyo adicional (Carter & Abawi, 2018). Sin embargo, en todos los casos, la colaboración y el apoyo mutuo son los pilares fundamentales. En el marco de la educación inclusiva, el apoyo implica ayudar, colaborar y construir juntos sobre la base de las capacidades individuales. Es un derecho fundamental ofrecer un apoyo de calidad, que en ocasiones resulta esencial para que todos los estudiantes puedan participar activamente en el entorno educativo. La falta de apoyo adecuado puede llevar a la segregación, injusticias y la imposición de barreras que obstaculizan la presencia, participación y aprendizaje de manera consciente.

Para promover una respuesta inclusiva, es esencial que todo el cuerpo docente esté familiarizado y competente en el uso de medidas curriculares y metodológicas que fomenten la máxima participación y aprendizaje de todos los estudiantes en el aula (Chapman & Ainscow, 2019). Una propuesta respaldada por el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) se centra en la importancia de considerar las necesidades de todo el alumnado desde el inicio del proceso de planificación, con el fin de implementar los ajustes necesarios que eviten la necesidad de adaptaciones posteriores.

6.2.-Marco legislativo

La promulgación de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) en 1990 marcó un hito al abrir las escuelas a la diversidad, estableciendo los principios de normalización e integración y presentando por primera vez el concepto de Alumnado con Necesidades Educativas Especiales (ACNEE). Desde entonces, las leyes educativas han ido incorporando nuevos conceptos y evolucionando hacia la inclusión en el aula. La última manifestación de este enfoque la encontramos en la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). La inclusión en el aula es promovida desde el preámbulo de la LOMLOE, que establece como objetivo proporcionar una educación de calidad para toda la ciudadanía.

6.2.1.-Principio de Inclusión

Los ajustes en los principios educativos de la LOMLOE introducen concreciones más detalladas que orientan las acciones de inclusión en el aula, es decir, asegurar la calidad de la educación para todos y todas, sin permitir la discriminación por motivos de género, origen, etnia, discapacidad, edad, enfermedad, religión, orientación sexual, identidad de género u otras condiciones personales o sociales; promoviendo la equidad, garantizando igualdad de oportunidades para el desarrollo completo de la personalidad, con especial atención a las desigualdades existentes y aquellas asociadas a cualquier tipo de discapacidad; fomentando la educación para la convivencia, el respeto, la prevención de conflictos y su resolución pacífica; con el propósito de sensibilizar a los estudiantes sobre cualquier forma de maltrato, abuso sexual, violencia o discriminación; es decir, capacitar al alumnado para enfrentar estas situaciones e impulsar la igualdad de derechos, deberes y oportunidades, el respeto a la diversidad afectivo-sexual y familiar, el avance hacia la igualdad efectiva y la prevención de la violencia de género.

Atendiendo a lo expuesto, en lo que respecta a la estructura de la educación básica (Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Ciclos Formativos de Grado Básico), se adopta como principio fundamental la educación inclusiva, con el objetivo

de atender a la diversidad de necesidades de todos los estudiantes, tanto aquellos que enfrentan dificultades como aquellos con mayores habilidades y motivación para aprender. Durante esta fase educativa, y ante la variedad de perfiles de los estudiantes, se implementarán las medidas organizativas, metodológicas y curriculares correspondientes, siguiendo los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), con el fin de proteger los derechos de los niños y facilitar el acceso a los apoyos que necesiten. Además, se enfatiza que el currículo no debe ser un obstáculo que provoque el abandono escolar o impida el acceso y disfrute del derecho a la educación.

6.2.2.-Principio de Equidad

La LOMLOE dedica por completo su Título II a la Equidad en la Educación, abordando todos los aspectos relacionados con la inclusión en el entorno educativo. Uno de los cambios fundamentales se refleja en la definición de Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE). Esta definición de ACNEE también experimenta modificaciones: se refiere al alumnado que enfrenta obstáculos que limitan su acceso, presencia, participación o aprendizaje debido a discapacidades o trastornos graves de conducta, comunicación o lenguaje, ya sea durante un período específico de su escolarización o a lo largo de toda ella, y que requiere apoyos y atención educativa específica para alcanzar los objetivos de aprendizaje acordes a su desarrollo.

Desde esta perspectiva, la LOMLOE subraya la importancia de proporcionar los recursos necesarios para la detección temprana por parte de profesionales especializados de las necesidades educativas especiales temporales o permanentes. Asimismo, promueve la orientación hacia el régimen de escolarización más adecuado (regular, regular con apoyos, educación especial o una combinación de estas) para garantizar la continuidad, progresión e inclusión. La ley introduce diversas medidas de atención a la diversidad dirigidas a los ACNEE, incluida la posibilidad de repetir un curso adicional cuando las circunstancias personales del alumno así lo aconsejen. En este contexto, se reconoce la importancia de implementar medidas preventivas y compensatorias para garantizar que los estudiantes en situación de vulnerabilidad

socioeducativa y cultural puedan acceder y mantenerse en la escuela. Se destaca la necesidad de ofrecer actividades educativas adicionales fuera del horario escolar y de ocio educativo específicamente dirigidas a centros educativos o áreas geográficas con este tipo de alumnado. Además, se mencionan las acciones de apoyo y orientación dirigidas a estudiantes y familias específicas.

6.2.3.-Principio de Accesibilidad

Las instituciones educativas cada día, llenan sus aulas de alumnos y alumnas, configurando un universo plural y diverso. Es crucial que estos profesionales reconozcan las diferencias individuales entre sus alumnos y se aseguren de que todos reciban la atención que necesitan, sin importar sus circunstancias. Este desafío se intensifica con el concepto de inclusión. Según la Declaración de Salamanca (1994), la educación inclusiva aspira a crear "*escuelas para todos y todas*", instituciones que abrazan la diversidad, respaldan el aprendizaje individualizado y atienden las necesidades de cada estudiante.

Así entendido, la educación inclusiva requiere que los entornos escolares estén diseñados para adaptarse a las necesidades de todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades (Wilson & Atcherson, 2017). En este contexto, los recursos educativos desempeñan un papel fundamental en el apoyo a la educación inclusiva. Estos recursos pueden ser materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación, ya sea en formato digital o en papel (UNESCO, 2017). Ofrecen a los estudiantes una herramienta adicional para su aprendizaje.

La Accesibilidad Universal se presenta como un requisito esencial para garantizar la igualdad de oportunidades en el ejercicio de los derechos de todas las personas. La accesibilidad posibilita que todas las personas puedan llevar una vida autónoma y participar plenamente en la sociedad. Para establecer la accesibilidad como un concepto científico, es esencial fundamentarlo en principios sólidos. En este sentido, algunos teóricos han establecido aspectos que sustentan la Accesibilidad Universal en sus investigaciones, estableciendo una serie de principios metodológicos.

En primer lugar, es fundamental que cualquier entorno esté diseñado de manera que permita a las personas desenvolverse de forma independiente, segura y natural, sin

depender de la ayuda de otros individuos o dispositivos de asistencia adicionales. Es decir, la accesibilidad debe ser considerada como una característica ineludible del contexto, integrada en su totalidad y en todas las interacciones que ocurren en él. En segundo lugar, cada individuo debe poder acceder al entorno en igualdad de condiciones, sin importar su condición personal o social. Además, es importante que todas las personas puedan desempeñar sus roles sociales en un entorno justo y equitativo, preservando su dignidad, por lo que será fundamental reconocer el derecho de cada persona a la autonomía y movilidad personal como una aspiración fundamental. Por último, este derecho se complementa con el principio de no discriminación, que implica la eliminación de barreras y limitaciones que obstaculizan la plena integración de las personas en la sociedad, transfiriendo la responsabilidad de la adecuación del entorno de las personas con discapacidad a la sociedad en su conjunto. (World Wide Web Consortium, 2016).

6.3.-Accesibilidad para todas las personas: El Diseño Universal

El movimiento del Diseño Universal (DU) surgió en Estados Unidos con el propósito de promover un diseño arquitectónico sin barreras de ningún tipo, para todas las personas, tanto con o sin discapacidad. Ante el reconocimiento de los derechos de las personas con discapacidad y la necesidad de cumplir con las normativas de accesibilidad en los edificios, se realizaron modificaciones en el diseño arquitectónico. Estas modificaciones, en la mayoría de los casos, implicaban añadidos que no solo resultaban poco estéticos, sino también costosos. El movimiento del DU propuso adoptar un enfoque que considerara la diversidad de la población desde el inicio del proyecto, de manera que las características de accesibilidad se integraran de manera natural en el diseño global, lo que, en la mayoría de los casos, resultaba más estético y menos costoso.

El término "Diseño Universal" fue acuñado por Ronald L. Mace a finales de los años 80, para referirse al diseño de productos, entornos y comunicaciones que puedan ser utilizados por todas las personas en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptaciones o diseños especializados, independientemente de su edad, capacidad o condición de vida. Este enfoque también se conoce como diseño inclusivo, diseño para todos o diseño centrado en el ser humano.

6.3.1.-Diseño Universal de Aprendizaje (DUA)

Desde su introducción en el ámbito de la arquitectura, los principios del diseño universal se han extendido a otros sectores, especialmente a los productos y servicios. En el ámbito educativo, se ha implementado en todos los niveles del sistema educativo, con el objetivo de eliminar las barreras para que todo el alumnado pueda acceder al proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto implica considerar la diversidad desde el inicio del diseño del currículum, para poder ofrecer propuestas que permitan a todos los estudiantes acceder, participar y progresar dentro del currículum general, en consonancia con los principios del (DU).

En 1984, se fundó el Center for Applied Special Technology (CAST), con el propósito de mejorar la calidad de la educación para estudiantes con discapacidad mediante el uso de tecnologías como instrumentos diseñados específicamente para ayudar a las personas con discapacidad a superar sus limitaciones (Rose et al., 2005). Por ejemplo, entre estas herramientas se incluían los magnificadores de pantalla, los lectores de pantalla y los escáneres de ratón, diseñados para brindar asistencia a personas con discapacidad visual. Después de años de investigación, identificaron una estrategia basada en el uso flexible de métodos y materiales que denominaron Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que comprendía una serie de principios destinados a desarrollar un plan de estudios que garantizaba igualdad de oportunidades de aprendizaje para todos los estudiantes (CAST, 2011). En otras palabras, se trataba de un enfoque que buscaba crear un currículum que sea inclusivo para todos los estudiantes, con objetivos, métodos, materiales y evaluaciones diseñados considerando la diversidad, de manera que todos pudieran aprender y participar a través de un enfoque flexible.

Otro aspecto clave en el desarrollo del DUA ha sido el desarrollo tecnológico, brindando alternativas a las barreras asociadas con el uso predominante del texto escrito, especialmente a través de la digitalización del texto. Además de las mejoras en las ayudas técnicas y los materiales específicos, la introducción de equipos informáticos en las aulas ha permitido reconocer el potencial de estos recursos para posibilitar flexibilidad en los contextos y procesos de enseñanza. Esto se refleja en la capacidad de ajustar, cambiar o utilizar estos recursos de manera diferenciada para satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes.

Un elemento fundamental en el desarrollo del DUA son las investigaciones sobre el cerebro y las redes de aprendizaje, junto con las contribuciones de la tecnología de la imagen, que permite visualizar o registrar la actividad cerebral durante diversas tareas de aprendizaje, como la lectura o la escritura. Estas investigaciones han identificado tres redes interconectadas que fluctúan en los procesos de aprendizaje, como la red de reconocimiento (el "qué" del aprendizaje); la red estratégica (al "cómo" del aprendizaje) y la red afectiva o la implicación emocional en el aprendizaje (Rose & Meyer, 2002).

Figura 1.

Sistemas neuronales involucrados en el aprendizaje.



El CÓMO del aprendizaje

El QUÉ del aprendizaje

El PORQUÉ del aprendizaje

Fuente:

CAST (2011).

Los principios fundamentales del DUA se relacionan estrechamente con las redes cerebrales. Según Rose y Meyer (2002), los estudios sobre el DUA identifican tres principios esenciales en la aplicación de este enfoque a la enseñanza, cada uno asociado con una serie de pautas para su implementación en la práctica educativa:

Figura 2.

Síntesis del modelo DUA

Proporcionar múltiples medios de representación.

Este principio se refiere al "qué" del aprendizaje y se basa en las diferencias individuales en la percepción y comprensión de la información. Es esencial ofrecer opciones variadas para que cada estudiante elija el medio que mejor se adapte a sus capacidades y preferencias. Las pautas derivadas de este principio incluyen proporcionar opciones relacionadas con la percepción de la información, el lenguaje y los símbolos, así como opciones para facilitar la comprensión, como activar los conocimientos previos o resaltar las ideas principales.

Proporcionar múltiples medios de acción y expresión.

Este principio se refiere al aspecto "cómo" del aprendizaje y reconoce las diferencias en la interacción con la información y la expresión del conocimiento. Es importante ofrecer una variedad de medios para que cada estudiante tenga la oportunidad de aprender y expresarse. Las pautas asociadas incluyen proporcionar opciones físicas de acción, diferentes medios para que los estudiantes se expresen y expongan su trabajo, y opciones y apoyos variados para llevar a cabo tareas y procesos de aprendizaje.

Proporcionar múltiples formas de implicación.

Este principio se basa en la activación de la red cerebral relacionada con los aspectos afectivos del aprendizaje, es decir, el "por qué" del mismo. Reconoce la importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje y la necesidad de ofrecer diferentes formas de motivación que se adapten a las características individuales de cada estudiante. Las motivaciones pueden variar según factores como el funcionamiento neurológico, la cultura, los intereses personales y las experiencias previas. Es esencial que los estudiantes estén motivados para aprender, y esto puede lograrse a través de diversas estrategias que tengan en cuenta sus diferencias individuales.

Fuente: CAST (2018).

El propósito de la enseñanza es activar las distintas redes neuronales en cada estudiante. Para que el aprendizaje ocurra, no es suficiente con motivar, proporcionar información o realizar actividades; los tres componentes son fundamentales. Aunque estas redes se identifican y se estudian de manera aislada para utilizarlas como un modelo teórico, en la práctica se debe entender que su funcionamiento no es independiente, sino que forman parte de un mismo organismo y un proceso complejo que actúa de manera interrelacionada. Este modelo se estructura en tres niveles: principios, pautas y puntos de verificación. Basándose en estos tres conjuntos de redes neuronales, el modelo del DUA establece tres principios para guiar la práctica educativa desde una perspectiva inclusiva (Rose & Meyer, 2002), cada uno de ellos relacionado con una red específica. El principio para activar las redes afectivas es "Proporcionar múltiples formas para la implicación". En cuanto a la activación de las redes de reconocimiento, el principio formulado es "Proporcionar múltiples formas de representación". Y, finalmente, para activar las redes estratégicas, se establece el principio de "Proporcionar múltiples formas para la acción y la expresión". Cada principio se acompaña de tres pautas, que son categorías centrales en las que se agrupan las estrategias didácticas relacionadas con la activación de diferentes procesos de aprendizaje. A un nivel de concreción posterior, para cada pauta se definen una serie de puntos de verificación que agrupan propuestas metodológicas específicas, derivadas de la práctica docente y la investigación (CAST, 2018).

Figura 3.

Principios y pautas del modelo DUA

Proporcionar múltiples medios de representación.

- Proporcionar opciones para la percepción.
- Proporcionar opciones para el lenguaje, expresiones, matemáticas y símbolos.
- Proporcionar opciones para la comprensión.

Proporcionar múltiples medios de acción y expresión.

- Proporcionar opciones para la acción física.
- Proporcionar opciones para la expresión y comunicación.
- Proporcionar opciones para las funciones ejecutivas.

Proporcionar múltiples formas de implicación.

- Proporcionar opciones para el interés.
- Proporcionar opciones para sostener la persistencia.
- Proporcionar opciones para la autorregulación.

Fuente: CAST (2018).

6.4.-Diseño de materiales accesible

El acceso y desarrollo de los materiales educativos debe ser igualmente accesible para todos los estudiantes, considerando la diversidad y características individuales. Algunos alumnos pueden encontrar más fácil comprender la información de manera visual, mientras que otros pueden preferir la modalidad verbal. Por lo tanto, es crucial utilizar diferentes formas de presentación que contengan los mismos contenidos, permitiendo así que cada estudiante acceda a la información de la manera que le resulte más cómoda. Además, el uso de diferentes medios y recursos puede mejorar aún más el acceso a la información. Al presentar la información utilizando diferentes modalidades de acceso, es importante decidir si hacerlo de manera independiente en momentos separados o de forma simultánea. Dependiendo de la modalidad de acceso (visual, auditiva, motriz, táctil, kinestésica, etc.), es necesario prever adaptaciones si fuera necesario, integrándolas en la estructura del modelo del DUA. Un estudio que revisó el panel Delphi, llevado a cabo por Tokuhamas-Espinosa (2018), busca confirmar la validez de los principios y, sobre todo, comprender la práctica pedagógica. Según este estudio, los principios cuentan con evidencias sólidas que deben considerarse al planificar tanto las programaciones de aula como los programas de formación docente.

Figura 4.

Evidencias del modelo DUA



Fuente: Tokuhamas-Espinosa (2018).

Para garantizar un acceso equitativo a la información, es necesario utilizar recursos complementarios, según las necesidades y barreras individuales de los estudiantes. Además, es importante considerar ciertas incompatibilidades al seleccionar las modalidades de información simultánea, basándose en la teoría de la mente y los principios de aprendizaje multimedia para evitar interferencias en el procesamiento de la información (Sousa, 2016). Estos recursos pueden incluir ayudas técnicas, la palabra complementada, subtítulo, audio-descripciones, braille, lengua de signos, modelos en relieve, pictogramas, entre otros, según las necesidades individuales y las barreras presentes. Algunos recursos que nos pueden ayudar:

Tabla 1.

Recursos

| | |
|------------------------------|---|
| Atbar | Una barra de herramientas de código abierto que permite a los usuarios personalizar su experiencia al ver e interactuar con cualquier página web. |
| YouTube | Plataforma que proporciona información a través de vídeos, imágenes y otros materiales audiovisuales. |
| SpeakIt | Extensión de Google Chrome que lee en voz alta los textos seleccionados por el usuario. |
| Woki | Herramienta que crea avatares capaces de dar voz a cualquier texto escrito. |
| Genially | Plataforma que permite la creación de presentaciones interactivas, con la capacidad de agregar vídeos, audios, imágenes y texto. |
| Lupa | Aplicación que aumenta el tamaño de cualquier objeto o texto enfocado con la cámara de un dispositivo móvil. |
| Jaws | Sintetizador de voz que puede leer todo el contenido visible en la pantalla de un ordenador. |
| Accesibilidad Windows | Conjunto de acciones diseñadas para hacer el sistema operativo Windows más accesible, que incluyen funciones como lupa, narrador, teclado en pantalla y contraste alto. |
| Accesibilidad Móviles | Conjunto de funciones diseñadas para hacer los sistemas operativos iOS o Android más accesibles para personas con discapacidades auditivas, visuales u otros sentidos. |
| TeCuento | Editor sencillo de cuentos en lengua de signos española. |
| WikiPicto | Plataforma que ofrece información sobre diversos temas utilizando pictogramas. |
| AraWord | Herramienta que convierte texto en pictogramas. |
| Wordreference | Diccionario internacional que facilita la traducción en diferentes idiomas. |
| Mod Math | Aplicación que permite escribir y resolver problemas matemáticos en la pantalla táctil de una tableta. |
| DictaPicto | Herramienta que convierte mensajes de voz o escritos en imágenes de forma instantánea. |
| WordArt | Generador de nubes de palabras que utiliza imágenes seleccionadas por el usuario. |
| OpenDyslexic | Herramienta que cambia la fuente de texto en una página web a OpenDyslexic, diseñada para personas con dislexia. |
| Tellagami | Aplicación para crear vídeos cortos explicativos utilizando avatares. |
| Pictosonidos | Banco de pictogramas con sonidos. |
| Pictotraductor | Herramienta que traduce frases a pictogramas. |
| Pixabay | Banco de imágenes de uso gratuito. |
| Lectura fácil | Adaptación de lecturas para hacerlas más comprensibles. |
| Diccionario fácil | Herramienta que proporciona definiciones en lectura fácil e incluye descripciones con audio. |
| Subtittle-Horse | Herramienta que agrega subtítulos a vídeos. |
| Subtitul.ar | Plataforma que proporciona subtítulo en tiempo real para presentaciones o clases en línea. |
| Códigos QR | Sistema que utiliza códigos QR para acceder a información digital y facilitar la interacción con el entorno. |

Para garantizar que la información sea accesible para todos nuestros estudiantes, es necesario emplear una variedad de modos para representarla. Esto implica utilizar diferentes lenguajes y códigos con distintos niveles de abstracción y simbolización, así como materiales adaptados, como textos en lectura fácil o con apoyos visuales, para asegurar que los contenidos sean accesibles para un mayor número de alumnos.

6.4.1.-Distintos tipos de lenguaje para representar la información

Al utilizar diferentes tipos de lenguaje para representar la información, se emplean facilitadores como vocabulario, símbolos, glosarios, iconos, pictogramas y fotografías, que son accesibles para todos los estudiantes. Un ejemplo de ello es el uso de señalizadores visuales o acústicos complementa la información escrita y permite que los estudiantes se muevan con autonomía por el centro. También en el ámbito del aula virtual, elementos como una línea del tiempo para secuenciar el proyecto o un glosario con imágenes que explique términos complejos son ejemplos de la utilización de diferentes tipos de lenguaje para representar la información (Wilkins et al., 2016). De igual forma, es importante variar el grado de complejidad conceptual en los materiales y recursos presentados. Esto puede implicar utilizar diferentes niveles de abstracción en la simbolización, desde imágenes simplificadas hasta representaciones más detalladas y realistas. Por ejemplo, adaptar textos o imágenes utilizando realidad virtual puede hacer más comprensibles los conceptos para los estudiantes (Eden et al., 1996).

6.4.2.-Uso de mapas conceptuales para organizar la información

Para muchos estudiantes con dislexia, resulta más fácil asimilar la información cuando se presenta de manera visual y no lineal. Esto se debe a las dificultades que enfrentan con la memoria a corto plazo, lo que les dificulta retener la información y comprender largas secuencias de instrucciones (Grant, 2010). Los mapas mentales tienen una estructura natural que parte desde el centro, convirtiendo la información compleja en diagramas muy organizados y memorables. Estas herramientas gráficas son especialmente efectivas para las personas con dislexia, ya que les ayudan a comprender temas complejos, organizar su trabajo y manejar las tareas de manera

más efectiva. La naturaleza visual y espacial de los mapas mentales facilita la estructuración de la información y la división de proyectos complejos en secciones y tareas más manejables Kirby & Kaplan, 2003).

6.4.3.-Software de lectura de texto: material impreso

La tecnología puede ser de gran ayuda para los estudiantes con problemas de visión. Los programas de lectura de texto a voz tienen la capacidad de leer el contenido de la pantalla del ordenador a través de auriculares o altavoces, lo que ayuda a los usuarios a comprender mejor el texto escrito y reduce la fatiga visual. Investigaciones recientes han demostrado que estas tecnologías de texto a voz mejoran la comprensión lectora de los estudiantes (Wood et al., 2018). Tanto los sistemas operativos Windows como los Apple Mac incluyen lectores de pantalla básicos. Sin embargo, no todos los estudiantes están familiarizados con estos programas, por lo que se les puede orientar sobre cómo utilizar la tecnología para convertir materiales impresos en audio (Schmitt et al 2019).

6.4.4.-Archivos de video y audio

Los estudiantes de la era de Internet muestran una creciente inclinación hacia lo visual y tienen preferencia por métodos de aprendizaje que involucren elementos visuales. El empleo de recursos didácticos visuales contribuye a mejorar la comprensión y retención de conceptos complejos por parte de los estudiantes (Fox et al., 2007). Algunos ejemplos exitosos de herramientas educativas basadas en vídeo incluyen tutoriales simples, demostraciones de equipos, programas de aprendizaje electrónico más avanzados, juegos educativos, videoconferencias, entornos de prácticas virtuales, simulaciones de pacientes y pacientes virtuales. Es crucial que todo el contenido multimedia se desarrolle de manera que sea accesible para todos los estudiantes. A menudo, se asume erróneamente que únicamente los estudiantes con discapacidades auditivas podrían tener dificultades para utilizar archivos de vídeo (Salter et al., 2014). Un ritmo demasiado acelerado, una gran cantidad de material sin pausas adecuadas, o la introducción de demasiados términos y definiciones nuevas pueden representar desafíos para todos los estudiantes.

6.4.5.-Tecnologías de la información y comunicación de apoyo a la inclusión

Como se ha señalado, las tecnologías contemporáneas ofrecen una amplia gama de herramientas que pueden ser de gran utilidad en la promoción de la inclusión, tales como lectores de pantalla, conversores de texto a voz, de voz a texto, de colores, capturas en tiempo real, entre otras. En Internet se encuentran numerosos recursos que detallan cómo estas tecnologías pueden beneficiar a los estudiantes con discapacidad, y existen también diferentes aplicaciones diseñadas específicamente para ayudar a estudiantes con diferentes necesidades (Hackl & Ermolina, 2019). No obstante, no todos los estudiantes están familiarizados con las funciones de accesibilidad disponibles que podrían ayudarles a superar sus obstáculos. En este sentido, los docentes podrían desempeñar un papel proactivo al integrar estas tecnologías en el diseño de sus clases prácticas, así como al informar, capacitar y asistir a los estudiantes en el uso de estas herramientas, aunque la mayoría del software de apoyo sea bastante intuitivo.

Conclusión

La diversidad abarca no solo una variedad de niveles de habilidades y conocimientos, sino también una gama de capacidades cognitivas y físicas. Es tanto un requisito legal como un compromiso moral de los docentes ayudar a superar las barreras y establecer un ambiente inclusivo para todos y todas, sin importar su condición. La educación se encuentra en una fase de replanteamiento fundamental en términos de cómo nos relacionamos con los demás. Es imperativo dejar atrás las dinámicas establecidas, basadas en el poder, la sumisión y la obediencia, y adoptar una perspectiva que fomente el acogimiento mutuo. Esta nueva pedagogía se basa en el principio de la hospitalidad, desafiando la idea de un mundo dictado por la imposición y la conformidad. El verdadero desafío ético de la educación radica en concebirla como un proceso de creación y esperanza, como un renacimiento continuo hacia un futuro más justo y humano. En el contexto actual LOMLOE, donde el elemento práctico es fundamental para el desarrollo de competencias, surgen desafíos adicionales que pueden obstaculizar la inclusión. Por lo tanto, el diseño inclusivo de las prácticas debe comenzar con una comprensión completa de estas barreras por parte del personal académico y técnico. La conciencia, una planificación cuidadosa y una flexibilidad en el diseño de las sesiones pueden contribuir a crear entornos acogedores para todos los estudiantes. La promoción de una cultura de sensibilización no solo puede mitigar el aislamiento y la ansiedad, sino también fomentar la apertura sobre las discapacidades. Se busca explorar en este nuevo camino una visión de la educación inclusiva que trascienda las corrientes de moda convencionales. Se trata además de reflexionar sobre conceptos fundamentales que nos permitan adoptar una nueva comprensión de la educación y su carácter inclusivo. Esta reflexión implica también una introspección personal, un examen de nuestro propio pasado y presente. Es crucial reconocer que las necesidades de los estudiantes con discapacidad varían ampliamente y que no todos requerirán el mismo nivel de apoyo. Aunque ninguna lista de recomendaciones puede ser exhaustiva, adaptaciones proactivas en el diseño de las clases y el uso de diversas técnicas pedagógicas pueden reducir considerablemente las barreras de aprendizaje.

Bibliografía

- Aincow, M. (2005). La mejora de la escuela inclusiva. *Cuadernos de Pedagogía*, 349, 78-83.
- Álvarez-Castillo, J. L., & García-Cano, M. (eds.) (2022). *Diversidad e inclusión en la universidad. La vía de la institucionalización*. Narcea.
- Carter, S., & Abawi, L. A. (2018). Leadership, inclusion, and quality education for all. *Australasian Journal of Special and Inclusive Education*, 42(1), 49-64.
- CAST (2011). Universal Design for Learning (UDL) Guidelines Version 2.0. Author, Wakefeild.
- CAST (2018). Universal design for learning guidelines version 2.2 [graphic organizer]. Wakefield, MA: Author.
- Chapman, C., & Ainscow, M. (2019). Using research to promote equity within education systems: Possibilities and barriers. *British Educational Research Journal*, 45(5), 899-917.
- Eden, G.F., VanMeter, J.W., Rumsey, J.M., Maisog, J.M., Woods, R.P., Zeffiro, T.A. (1996). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature*, 382(6586), 66-69.
- Escribano, A., & Martínez, A. (2016). *Inclusión educativa y profesorado inclusivo: aprender juntos para aprender a vivir juntos* (Vol. 122). Narcea Ediciones
- Fox, L. M., Pham, K. H., & Dollar, M. (2007). Using interactive digital images of products to teach pharmaceuticals. *American journal of pharmaceutical education*, 71(3), 58. <https://doi.org/10.5688/aj710358>
- González, D. M. M., Medina, M. G., Pérez, Y. N., & Estupiñan, L. L. (2017). Teorías que promueven la inclusión educativa. *Atenas*, 4(40), 90-104.
- Grant, D. (2010). *That's the Way I Think: Dyslexia, Dyspraxia and ADHD Explained*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hackl, E., & Ermolina, I. (2019). Inclusion by design: Embedding inclusive teaching practice into design and preparation of laboratory classes. *Currents in pharmacy teaching & learning*, 11(12), 1323–1334. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2019.09.012>
- Jiménez-Carrillo, J., & Mesa-Villavicencio, P. (2020). La cultura inclusiva para la atención a la diversidad. *Dilemas contemporáneos: educación, política y*

- valores, 8(spe5), 00001. Epub 28 de enero de 2021. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2476>
- Kirby A., & Kaplan B.J. (2003). *Fast Facts: Specific Learning Difficulties*. Abingdon, Oxford, UK: Health Press Ltd.
- Ley Orgánica 1/1990 de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. Boletín Oficial del Estado, 238, de 4 de octubre de 1990. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-24172>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 238, de 4 de mayo de 2006. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad*
- Ramiro, B. E., Barroso, R. B., & Castro, J. L. (Eds.). (2024). *Desarrollo sostenible para la reducción de las desigualdades sociales*. Ediciones Octaedro.
- Rose, D., Meyer, A., & Hitchcock, C. (2005). *The universal design classroom: accessible curriculum and digital technologies*. Harvard Education Press
- Rose, D.H. and Meyer, A. (2002) *Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning*. Alexandria.
- Salter, S. M., Karia, A., Sanfilippo, F. M., & Clifford, R. M. (2014). Effectiveness of E-learning in pharmacy education. *American journal of pharmaceutical education*, 78(4), 83. <https://doi.org/10.5688/ajpe78483>
- Schmitt, A. J., McCallum, E., Hawkins, R. O., Stephenson, E., & Vicencio, K. (2019). The effects of two assistive technologies on reading comprehension accuracy and rate. *Assistive technology : the official journal of RESNA*, 31(4), 220–230. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1431974>
- Sousa, D. A. (2016). *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación*. Narcea Ediciones
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2018). *Neuromyths: Debunking false ideas about the brain*. WW Norton & Company.

- UNESCO (2017). "Open Educational Resources (OER)". UNESCO. Accessed April 22 2020. [https:// en.unesco.org/themes/building-knowledge-societies/oer](https://en.unesco.org/themes/building-knowledge-societies/oer)
- UNESCO (2005) *Guidelines for inclusión: Ensuring Access to Education for All*. París: UNESCO (Accesible on line en: <http://unesco.org/educacion/inclusive>).
- UNESCO (1994). *Declaración de Salamanca de principios, política y práctica para las necesidades educativas especiales y marco de acción sobre necesidades educativas especiales*.
- Wilkins, A.J., Allen, P.M., Monger, L.J., Gilchrist, J.M. (2016). Visual stress and dyslexia for the practising optometrist. *Optometry in Practice*. 17(2),103-112.
- Wilson, J. A., & Atcherson, S. R. (2017). Audism and Its Implications for Audiology. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 2, 18-28. <https://doi.org/10.1044/persp2.SIG8.18>
- Wood, S. G., Moxley, J. H., Tighe, E. L., & Wagner, R. K. (2018). Does Use of Text-to-Speech and Related Read-Aloud Tools Improve Reading Comprehension for Students With Reading Disabilities? A Meta-Analysis. *Journal of learning disabilities*, 51(1), 73-84. <https://doi.org/10.1177/0022219416688170>

CAPÍTULO 7. SOSTENIBILIDAD EN LA ELABORACIÓN Y USO DE LOS MATERIALES NEURODIDÁCTICOS

**Esteban Moreno, Rosa María
Martínez Sánchez, Alina de las Mercedes
Chía Barraza, José Carlos
Martínez García, Elisa**
Universidad Autónoma de Madrid, España

Introducción

La declaración de Talloires (1993), que se firmó en París en 1990, dio lugar a la creación de la Asociación University Leaders for a Sustainable Future. La cumbre de Río de Janeiro en 1992, fue un punto de inflexión para reconocer a la educación de todos los niveles, un papel fundamental en la sensibilización de la ciudadanía ante los problemas y los desafíos que afectan a la humanidad (Vilches y Gil Pérez, 2012). También en 1993, muchas universidades firmaron la Carta Copernicus o Carta universitaria para el desarrollo sostenible, por la Red Europea de universidades para la sostenibilidad, en la que se comprometían a incorporar el desarrollo sostenible en las titulaciones que se ofrecen (CRE, 1993). Ese mismo año se firma la Declaración de Kyoto sobre Desarrollo Sostenible para impulsar las mejores prácticas de desarrollo sostenible y en el grupo de trabajo de la CRUE de 2005, se apuesta por la revisión de los currículos desde la perspectiva del desarrollo sostenible e incentivar la investigación para el Desarrollo Sostenible (Vilches y Gil Pérez, 2012). De esta forma, es muy importante que los estudiantes universitarios asuman la importancia de la sostenibilidad, también en la elaboración de materiales didácticos, aunque existen trabas desde las universidades para concienciar a los futuros profesionales, como puede ser el exceso de metodologías tradicionales, la falta de reflexión conjunta del profesorado universitario, entre otros.

Como señalaba la UNESCO (2005) en su decenio de 2005 al 2014, *El Decenio de las Naciones Unidas para la educación con miras al desarrollo sostenible pretende*

promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. El Decenio intensificará igualmente la cooperación internacional en favor de la elaboración y de la puesta en común de prácticas, políticas y programas innovadores de educación para el desarrollo sostenible (p.30). Del mismo modo, en su Declaración de la Educación para el Desarrollo Sostenible de Aichi-Nagoya (UNESCO, 2014) se apuesta por la sostenibilidad en la formación universitaria para que los estudiantes tengan una vida plena, productiva y ambientalmente sostenible, lo que se ratifica en la Agenda 2030, reorganizando los procesos de enseñanza-aprendizaje desde el prisma de la sostenibilidad.

Por tanto, es necesario el compromiso de toda la ciudadanía desde la formación del profesorado, haciendo hincapié en la indagación y la innovación presente en las aulas de todos los niveles educativos y cuando se afirma de todos los niveles educativos, se resalta la universidad, tal y como señalaba Delors (1996) cuando afirmaba que ninguna reforma daría resultados positivos, sin la participación activa de los docentes implicados. Es necesario trabajar en la investigación e innovación de la sostenibilidad en los materiales didácticos.

7.1.-Sostenibilidad

Aunque el término de sostenibilidad se asocie en un primer momento *al consumo responsable de recursos, es un concepto mucho más amplio que abarca la conservación del medioambiente, la justicia social y el desarrollo económico viable y equitativo* (De la Rosa, Soto, Martín, 2018, p.227). Se hace referencia al desarrollo que puede satisfacer a las generaciones presentes, sin que sean comprometidas las necesidades de las generaciones futuras (CRUE, 2015).

En el desarrollo de la sostenibilidad en la elaboración y uso de materiales neurodidácticos, se tendrá en cuenta cómo se pueden producir materiales que sean totalmente sostenibles, al utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) y que tengan su base en la neurodidáctica, donde se llega a los conocimientos, activando las partes del cerebro que protagonizan el aprendizaje y le ponen en juego.

Por tanto, se presentan en este capítulo, diferentes herramientas tecnológicas que pueden ser sostenibles y faciliten también el trabajo con contenidos sostenibles. La Neurodidáctica supone un enfoque educativo que se encarga de examinar los fundamentos neuronales de las técnicas de enseñanza (Briones et al., 2024). Actualmente, en la cuarta revolución industrial, la tecnología se encuentra en todos los ámbitos de la vida, incluida la educación, por lo que se van a presentar materiales, que partiendo de la base neurodidáctica, utilicen la tecnología para asegurar la sostenibilidad, partiendo de una metodología colaborativa, el diálogo y la participación que prepare a los estudiantes para las sociedades futuras.

7.2.-Sostenibilidad y elaboración y uso de materiales neurodidácticos

Hay una gran proliferación de herramientas tecnológicas, cada año se desarrollan nuevas aplicaciones, por lo que es muy difícil llegar a conocerlas y saber sacarles el máximo potencial. Por otra parte, como refleja Ibáñez-Cubillas (2022), el profesorado necesita comprender el potencial que tiene la tecnología en su labor docente. A lo que es imprescindible añadir que, deben de tener una capacidad crítica para analizar las herramientas tecnológicas que van surgiendo con el tiempo para decidir si son válidas o no en el contexto educativo.

Por lo tanto, hay que ser capaz de ver el valor pedagógico que tiene la tecnología, tener las capacidades digitales necesarias para su uso y reflexionar sobre si esa herramienta es útil en el aula o no, porque es necesario entender que la tecnología no es neutral, todas las herramientas existentes no solo cuentan con beneficios y oportunidades, sino que tienen limitaciones y siempre existirán los riesgos debido a su mala utilización por parte de los usuarios.

Antes de implantar las herramientas tecnológicas en el aula es necesario basarse en tres elementos fundamentales: contenido, pedagogía y tecnología, que Koehler y Mishra (2016) denominaron como modelo TPACK. Es decir, para poder utilizar de forma eficaz los recursos tecnológicos, es necesario analizarlos y manejarlos teniendo siempre presente la base pedagógica que debe regir toda actividad docente.

Tras la contextualización del ámbito tecnológico en la educación, hay que reflexionar sobre el punto de vista de Freitas et al. (2023), resaltando el uso de las nuevas tecnologías en el aula, como puente entre el conocimiento que nos ofrece la neurociencia y la práctica docente. Además, destaca el apoyo de las neurotecnologías activas, como un pilar fundamental para aumentar la viabilidad en la realización de actuaciones didácticas innovadoras.

Vidal, Vega y López (2019) apuntan que los materiales digitales se imponen como instrumentos para la atención a la diversidad, al adaptarse a las necesidades específicas del alumnado y fomentar el desarrollo más autónomo e integrador.

Los materiales neurodidácticos deberían contemplar los siguientes criterios: *ordenado y organizado de manera lógica; adecuado, actual, integral y claro; abierto, flexible y coherente; transferible y aplicable, interactivo y significativo; atractivo y agradable; permitirá autoevaluación y programado, coherente con la asignatura a trabajar* (Angarita, 2020, p. 57). Teniendo esto en consideración, se han seleccionado las siguientes herramientas tecnológicas educativas, que pueden ser utilizadas en el ámbito educativo vinculado con la neurodidáctica: Decktoys, Roblox, Chat.GPT, Perplexity, PDF Chatbot, Vidnoz AI, Discord y ODILO:

7.2.1.-Roblox

Roblox es una herramienta digital gratuita centrada en la elaboración de videojuegos, permitiendo al docente desarrollar sus propios videojuegos sobre los temas que se van a tratar por medio del lenguaje de programación C++. Desde el ámbito neurodidáctico, cabe destacar la fuerte relación de la curiosidad con la emoción, la recompensa y el placer dentro del propio juego (Mora, 2013), tomando en cuenta el núcleo *accumbens* como participante dentro del placer, destacando su papel en el aumento del flujo sanguíneo y la musculatura corporal, con el fin de conseguir mayores nutrientes y oxígeno para las células, alcanzando un incremento de la actividad metabólica (Bueno, 2017).

Un acercamiento de la herramienta al aula, se enfocaría por medio de los denominados Serious games, que buscan fundamentalmente un aprendizaje o una enseñanza del usuario, priorizando una postura seria respecto al juego (Hunter y Werbach, 2012; Marín, 2018). El docente realiza juegos en 3D sobre aquellos temas áridos o más tediosos, al momento de su puesta en práctica en el aula, para una mejor recepción por parte del alumnado.

Figura 1.

Serious game



Una práctica en el aula es la Figura 1, siendo un serious game sobre la materia en la clase de Science de 3º de Primaria, basado en el juego más jugado por el alumnado, Fall Guys. Consiste en una serie de preguntas de verdadero o falso en inglés, separadas por varias fases, que, para contestar de manera correcta, el estudiante deberá seguir el camino con la respuesta acertada. Con este juego se podrían trabajar contenidos de sostenibilidad en el aula, al mismo tiempo que el material es sostenible.

7.2.2.-Deck.toys

La herramienta llamada Deck.toys, está enfocada en la creación de tableros digitales interactivos, con el fin de gamificar las sesiones a través de un ambiente competitivo positivo. Proporciona puntos a cada participante por cada respuesta acertada, los cuales le servirán para un ranking en la actividad, ofreciendo un seguimiento de cada alumno desde la interfaz del profesor. Desde un aspecto neurológico, acorde con Molina Martín (2022), se produce una activación de la bioquímica cerebral del estudiante gracias al juego. Se consigue la segregación de hormonas vinculadas con la motivación y las funciones ejecutivas como la atención, la memoria de trabajo o el control inhibitorio. Para una puesta en práctica de la herramienta, se pone el foco en la propia gamificación que proporciona la aplicación. Se pueden elaborar tableros interactivos, con diversas actividades incluidas (escribir, puzzle, laberinto de pregunta-respuesta...), basados en conceptos a reforzar dentro del aula, consiguiendo un aprendizaje por medio del juego, debido a que este consigue un aprendizaje y una adquisición de habilidades y capacidades de manera eficaz para

una mejor adaptación del alumno en el mundo (Mora, 2013). Además, gracias al atractivo en el uso de videojuegos y juegos digitales, se consigue una mayor participación de los estudiantes (Sampedro Requena y McMullin, 2015).

Figura 2.

Modelo de tablero interactivo



La Figura 2 es un modelo de un tablero interactivo centrado en la tabla de multiplicar del número 9. Para su realización, primero el alumno pasa por el primer puesto, siendo una introducción a la dinámica. Luego se ofrecen unas flashcards a modo de recordatorio del contenido a tratar y tras ello, se explican las dos vías (fácil y difícil) para llegar a la prueba final con un letrero. Los estudiantes pueden coger el camino que no han seleccionado para acumular una mayor cantidad de puntos.

7.2.3.-Discord

Como consecuencia de la pandemia sufrida por el COVID-19, todos los centros educativos se tuvieron que adaptar a la enseñanza online, también conocida como e-learning, en la que los estudiantes y el docente se encuentran en distintos espacios y el proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza a través de dispositivos electrónicos, tales como un ordenador o tablet. Fue una oportunidad para incidir con mayor profundidad en el uso de la tecnología y evitar el uso de materiales que suponen un gasto para el planeta, como puede ser el papel. Aun con la vuelta a la normalidad, muchas de las herramientas utilizadas para esta enseñanza online se han quedado

en las escuelas y en este apartado, se va a mencionar el uso de una herramienta que solía ser utilizada solamente en ámbitos lúdicos, como en comunidades de videojuegos, demostrando que se puede utilizar como un entorno virtual de aprendizaje. En esta plataforma los docentes pueden crear un servidor y organizarlo como quieran, incorporando tantos canales (de texto o de voz) como consideren necesarios y se estructuran de la forma más conveniente. Además, se puede utilizar tanto desde el ordenador, como desde la tablet o desde el teléfono móvil, posibilitando que todos los estudiantes tengan acceso a su uso, otro de los elementos fundamentales en la sostenibilidad de los materiales. Los alumnos no tienen la obligación de, si no tienen un ordenador, comprárselo para poder utilizarlo.

Cabe destacar que, en los canales de texto no solamente se puede escribir, sino que se pueden compartir videos e imágenes, facilitando de esta manera el poder utilizar múltiples vías de transmisión de la información, utilizando de esta forma el aprendizaje multisensorial, una de las claves de la neurodidáctica mencionadas por González García (2022). Por otra parte, los canales de voz permiten la realización de videollamadas en las que se puede compartir pantalla, pudiendo realizar clases online en directo, tutorías para resolver dudas con los alumnos que quieran conectarse, etc. Además, esta plataforma permite que el servidor diseñado sea completamente privado, que solo se pueda entrar a través de una invitación. Se pueden filtrar los mensajes para evitar problemas entre los miembros (insultos, imágenes explícitas, ciberbullying...) y se les pueden regular los permisos que tienen los miembros dentro del servidor.

7.2.4.-Chat.GPT, Perplexity, PDF Chatbot y Vidnoz AI

La inteligencia artificial (IA) en educación se puede utilizar en muchos ámbitos, desde la creación de materiales didácticos para el aula, hasta el análisis de datos con los que luego se obtienen las referencias para orientar el diseño de una intervención más personalizada. Por un lado, está Chat.GPT, que proporciona información, genera textos e imágenes creativas y ayuda en la resolución de todo tipo de problemas. Consiste en que el usuario interactúe de forma activa con la herramienta, realizando preguntas a las que proporciona una respuesta. Esta respuesta puede adaptarse a la

idiosincrasia del usuario, ya que puede proporcionar las explicaciones de forma visual, auditiva e incluso verbal. En cuanto a Perplexity es parecida a Chat.GPT, de hecho, funciona de la misma forma, necesita que el usuario realice una consulta a la cual le ofrece una respuesta. La gran diferencia es el tipo de respuesta que ofrece. En este caso, proporciona las fuentes, las referencias bibliográficas que pueden servir para solucionar la consulta junto con un resumen de dichas referencias. No tiene una interacción directa con el usuario, se limita a facilitar los recursos que pueden ser de utilidad en la pregunta. Por último, se encuentra PDF Chatbot que es una aplicación diseñada para facilitar la interacción y la extracción de información de documentos. Con esta herramienta el usuario introduce un documento en formato PDF y le realiza preguntas sobre el documento, como por ejemplo pedir su resumen, solicitar cuáles son los puntos más importantes del documento, cuáles son los resultados obtenidos en la investigación descrita en el documento, etc. PDF Chatbot extrae y presenta información específica del documento PDF existente.

En el plano visual se encuentra Vidnoz AI. Con esta herramienta se pueden crear videos más atractivos ya que se puede introducir un avatar con toda la información que se pretende transmitir. Este avatar expone la información utilizando IA de voz o incluso duplicando la voz del autor. Además del avatar, que puede ser modificado y diseñado al gusto del consumidor, se puede crear desde cero toda la maquetación del video final.

Estas IAs permiten al docente crear materiales muy atractivos, adaptados a las edades y características individuales de cada estudiante. Además, también pueden ser utilizadas por los propios alumnos durante su proceso de enseñanza-aprendizaje, dando la oportunidad a los estudiantes de crear su propio aprendizaje y sentirse protagonistas de lo aprendido.

7.2.5.-ODILO

Es una plataforma digital que viene a sustituir las bibliotecas físicas de los centros educativos, expandiéndola porque cuenta con libros, audiolibros, libros electrónicos, vídeos, podcast, cómics, revistas, periódicos y materiales que diseñe el propio

docente. Este recurso es un elemento fundamental en la elaboración y uso de materiales neurodidácticos sostenibles.

Cabe destacar que esta plataforma cuenta con el apoyo de la Comisión Europea para mejorar la alfabetización en toda Europa y están certificados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, concretamente en el ODS 4 sobre educación de calidad, el ODS 5 enfocado en la igualdad de género, en el ODS 10 sobre la reducción de las desigualdades, en el ODS 12 sobre la producción y consumo responsable y en el ODS 16 de la paz, justicia e instituciones sólidas.

Esta herramienta es útil tanto para el docente como para el alumnado. El docente puede preparar las intervenciones didácticas personalizadas porque la plataforma registra todos los datos de aprendizaje de los alumnos que hacen uso de ella. Por otro lado, los estudiantes disponen de todos los recursos en un mismo sitio y de forma rápida, proporcionándoles un mayor confort y facilidad a la hora de aprender.

Conclusión

Es necesario hacer visible el concepto de sostenibilidad, no como un término político, sino científico para que ponga su punto central en el potencial social, aunque no se olvide la tecnología. La institución universitaria debe ser responsable de generar en los futuros maestros las competencias relacionadas con la sostenibilidad, dado que son necesidades de la comunidad social.

Las competencias para la sostenibilidad hacen referencia al conjunto complejo e integrado de valores, actitudes, habilidades, destrezas y conocimientos que ayuden a transformar la realidad con criterios de sostenibilidad (CRUE, 2015).

Los valores relacionados con la sostenibilidad hacen referencia a: el respeto y cuidado de la comunidad de vida (respeto por la diversidad, democracia social, preservar la tierra para las generaciones futuras); democracia, no violencia y paz (respeto a todos los seres vivos, acceso a la justicia, educar para una vida sostenible...); integridad ecológica (modelos de producción y consumo sostenibles) y justicia social y económica (desarrollo humano equitativo, dignidad humana, igualdad de género, derechos de las minorías...) (Carta de la Tierra, 2024)

El profesorado debe tener herramientas adecuadas para aplicar técnicas de aprendizaje cooperativo y otras metodologías que faciliten la sostenibilidad y conocer recursos, como los presentados en este capítulo, que ayuden a una educación más sostenible, además de tener un desarrollo neurodidáctico en los discentes.

El uso de estos programas supone, además, un beneficio en la sostenibilidad de recursos que los centros educativos pueden utilizar. En la agenda 2030, se proponen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y en concreto en el objetivo 4 se propone *garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos* (UNESCO, 2020, p.2).

Bibliografía

- Angarita Niño, D. P. (2020). Responsabilidad social del diseño gráfico en materiales didácticos interactivos e inclusivos para niños en la ciudad de Santa Marta. En I. Castillo *Seis estudios desde la Responsabilidad Social Empresarial* (pp. 45-84). Fondo Editorial CUN.
- Aznar Minguet, P., Ull, M.A., Martínez-Agut, M.P., y Piñero, A. (2017). Evaluar para transformar: evaluación de la docencia universitaria bajo el prisma de la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 5-27. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2112>
- Briones, M. F. M., Pacheco, C. L. S., & Cruz, S. I. Q. (2024). La neurodidáctica en la profesionalización docente de educación superior. *Revista InveCom/ISSN en línea*: 2739-0063, 4(1), 1-13. <https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3002/221>
- Bueno, D. (2017). *Neurociencia para educadores*. Octaedro.
- Carta de la Tierra (2024). <https://cartadelatierra.org/lea-la-carta-de-la-tierra/justicia-social-y-economica/>
- Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) (2015). *Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum*. Comité Ejecutivo del Grupo de Trabajo de Calidad Ambiental y Desarrollo Sostenible y Asamblea General de la CRUE. CRUE.
- Conferencia de Rectores europeos (CRE) (1993). *Proyecto Copernicus*. <http://unece.org/env/esd/information/COPERNICUS%20Guidelines.pdf>
- Delors, J. (Coord.) (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Santillana.
- De la Rosa Padilla, A., Soto Martín, O., y Martín Osorio, V.E. (2018). *Integración de la sostenibilidad curricular mediante la elaboración de materiales didácticos digitales interactivos*. RIULL-Repositorio institucional de la Universidad de la Laguna, 225-238. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/9651>
- Freitas, A., Martínez Alcañiz, I., Solana, I. y Ramos, M. (2023). Neuropedagogía, neuroeducación y neurodidáctica. En R.M. Esteban, C. De Barros y R. Quijano (Coord.). *Claves de la Neuropedagogía*. (pp. 163-184). Octaedro.

- González García, M. (2022). La educación del siglo XXI. Claves para la personalización del aprendizaje a través de la neurodidáctica. *Padres Y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (389), 36–42. <https://doi.org/10.14422/pym.i389.y2022.006>
- Hunter, D. y Werbach, K. (2012). *For the Win. How Game Thinking can Revolutionize your Business*. Wharton Digital Press.
- Ibáñez-Cubillas, P. (2022). Factores neurodidácticos de la enseñanza basada en TIC: aportes para la formación docente. *Texto Livre*, 15. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.41617>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (Eds.). (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (tpack) for educators*. Routledge.
- Marín, I. (2018). *¿Jugamos? Cómo el aprendizaje lúdico puede transformar la educación*. Paidós.
- Molina Martín, D. (2022). *Programa Neuroeduca. Entrenamiento de las funciones ejecutivas en Educación Infantil*. Letra Minúscula.
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza
- Sampedro Requena, B. y McMullin, K. (2015). Videojuegos para la inclusión educativa. *Digital Education Review*, 27, 122-137. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5495909>
- UNESCO (2005). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014: Plan de aplicación internacional*. UNESCO.
- UNESCO (2014). *World Conference on Education for sustainable development: learning today for a sustainable future*. Aichi-Nagoya (Japón) 10-12 noviembre de 2014. www.unesco.org/new/en/unesco-world-conference-on-esd-2014/
- UNESCO (2020). *Educación para el desarrollo sostenible. Hoja de ruta de la Agenda Mundial de Educación 2030*. UNESCO.
- Vidal, M., Vega, A. y López, S. (2019). Uso de materiales didácticos digitales en las aulas de Primaria. *Campus Virtuales*, 8(2), 103-119.
- Vilches, A., y Gil Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad. El reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16 (2), 25-43. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724395003>

CAPÍTULO 8. DISEÑO DE RECURSOS NEURODIDÁCTICOS UTILIZANDO LA IA: FUNCIONALIDADES Y HERRAMIENTAS

Pino Juste, Margarita R.

Universidad de Vigo, España

Introducción

La Inteligencia Artificial puede revolucionar la enseñanza, facilitando la creación de materiales educativos innovadores. De hecho, la integración de la inteligencia artificial (IA) en el diseño de recursos neurodidácticos ha revolucionado la forma en que se abordan los procesos de aprendizaje. Esta fusión de tecnología y pedagogía ofrece una serie de beneficios que mejoran significativamente la experiencia educativa.

En primer lugar, la IA permite una personalización del aprendizaje sin precedentes. Mediante el análisis continuo del progreso y las necesidades individuales de cada estudiante, los recursos pueden adaptarse de manera precisa a sus estilos de aprendizaje, niveles de habilidad y preferencias específicas. Esto se traduce en una experiencia de aprendizaje más relevante y efectiva para cada alumno (Chen Chen, & Lin, 2020; García-Peñalvo, 2023).

Por otro lado, la generación automática de contenido es otro aspecto destacado. La IA puede ayudar en la creación de material educativo relevante y personalizado, adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes y a los objetivos de aprendizaje específicos. Esto no solo optimiza el tiempo de preparación del material por parte de los educadores, sino que también asegura la pertinencia y la calidad del contenido.

Además, la retroalimentación inmediata y adaptativa es otra ventaja clave. Los recursos neurodidácticos impulsados por IA pueden proporcionar comentarios instantáneos y personalizados a los estudiantes, identificando áreas de mejora y ofreciendo sugerencias específicas para reforzar el aprendizaje. Este enfoque no solo

facilita el proceso de aprendizaje, sino que también fomenta la autoevaluación y la autorregulación del estudiante.

La capacidad de la IA para analizar grandes cantidades de datos sobre el rendimiento del estudiante y los patrones de aprendizaje es fundamental. Esta capacidad de análisis de datos permite identificar tendencias y ajustar los recursos de acuerdo con las necesidades cambiantes, garantizando así una experiencia educativa adaptada y efectiva.

Además, IA puede detectar emociones durante la interacción con los recursos de aprendizaje. Al analizar las emociones de los estudiantes, los recursos pueden ajustarse para mantener altos niveles de motivación y compromiso, lo que contribuye a un ambiente de aprendizaje positivo y estimulante (Estrada et al., 2020; Wang, et al. 2022).

La IA puede favorecer la motivación de los estudiantes, tanto intrínseca como extrínseca, lo que puede favorecer la adopción de un mayor compromiso y éxito en el aprendizaje; ya que las diferentes herramientas de IA pueden proporcionar una experiencia de aprendizaje más personalizada, ofrecer retroalimentación instantánea, incorporar elementos de juego y gamificación, y crear experiencias educativas interactivas y envolventes.

En resumen, la integración de la inteligencia artificial para el diseño de recursos neurodidácticos facilita la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde la personalización del aprendizaje hasta la retroalimentación adaptativa y la generación automática de contenido, la IA está transformando la forma en que aprendemos y enseñamos, allanando el camino hacia un futuro educativo más eficiente y efectivo. A continuación, resumiremos las principales funcionalidades de los recursos basados en IA desde una perspectiva neurodidáctica y describiremos algunas herramientas.

8.1.-Funciones y utilidades de la IA en los procesos de diseño de recursos neurodidácticos

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los procesos de diseño de recursos neurodidácticos ha emergido como un área de investigación y desarrollo prometedora en el campo de la educación. La IA ofrece una variedad de funciones y utilidades que pueden transformar la forma en que se diseñan los recursos educativos, especialmente aquellos que están diseñados para aprovechar los principios de la neurociencia en el aprendizaje.

En primer lugar, podemos señalar el impacto de la retroalimentación inmediata en el aprendizaje del estudiante para la mejora del rendimiento de los estudiantes. La IA puede facilitar esta retroalimentación adaptativa al recopilar y analizar datos sobre el progreso y el desempeño del alumno (Cavalcanti et al., 2021; Deeva, et al. 2021).

Como sabemos el análisis de retroalimentación es crucial para mejorar la efectividad del proceso de aprendizaje. En esta línea, IA puede promover experiencias de aprendizaje positivas en la educación remota mediante el análisis de datos del alumno y la provisión de retroalimentación adaptativa. Además, esta retroalimentación personalizada puede ayudar a los estudiantes a identificar áreas de mejora y a los educadores a ajustar sus estrategias de enseñanza a las características y necesidades individuales de cada estudiante.

En segundo lugar, es importante señalar la importancia de la generación automática de contenidos educativos para crear recursos didácticos adaptados a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto incluye la creación de aclaraciones conceptuales, ejercicios prácticos y actividades de aprendizaje diseñadas para optimizar la retención y la comprensión del alumno (Kurdi, et al. 2020; Chiu, et al. 2023; Zhang, & Aslan, 2021).

La capacidad de la IA para detectar patrones de aprendizaje también es fundamental. Albreiki, Zaki, & Alashwal (2021) señalan que la identificación de patrones en los errores de los estudiantes, proporciona información valiosa para informar sobre el proceso de enseñanza y el diseño de recursos educativos más efectivos.

La accesibilidad en la educación también puede beneficiarse de la IA ya que pueden mejorar el acceso y la participación de los estudiantes con diversas necesidades.

La inteligencia artificial (IA) facilita la automatización de tareas administrativas en educación, como la gestión de datos de estudiantes y la programación de clases, reduciendo la carga de trabajo del personal educativo. Esta automatización mejora la eficiencia operativa de las instituciones educativas, permitiendo que los profesionales dediquen más tiempo a la enseñanza y al apoyo a los estudiantes.

En conclusión, la integración de la IA en los procesos de diseño de recursos neurodidácticos tiene el potencial de transformar la educación al proporcionar una personalización del aprendizaje más efectiva, una generación de contenido más relevante, una retroalimentación más precisa, una detección de patrones de aprendizaje más sofisticada e, incluso, una automatización de tareas administrativas más eficiente. Estos avances pueden mejorar la experiencia educativa para todos los estudiantes y contribuir al éxito académico y profesional a largo plazo.

8.2.-Herramientas de IA para el diseño de recursos neurodidácticos

1. Sistemas de Tutoría Inteligente (STI). Los STI utilizan algoritmos de IA para proporcionar retroalimentación personalizada y guiar el aprendizaje de los estudiantes en diferentes materias. Pueden adaptarse a diferentes niveles de edad y habilidad, desde primaria hasta secundaria.

Ejemplo: Khan Academy, que ofrece tutorías personalizadas en matemáticas y otras materias.

2. Plataformas de Aprendizaje Adaptativo. Estas plataformas utilizan algoritmos de IA para personalizar el contenido y la secuencia de aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante desde primaria hasta la secundaria.

Ejemplo: DreamBox Learning, que adapta el contenido de matemáticas a las habilidades de cada estudiante.

3. Asistentes Virtuales de Aprendizaje. Los asistentes virtuales, como chatbots educativos, pueden ayudar a los estudiantes a buscar información, responder preguntas y proporcionar apoyo académico. Son útiles para estudiantes de primaria y secundaria

Ejemplo: Brainly, una plataforma donde los estudiantes pueden hacer preguntas y recibir respuestas de otros estudiantes y expertos.

4. Reconocimiento de Voz y Traducción Automática. Herramientas que utilizan IA para reconocer la voz del estudiante y traducir automáticamente el contenido a diferentes idiomas. Son útiles para estudiantes de todas las edades que están aprendiendo un segundo idioma.

Ejemplo: Google Translate, que permite traducir texto y voz a diferentes idiomas de forma instantánea.

5. Plataformas de Evaluación Automatizada. Utilizan algoritmos de IA para evaluar automáticamente las tareas y exámenes de los estudiantes desde primaria hasta la secundaria.

Ejemplo: Quizizz, una plataforma que ofrece cuestionarios interactivos y evalúa automáticamente las respuestas de los estudiantes.

6. Simulaciones Educativas. Las simulaciones educativas utilizan IA para crear entornos virtuales que permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos de una manera interactiva.

Ejemplo: PhET Interactive Simulations, que ofrece simulaciones interactivas en ciencias y matemáticas.

7. Sistemas de Recomendación de Contenido Educativo:

Estos sistemas utilizan IA para recomendar recursos educativos personalizados, como libros, videos y actividades, según los intereses y el progreso del estudiante.

Ejemplo: Duolingo, una aplicación que recomienda lecciones de idiomas basadas en el progreso del usuario.

8. Plataformas de Tutoría Virtual. Estas plataformas conectan a los estudiantes con tutores virtuales que utilizan IA para proporcionar apoyo académico personalizado en áreas específicas.

Ejemplo: Tutor.com, una plataforma que ofrece tutorías en línea en diversas materias.

9. Herramientas de Análisis de Sentimientos. Estas herramientas utilizan IA para analizar el estado emocional de los estudiantes a través de su lenguaje escrito o verbal. Pueden ayudar a los maestros a identificar y abordar las necesidades emocionales de los estudiantes.

Ejemplo: Emotion AI de Afectiva, que analiza las expresiones faciales y el tono de voz para detectar emociones.

10. Plataformas de Programación Educativa. Estas plataformas utilizan IA para enseñar conceptos de programación de manera interactiva y divertida. Son adecuadas para estudiantes de primaria y secundaria que desean aprender habilidades de programación.

Ejemplo: Scratch, una plataforma que permite a los estudiantes crear proyectos de programación visualmente.

11. Herramientas de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA). Estas herramientas utilizan IA para crear experiencias educativas inmersivas que permiten a los estudiantes explorar conceptos de una manera más práctica y visual.

Ejemplo: Google Expeditions, una aplicación que permite a los estudiantes realizar excursiones virtuales a diferentes lugares del mundo utilizando realidad virtual.

12. Plataformas de Detección de Plagio. Estas plataformas utilizan IA para analizar el contenido de los trabajos de los estudiantes y detectar posibles casos de plagio. Son adecuadas para estudiantes de secundaria que están realizando investigaciones y proyectos académicos desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: Turnitin, una plataforma que compara el trabajo de los estudiantes con una base de datos de contenido académico para identificar similitudes.

13. Herramientas de Generación de Contenido Educativo. Estas herramientas utilizan IA para generar automáticamente contenido educativo, como ejercicios, cuestionarios y materiales de estudio desde la primaria hasta la secundaria.

Ejemplo: Quizlet, una plataforma que permite a los usuarios crear y compartir flashcards y otros recursos de estudio.

14. Plataformas de Gamificación Educativa. Estas plataformas utilizan IA para gamificar el aprendizaje, convirtiendo actividades educativas en juegos interactivos y motivadores.

Ejemplo: Classcraft, una plataforma que utiliza elementos de juegos de rol para motivar a los estudiantes y fomentar la colaboración en el aula.

15. Herramientas de Análisis de Datos Educativos. Estas herramientas utilizan IA para analizar grandes conjuntos de datos educativos y extraer información valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Son adecuadas para educadores y administradores de escuelas desde secundaria.

Ejemplo: Tableau, una herramienta de visualización de datos que permite a los educadores analizar y presentar datos educativos de manera efectiva.

16. Asistentes Virtuales de Laboratorio. Estos asistentes virtuales utilizan IA para guiar a los estudiantes a través de experimentos de laboratorio virtuales, proporcionando instrucciones paso a paso y feedback en tiempo real. Son adecuados para estudiantes, sobre todo, de secundaria que están aprendiendo ciencias desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: Labster, una plataforma que ofrece simulaciones de laboratorio virtuales en ciencias biológicas y química.

17. Plataformas de Tutoría en Línea. Estas plataformas conectan a los estudiantes con tutores en línea que utilizan IA para proporcionar apoyo académico individualizado. Son adecuadas para estudiantes de secundaria que necesitan ayuda adicional en ciertas materias desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: Chegg Tutors, una plataforma que ofrece tutorías en línea en una variedad de materias.

18. Herramientas de recomendación de Carreras. Ayudan a los estudiantes a explorar diferentes opciones de carreras y tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: PathSource, una aplicación que utiliza un algoritmo de recomendación para ayudar a los estudiantes a explorar carreras basadas en sus intereses y habilidades.

19. Plataformas de Tutoría de Idiomas. Enseñan idiomas extranjeros de manera interactiva, proporcionando ejercicios de gramática, pronunciación y vocabulario desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: Rosetta Stone, una plataforma que utiliza métodos de inmersión para enseñar idiomas extranjeros a través de actividades interactivas.

20. Herramientas de Análisis de Rendimiento Estudiantil. Analizan el rendimiento académico de los estudiantes e identifican áreas de fortaleza y debilidad desde la secundaria en adelante.

Ejemplo: PowerSchool Analytics, una herramienta que proporciona análisis detallados del rendimiento estudiantil para ayudar a los educadores a identificar tendencias y tomar decisiones informadas sobre la enseñanza y el aprendizaje.

Estas herramientas de inteligencia artificial pueden ser de gran utilidad en la enseñanza obligatoria, proporcionando experiencias educativas más personalizadas, interactivas y efectivas para los estudiantes. Es importante seleccionar las herramientas adecuadas según las necesidades y objetivos de aprendizaje específicos de cada grupo de estudiantes.

Conclusión

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la educación de manera muy rápida, permitiendo el diseño de recursos que favorecen la personalización del aprendizaje y una retroalimentación adaptativa, entre otras funcionalidades (Gašević, Siemens y Sadiq, 2023). De hecho, podemos comprobar experiencias muy diferentes como el impacto de los robots basados en IA en la educación, destacando su capacidad para mejorar la participación y el compromiso de los estudiantes (Chu, Hwang y Tu, 2022), la utilización de modelos de enseñanza asistida por IA en la educación 5.0, para mejorar la eficiencia y la calidad del aprendizaje (Khang et al. (2023), o el aprendizaje automático que puede evaluar el intercambio de conocimientos durante actividades de aprendizaje colaborativo, lo que contribuye a una comprensión más profunda del proceso educativo (Soller, Wiebe y Lesgold, 2023). Pero también otras herramientas más concretas como el sistema de aprendizaje de dibujo basado en IA que puede aplicarse en contextos específicos, como la educación artística (Jin et al., 2019), la utilización del iPad en educación (Karsenti, & Fievez, 2013) o como mejorar la calidad de la escritura a través una retroalimentación automatizada generada por computadora (Stevenson y Phakiti, 2014).

Pero, hemos de tener en cuenta que la edad apropiada para utilizar estas herramientas puede variar según el nivel de desarrollo cognitivo y las habilidades tecnológicas de los estudiantes. Además, es fundamental supervisar el uso de la IA en la enseñanza obligatoria y garantizar que se utilice con una finalidad didáctica de forma que sirva para consolidar los contenidos curriculares y de manera ética y responsable.

Bibliografía

- Albreiki, B., Zaki, N., & Alashwal, H. (2021). A systematic literature review of student' performance prediction using machine learning techniques. *Education Sciences*, 11(9), 552. [10.3390/educsci11090552](https://doi.org/10.3390/educsci11090552)
- Cavalcanti, A. P., Barbosa, A., Carvalho, R., Freitas, F., Tsai, Y. S., Gašević, D., & Mello, R. F. (2021). Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100027. [10.1016/j.caeai.2021.100027](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100027)
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. [10.1109/ACCESS.2020.2988510](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510)
- Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. [10.1016/j.caeai.2022.100118](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118)
- Chu, S.T., Hwang G.J. y Tu, Y.-F. (2022). Artificial intelligence-based robots in education: A systematic review of selected SSCI publications. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100091. [10.1016/j.caeai.2022.100091](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100091)
- Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., & De Weerd, J. (2021). A review of automated feedback systems for learners: Classification framework, challenges and opportunities. *Computers & Education*, 62, 104094. [10.1016/j.compedu.2020.104094](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104094)
- Estrada, M. L. B., Cabada, R. Z., Bustillos, R. O., & Graff, M. (2020). Opinion mining and emotion recognition applied to learning environments. *Expert Systems with Applications*, 150, 113265. [10.1016/j.eswa.2020.113265](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113265)
- García-Peñalvo, F.J. (2023). La integración de la inteligencia artificial generativa en la práctica docente. *V Seminário Escola Digital: A Educação na Era da Inteligência Artificial*. Centro de Competência TIC da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança. [10.5281/zenodo.7853091](https://doi.org/10.5281/zenodo.7853091).
- Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100130. [10.1016/j.caeai.2023.100130](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130)

- Jin, Y., Li, P., Wang, W., Zhang, S., Lin, D. y Yin, C. (2019). GAN-based pencil drawing learning system for art education on large-scale image datasets with learning analytics. *Interactive Learning Environments*, (1-18). [10.1080/10494820.2019.1636827](https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636827)
- Karsenti, T., & Fievez, A. (2013). The iPad in education: uses, beneits, and challenges – A survey of 6,057 students and 302 teachers in Quebec (Canada). Montreal, QC: CRIFPE.
- Khang, A., Muthmainnah, M., Seraj, P. M. I., Al Yakin, A., & Obaid, A. J. (2023). AI-Aided teaching model in education 5.0. In *Handbook of Research on AI-Based Technologies and Applications in the Era of the Metaverse* (pp. 83-104). IGI Global.
- Kurdi, G., Leo, J., Parsia, B., Sattler, U., & Al-Emari, S. (2020). A systematic review of automatic question generation for educational purposes. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30, 121-204. [10.1007/s40593-019-00186-y](https://doi.org/10.1007/s40593-019-00186-y)
- Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., ... & Liu, P. J. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *The Journal of Machine Learning Research*, 21(1), 5485-5551.
- Soller, A., Wiebe, J., & Lesgold, A. (2023). A machine learning approach to assessing knowledge sharing during collaborative learning activities. In *Computer Support for Collaborative Learning* (pp. 128-137). Routledge.
- Stevenson, M., & Phakiti, A. (2014). The effects of computer-generated feedback on the quality of writing. *Assessing Writing*, 19, 51-65. [10.1016/j.asw.2013.11.007](https://doi.org/10.1016/j.asw.2013.11.007)
- Wang, Y., Song, W., Tao, W., Liotta, A., Yang, D., Li, X., ... & Zhang, W. (2022). A systematic review on affective computing: Emotion models, databases, and recent advances. *Information Fusion*, 83, 19-52. [10.1016/j.inffus.2022.03.009](https://doi.org/10.1016/j.inffus.2022.03.009)
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100025. [10.1016/j.caeai.2021.100025](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025)

CAPÍTULO 9. PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS E INCLUSIVAS SOSTENIBLES EN ATENCIÓN TEMPRANA: NEUROCIENCIA Y NEUROTECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA LA ATENCIÓN TEMPRANA EN EDUCACIÓN INFANTIL

Sánchez Romero, Cristina

UNED. Facultad de Educación, Madrid

Gútiez Cuevas, Pilar

UCM/AMPAT, Madrid

Sánchez Bobadilla, Viviana

Universidad Católica de Asunción, Paraguay

Introducción

La infancia, sin duda una de las etapas más complejas en la vida de la persona, implica la interrelación de múltiples disciplinas si se quiere atender al niño en toda su complejidad: conocimientos de psicología evolutiva, neurología evolutiva, fundamentos neurobiológicos del aprendizaje, principios didácticos, etc. (Gútiez 2005).

La atención temprana y la educación infantil comparten características que legitiman el valor de la escuela infantil como un contexto privilegiado para la atención a todos los niños en general, y en particular aún más para aquellos/as que tienen dificultades de aprendizaje y en su desarrollo en la etapa 0-6, etapa en la que, específicamente, interviene la Atención Temprana.

La Escuela infantil, cuenta con sus recursos internos y servicios de apoyo para todo el proceso de AT, ya que previene los efectos secundarios de una alteración en el desarrollo, ofrece atención directa al niño y en ella se coordinan de las intervenciones que reciben los niños de sus profesores o de otros profesionales (logopeda, psicomotricista, rehabilitador, profesor de apoyo, etc.), además de contar con equipos de Atención temprana de 0 a 6 años, lo que la convierte en un recurso preventivo

esencial, al evitar un retraso mayor en su aprendizaje y la vulneración de sus derechos.

En el periodo (0 - 6 años), se producen las adquisiciones básicas del desarrollo que, en algunos casos, no se logran por la estimulación natural espontánea, bien sea por la situación que rodea al niño (ambiente, nivel económico, afecto.), o por que el niño no puede aprovechar adecuadamente los estímulos del medio (cuando hay patologías implantadas o alto riesgo de padecerlas).

Tanto la educación infantil como la Atención Temprana son elementos esenciales para la compensación de desigualdades. En este ámbito, los nuevos descubrimientos de la neurociencia reciben mucho interés para su aplicación en el campo educativo, pero nos encontramos ante un proceso de alfabetización neurocientífica para su aplicación (Jolles & Jolles, 2021).

9.1.- La neurociencia y la educación

La neurociencia, en la actualidad, se presenta como una disciplina innovadora que tiene un gran impacto en el ámbito educativo. La convergencia de la neurociencia y educación nos lleva a nuevos términos que debemos tener en cuenta como la neuroeducación, neurodidáctica y neurotecnología en los procesos de aprendizaje.

Esta disciplinas emergen del interés que tienen los profesionales de la educación de encontrar un referente teórico para el fundamento de su práctica pedagógica considerando los conocimientos sobre cómo se estructura, funciona y se desarrolla el cerebro (Barroso-Osuna, Cabero-Almenara, & Valencia Ortiz, 2020).

Los descubrimientos en neurociencia pueden enriquecer las prácticas pedagógicas inclusivas integrando los avances neurocientíficos en el diseño de aprendizaje adaptado a las capacidades de los estudiantes, a las peculiaridades del desarrollo y al uso de la tecnología. La neurociencia ayuda a comprender como funcionan los procesos cognitivos y la participación de los procesos neurobiológicos con la finalidad de mejorar los procesos de aprendizaje, apoyar a los profesionales de la educación para mejorar las metodologías y estrategias didácticas para un aprendizaje significativo (Brasil, 2021) e incidir en la importancia del uso de la neurociencia en la formación y en su aplicación en la educación (Espina Romero & Guerrero Alcedo, 2022; Rosell, Juppet, Ramos, Ramírez, & Barrientos, 2020). La neuroeducación como campo emergente tiene objetivos como la inclusión de la información sobre los procesos cerebrales y la relación de estos con las habilidades cognitivas del aprendizaje (Rueda, 2020), además de los factores que influyen en el proceso de aprendizaje del alumno, como son: la plasticidad cerebral y la memoria, con especial intensidad en la etapa 0-6 (García Jiménez & Fernández Cabezas, 2020). La neuroeducación supone una nueva forma de abordar el proceso de enseñanza – aprendizaje, que se fundamenta en los avances actuales sobre el conocimiento del cerebro humano y su funcionamiento, así como en los efectos que la puede tener sobre el mismo, la intervención educativa, el uso de la tecnología. La principal aportación de esta disciplina es la de ofrecer posibilidades, nuevas herramientas útiles a los docentes para trabajar desde una fundamentación rigurosa y ser conscientes de que enseñar es algo mucho más profundo que transmitir ciertos conocimientos (Mora, 2017).

Neurodidáctica

La neurodidáctica como disciplina que emerge de la neurociencia y la educación, ha sido analizada desde su importancia en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. Se destaca la importancia de la neurodidáctica para el aprendizaje significativo teniendo en cuenta las capacidades de cada estudiante. La neurodidáctica tiene como objetivo potenciar y desarrollar estrategias basadas en la neurociencia, que describen el manejo de las emociones y su implicación en el aprendizaje (Benavidez V & Flores P, 2019). Autores como Delgado & Jadan, (2022), describen en su estudio, que el aprendizaje se basa en los planteamientos de la neurodidáctica, para dar respuesta a la diversidad de necesidades de aprendizaje con el uso de recursos tecnológicos, como la principal opción para garantizar el servicio educativo, apoyar a la comunidad, brindar protección y contención emocional en niños, niñas y adolescentes con discapacidad. Por tanto, la neurodidáctica ofrece una herramienta valiosa para guiar el diseño de las mejoras docentes, porque analiza los factores que determinan el aprendizaje a partir de la realidad neurofisiológica del sujeto (Goset Poblete & Zumelzu Cornejo, 2021). La neuroeducación o neurodidáctica, ofrece una nueva visión de la enseñanza, aportando estrategias y tecnologías educativas que se basan en el funcionamiento del cerebro. Este campo emergente en el que convergen especialidades como la neurociencia, la psicología, la ciencia cognitiva y la educación, nos van a permitir mejorar los métodos de enseñanza y los programas escolares (Orrú, 2016/2021).

Neurotecnología

La neurotecnología tiene sinergia con la neuroeducación y neurodidáctica, pero también con las neurociencias clínicas donde está el debate en la actualidad. Se plantea la utilización de la neurotecnología, pero se cuestiona la discusión de su aplicación y ética, por los obstáculos que se interponen en el camino de un campo productivo de la neuroeducación (Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012).

Autores como Bowman, et al., (2018) describen que las nuevas neurotecnologías presentan oportunidades, pero también profundas cuestiones sociales y requieren

que las partes interesadas consideren profundamente los desafíos éticos, legales y médicos, debido a que los avances en la ciencia del cerebro y las herramientas de investigación prometen aumentar nuestra comprensión del cerebro humano, tratar las lesiones cerebrales y las enfermedades mentales y mejorar la cognición, la percepción, el estado de ánimo y el estado de alerta. En este sentido, las neurotecnologías invasivas son prometedoras para la salud y el bienestar, pero, como afirman Collins & Klein (2023) plantean importantes cuestiones éticas sobre la autonomía, la seguridad, el estigma, la privacidad y la agencia, entre otras. La neurotecnología aplica métodos y dispositivos para mitigar la carga de los trastornos neurológicos y mentales (Ghezzi, 2023). Estas tecnologías mejoraron la capacidad de diagnosticar y tratar trastornos neuronales. Al mismo tiempo, las neurotecnologías permiten una comprensión más profunda de la dinámica sana y patológica del sistema nervioso mediante estimulación y registros durante los implantes cerebrales. En el caso de estudiantes con discapacidad intelectual y parálisis cerebral infantil, el uso de las computadoras de escritorio permite un mayor campo de trabajo, estos estudiantes requieren adaptaciones tecnológicas adicionales, destacando los principales recursos utilizados son tabletas, celulares inteligentes y computadoras (Cometa et al., 2022; Delgado & Jadan, 2022). Las neurotecnologías prometen conocimientos psiquiátricos rápidos, eficientes y amplios que no están fácilmente disponibles a través de la observación convencional de los pacientes (Rainey & Erden, 2020). La neurotecnología en el contexto de la atención temprana se refiere al uso de herramientas y técnicas tecnológicas para comprender y mejorar el desarrollo neurológico y cognitivo de los niños desde una edad temprana. Los primeros años de vida, como periodo crítico para el aprendizaje. Se basa en la plasticidad del cerebro, en el hecho de que la maduración cerebral no finaliza con el nacimiento, sino que continúa durante algún tiempo después y en la teoría sobre la irreversibilidad de los efectos producidos por la carencia de estímulos adecuados en estas etapas.

Diversas investigaciones como las de Allee-Herndon & Roberts (2018) describen que la neuroimagen como disciplina que utiliza diversas tecnologías para la consecución de imágenes sobre la estructura y función del cerebro, favorecen comprender mejor cómo se desarrolla este y como afecta a la comprensión de la enseñanza y aprendizaje en la función ejecutiva y en la autorregulación desde edades tempranas.

9.2.-Neurociencia y neuroeducación en el ámbito de la atención temprana

La neuroeducación como nueva área científica proporciona nuevos conocimientos y nuevas herramientas a los docentes para formar una educación centrada en el desarrollo del cerebro con la finalidad de conocer las habilidades y destrezas de sus alumnos/as en su proceso de aprendizaje (Tarí, 2023), destacando su importancia en el desarrollo del aprendizaje desde edades tempranas para mejorar la inteligencia lingüística a través de habilidades y destrezas en niños pequeños (Biviana, Constante, Tramallino, & Gaibor, 2020).

La plasticidad cerebral, puede ser definida como “el conjunto de modificaciones producidas en el sistema nervioso como resultado de la experiencia (aprendizaje), las lesiones o los procesos degenerativos. (Mora, 1994, p. 89). La atención temprana se funda en la posibilidad de influir, favorablemente, en el desarrollo del niño y de su entorno. Supone, evitar que las deficiencias interfieran en el desarrollo del niño, su aparición o actuar frente a las situaciones de “Alto riesgo”, incluyendo en este concepto tanto factores biológicos como en situaciones de privación socioambiental. (Gútiez 2005, p.4)

La neurología supone una parte importante de la fundamentación de la Atención Temprana, el proceso de mielinización, la especialización funcional, el desarrollo neural del niño, conforme a la ley cefalocaudal y proximodistal, así como la especialización funcional y la lateralidad, son algunas de las bases neuroevolutivas, que se dan en los niños de estas etapas. (Campos y Mesa, 1993). La neurología evolutiva nos da los patrones del desarrollo normal, que deben seguir los niños y, gracias a esta referencia, se pueden observar posibles desviaciones y detectar trastornos madurativos.

Mediante la semiología, el neurólogo, conoce los signos externos, que nos indican si se está produciendo un desarrollo correcto de las funciones nerviosas. Los signos neurológicos, como son los reflejos, el tono muscular, etc., nos permiten conocer la adecuación de su desarrollo. (Campos, 2003). Gracias a la intervención temprana, se aprovecha la plasticidad del cerebro y se da la oportunidad a los niños de recuperar

o reemplazar de alguna manera la deficiencia que desviaba su desarrollo. Como afirman autores como Mulas y Hernández (2004, p. 45): “Las lesiones tempranas de las estructuras nerviosas o la privación de estimulación sensorial procedente del ambiente, pueden comprometer la maduración neuropsicológica, por lo que aprovechar la plasticidad neuronal en estadios precoces es decisivo para optimizar el desarrollo posterior”.

Las experiencias, tanto negativas como positivas de los primeros años, influyen en la configuración de la corteza cerebral, que mantiene la capacidad para una rápida reorganización en respuesta al entrenamiento. La actividad desarrollada por la Atención Temprana se fundamenta en diferentes disciplinas entre las que se encuentran las Neurociencias, la Pedagogía y la Psicología Evolutiva y de la conducta:

Las intervenciones en Atención Temprana se basan en las distintas disciplinas (neurología, pedagogía, rehabilitación, psicología evolutiva, del aprendizaje, educación infantil, etc.), plantean las necesidades y problemas de los niños pequeños, desde un encuadre educativo y no desde el meramente asistencial-asilar (Valle, 1990; Gútiez, 2005; Gútiez y Ramírez, 2012). Su importancia reside en proporcionar las condiciones óptimas a los niños que presentan alteraciones del desarrollo, para que reciban la ayuda más eficaz desde el primer momento, con el fin último de alcanzar su propia autonomía e integración (Alegret y otros, 1994). Asimismo, se requieren dinámicas de aprendizaje basadas en la neurociencia, neurodidáctica y neurotecnología.

Cajal afirmó la existencia de la plasticidad cerebral relacionando el incremento de la actividad cerebral, con el crecimiento de los axones y dendritas, permitiendo una mayor riqueza de conexiones y enlaces, mientras que la falta de esta actividad causaba una reducción de tales conexiones por inhibición de los procesos neuronales.

En los primeros años de vida hay gran plasticidad en el sistema nervioso y a medida que pasan los años se pierde. La Pedagogía ha proporcionado los fundamentos de

principios de intervención como la individualización y la adaptación de la enseñanza a cada individuo, en función de sus necesidades, condiciones y contexto social en el que vive.

La intervención educativa junto con la psicológica y las aportaciones de las neurociencias, constituyen los pilares de la metodología en Intervención Temprana (Gútiez, 2012) que ha tenido gran influencia en el desarrollo de los programas de intervención (Andreu, 1997).

Las bases Pedagógicas de la atención temprana coinciden ampliamente con las de la educación infantil, de 0 a 6 años y atiende a los niños, en todas las dimensiones de la persona: biológica, cognitiva, afectiva y social en todos los contextos en que se desenvuelve el niño, la escuela, la familia, la comunidad y las distintas instituciones sociales. La educación infantil según Delors, 1996 (Salvador, 2003) son: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender vivir juntos y aprender a ser.

Es importante la vertiente pedagógica en esta disciplina, ya que es además el medio de socialización e inclusión de los niños que padecen alteraciones en su desarrollo, o están en riesgo de padecerlas. Autores como Narvaez (2012) describen que “la personalidad y el desarrollo social comienzan antes del nacimiento en la comunicación entre la madre, el niño y el entorno, durante los períodos sensibles en los que el cerebro y el cuerpo del niño son plásticos y se co-construyen epigenéticamente”.

9.3.-Neurociencias: Dinámica de aprendizaje inclusivas y técnicas de neurotecnología

Las neurociencias tienen como objetivo fundamental e introducir los avances en el conocimiento acerca de cómo aprende el cerebro, qué cosas estimulan su desarrollo y llevarlo al ámbito escolar, a la intervención en el aula. Las dinámicas de aprendizaje deben tener en cuenta este propósito desde la inclusión educativa. En nuestro caso, hacemos referencia a los trastornos del neurodesarrollo, entre los que se incluyen los trastornos del desarrollo intelectual, los trastornos de la comunicación, los Trastornos del Espectro Autista, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), el trastorno específico del aprendizaje y los trastornos motores (trastorno del desarrollo de la coordinación, trastorno de movimiento estereotipado, trastorno de Tourette y trastornos de tics) (DSM-V). De forma habitual, se superponen y resultan difíciles de diferenciar unos de otros, sobre todo en los primeros años de vida. Su identificación temprana es esencial, de cara a asegurar una intervención temprana intensiva, esencial para un buen pronóstico. En el caso que nos ocupa, el Trastorno del Espectro Autista (TEA), se incluye tanto a individuos severamente deteriorados, como personas con alto rendimiento intelectual o con alteraciones en la interacción social. Este trastorno se caracteriza por una alteración cualitativa en la interacción social y la comunicación, asociada a intereses restringidos y conductas estereotipadas, condición que acompaña a estas personas a lo largo de toda la vida, con variaciones en su evolución. Los niños con TEA tienen capacidad para aprender una destreza difícil, antes de aprender una más sencilla (APA, 2013/2014). Para esta población, el entorno más directo para la aplicación de los avances en neuroeducación o neurodidáctica es, por supuesto, es el contexto escolar. En la escuela es donde los niños aprenden y se socializan con iguales. Los educadores deben comprender que, a partir del conocimiento del cerebro, de cómo aprenden, procesan, registran, almacenan y recuerdan la información, podemos conocer su estilo de enseñanza y con ello, optimizar el proceso de aprendizaje. Asimismo, tanto la organización de la clase, como la forma de enseñar (actitudes, palabras y emociones), influyen en el desarrollo del cerebro de los estudiantes y en la forma de aprender. Autores como Lozoya et al. (2018) describen que la neuroeducación por su carácter neurocientífico estudia el cerebro y las funciones mentales superiores que están relacionadas con

diversos procesos mentales como el pensamiento, funciones ejecutivas, lenguaje, etc. Estas funciones y los procesos cognoscitivos superiores (corteza cerebral asociativa) tienen especial interés, en general, y en particular, cuando hay alguna alteración genética y/o afectación que desencadenan deterioro de lo cognitivo y emocional. En estos casos, las aportaciones de las neurociencias resultan esenciales para intervenir adecuadamente. En el ámbito de la discapacidad intelectual, la neurociencia permite una nueva comprensión de la discapacidad intelectual, aunque debe verse más, como la transformación que determinan las relaciones el conocimiento, por construir esa condición o situación, añadiéndole simplemente un nivel nuevo de averiguación biológica (Flórez, 2015). En este sentido, las técnicas de neurotecnología se presentan como herramientas que exploran el funcionamiento del cerebro y ayudan a comprender el mismo. Entre ellas destacan algunas como la neuroimagen y la encefalografía como técnicas que aplicadas a la singularidad de las personas, y en lo que se refiere a la discapacidad pueden dar muchos avances innovadores, por ejemplo: la neuroimagen se ha utilizado en investigaciones relacionadas con las habilidades lingüísticas (Marrero-Aguilar, 2022) y aprendizaje matemático. También, en el caso del Trastorno del Déficit de Atención e Hiperactividad, la neuroimagen puede proporcionar resultados en torno a las bases neurológicas como el trastorno de desarrollo (Boon, 2020). Asimismo, otras técnicas como la encefalografía permite registrar la actividad eléctrica del cerebro y se ha estudiado en diferentes áreas de la neurociencia (Rios-Arismendy, Ochoa-Gómez, & Serna-Rojas, 2021). Esta técnica aplicada en los sujetos con diagnóstico de Trastornos del Espectro Autista (TEA) destaca por los diagnósticos relacionados principalmente en las afectaciones del marco de interacción social y en tareas donde se presentan condiciones de observación de acciones motoras, entre otras (Giraldo Torres, Restrepo de Mejía, & Arboleda Sánchez, 2018). A través de esta técnica en neonatos, se puede estudiar la función cerebral y permite evaluar las intervenciones terapéuticas y neuro protectoras que facilitan pronósticos neurológicos en atención temprana (Silva Suárez, 2017). Otra técnica de reciente manejo en el Educación, es la BCI (interfaces cerebro-computadora) que dentro de la neurotecnología aplicada en educación, en investigaciones recientes, describen un cambio de paradigma en el diagnóstico y manejo de los trastornos cognitivos, mejorando las experiencias de aprendizaje y socialización (Rodríguez-Barboza et al., 2024).

Conclusión

La neuroeducación como innovación se propone encontrar la óptima relación entre la forma de enseñar y de aprender, en cada etapa en atención a los periodos de desarrollo, en función de la maduración de los diferentes circuitos o redes distribuidas en el cerebro y que codifican para funciones específicas, más adecuadas en cada etapa educativa. Las disciplinas afines a la neuroeducación como la neurotecnología se presenta como una herramienta clave en su aplicación en atención temprana. La aplicación de técnicas como la neuroimagen, la encefalografía y las interfaces Cerebro-Computadoras, basadas en la electroencefalografía destacan por su potencial inclusión en el ámbito educativo, entre otras técnicas.

Como afirma Mora (2017) “El ser humano es una máquina de aprender constante, desde el nacimiento hasta la muerte; su conocimiento consciente en el mundo se expande con el proceso permanente. A través de todos estos aprendizajes y de los cambios que éstos provocan en su cerebro, el ser humano cambia constantemente su conducta y su pensamiento”. La intervención temprana con estas técnicas ayudaría a detectar síntomas o déficits que interfieren en los procesos de aprendizaje.

Como conclusión, hay que señalar que la Atención Temprana, junto con la Escuela Infantil, debe constituirse como una respuesta generalizada para la población comprendida entre los cero y los seis años, con intervenciones basadas en evidencias sustentadas por las neurociencias, para lograr el crecimiento y la optimización del desarrollo, la igualdad de oportunidades y el respeto a los derechos de la infancia y la adolescencia.

Bibliografía

- Alegret, R., Bardina, E., & Zorraquino, M.L. (1994). La influencia de la estimulación precoz en el bebé hospitalizado. *Psicomotricidad*, 46, 23-47. Enlace
- Allee-Herndon, K., & Roberts, S. K. (2018). Neuroeducation and Early Elementary Teaching: Retrospective Innovation for Promoting Growth with Students Living in Poverty. *International Journal of the Whole Child*, Vol. 3.
- Andreu, M.T. (1997). *Coordinación interinstitucional en el ámbito de la atención temprana de la CAM*. (Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid).
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2012). Neuroeducation - A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, Vol. 5. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3>
- Arizcun, J., Gútiérrez, P., & Ruiz, E. (2005). La formación de los profesionales de Atención Temprana. En Gútiérrez, P. (Ed.), *Atención Temprana. Prevención, detección e intervención en el desarrollo (0-6 años) y sus alteraciones* (p. 937–953). Editorial Complutense.
- Barroso, J., Cabero, J., & Valencia, R. (2020). Visiones desde la Neurociencia-Neurodidáctica para la incorporación de las TIC en los escenarios educativos. *Revista de Ciencias Sociales Ambos Mundos*, (1).
- Benavidez, V, V., & Flores, P.R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb Lu*, 14(1).
- Biviana, M., Constante, P., Tramallino, C. P., & Gaibor, V. P. (2020). La estimulación temprana en el desarrollo de habilidades y destrezas del lenguaje en niños de educación inicial. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, ISSN-e 2224-2643, Vol. 11, Nº. 2 (Abril - Junio), 2020, Págs. 86-95, 11(2).
- Boon, H. J. (2020). What do ADHD Neuroimaging Studies Reveal for Teachers, Teacher Educators and Inclusive Education? *Child and Youth Care Forum*, Vol. 49. <https://doi.org/10.1007/s10566-019-09542-4>
- Bowman, D., Garden, H., Stroud, C., & Winickoff, D. E. (2018). The neurotechnology and society interface: responsible innovation in an international context. *Journal of Responsible Innovation*, 5.
- Brasil, M. S. (2021). Neurociência cognitiva e metodologias ativas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 7(7).

<https://doi.org/10.51891/rease.v7i7.1742>

- Campos Castelló, J. (2013). Retraso madurativo neurológico. *Revista de Neurología*, 57 (Supl 1), S211-S219.
- Collins, B., & Klein, E. (2023). Invasive Neurotechnology: A Study of the Concept of Invasiveness in Neuroethics. *Neuroethics*, 16(1).
- Cometa, A., Falasconi, A., Biasizzo, M., Carpaneto, J., Horn, A., Mazzone, A., & Micera, S. (2022). Clinical neuroscience and neurotechnology: An amazing symbiosis. *IScience*, Vol. 25. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105124>
- Delgado, K., & Jadan, J. (2022). La neurodidáctica: una experiencia en educación inclusiva aplicada a las TIC. *Texto Livre*, 15(1).
- Delors, J. (1996). Los Cuatro Pilares De La Educación. En J. Delors, *La educación encierra un tesoro* (pp. 91-103). Santillana/UNESCO.
- Espina Romero, L. Del C., & Guerrero Alcedo, J. M. (2022). Neurociencia y sus aplicaciones en el área de la Educación: una revisión bibliométrica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(28).
- Flórez, J. (2015) Discapacidad intelectual y neurociencia. *Revista Síndrome de Down*. V. 32. Marzo 2015.
- García Jiménez, M., & Fernández Cabezas, M. (2020). Relación entre neurociencia y procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.*, 2(1). <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2020.n1.v2.1857>
- Ghezzi, D. (2023). Engineering Materials for Neurotechnology. *Advanced Engineering Materials*, 25(9).
- Giraldo Torres, L. R., Restrepo de Mejía, F., & Arboleda Sánchez, V. A. (2018). Trastorno del espectro autista, electroencefalografía y neuronas espejo. *Acta Neurológica Colombiana*, 34(3). <https://doi.org/10.22379/24224022215>
- Goset Poblete, J., & Zumelzu Cornejo, E. (2021). Using neurodidactics for the design of teaching improvement. *Intercambios-Dilemas y Transiciones de La Educación Superior*, 8(2).
- Gútiérrez, P., & Ruiz, E. (2012). Orígenes y evolución de la Atención Temprana. Una perspectiva histórica de la génesis de la Atención temprana en nuestro país. *Psicología Educativa*, 18(2), 107-122.
- Jolles, J., & Jolles, D. D. (2021). On Neuroeducation: Why and How to Improve

- Neuroscientific Literacy in Educational Professionals. *Frontiers in Psychology*, Vol. 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.752151>
- Lozoya Meza, E., Gutierrez, Sa., & Lozoya Ocegued, R. (2018). La neurociencia cognitiva en la formación inicial de docentes investigadores educativos. *Ciencia y Educación* Vol. 2, No. 3, septiembre-diciembre, 2018 • ISSN: 2613-8794. DOI: <https://doi.org/10.22206/cyed.2018.v2i3.pp11-25>.
- Marrero-Aguiar, V. (2022). Aportación de las investigaciones con neuroimagen funcional a los estudios lingüísticos: algunas preguntas y respuestas. *Estudios de Lingüística Del Español*, 45. <https://doi.org/10.36950/elies.2022.45.8854>
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación*. Editorial Alianz.
- Mulas, D., F., & Hernández, M., S. (2004). Bases neurobiológicas de la atención temprana. En J. Pérez-López & A. Brito (Eds.), *Manual de la Atención Temprana* (pp. 45-55). Ediciones Pirámide.
- Narvaez, D. (2012). Moral neuroeducation from early life through the lifespan. *Neuroethics*, 5(2). <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9117-5>
- Rainey, S., & Erden, Y. J. (2020). Correcting the Brain? The Convergence of Neuroscience, Neurotechnology, Psychiatry, and Artificial Intelligence. *Science and Engineering Ethics*, 26(5).
- Rios-Arismendy, S., Ochoa-Gómez, J. F., & Serna-Rojas, C. (2021). Revisión de electroencefalografía portable y su aplicabilidad en neurociencias. *Revista Politécnica*, 17(34). <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a9>
- Rosell, R., Juppet, M., Ramos, Y., Ramírez, R., & Barrientos, N. (2020). Neurociencia aplicada como nueva herramienta para la educación. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (92).
- Rueda, C. (2020). Neuroeducation: Teaching with the brain. *Journal of Neuroeducation*, 1(1). <https://doi.org/10.1344/joned.v1i1.31657>
- Silva Suárez, P. (2017). Electroencefalografía de amplitud integrada en neonatología: cuidados de enfermería. *Rev Enferm Neonatal*, 25(Diciembre 2017).
- Tarí, G. B. B. (2023). What do Teachers Think about Neuroeducation Specialization? *Cultura de Los Cuidados*, 10(1).
- Valle, M. (1990). Intervención precoz en niños de alto riesgo biológico. (Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid).

CAPÍTULO 10. CLAVES PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIALES NEURODIDÁCTICOS DE UTILIDAD PARA EL DOCENTE: BUENAS PRÁCTICAS TECNOLÓGICAS E INCLUSIVAS SOSTENIBLES

Hernández Fernández, Antonio

Universidad de Jaén, España

Introducción

La elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente es un aspecto clave en la transformación de la práctica educativa, ya que permite la convergencia de los avances en neurociencia, tecnología y pedagogía para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Estas claves, basadas en buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles, proporcionan a los educadores un marco teórico y práctico para diseñar e implementar recursos educativos que se alineen con el funcionamiento del cerebro y las necesidades individuales de los estudiantes (Tokuhamo-Espinosa, 2019).

Los materiales neurodidácticos, fundamentados en los principios de la neuroeducación, tienen el potencial de optimizar el proceso de aprendizaje al aprovechar los conocimientos sobre cómo el cerebro adquiere, procesa y retiene la información (Medina, 2014). Al comprender las bases neurocientíficas del aprendizaje, los docentes pueden crear entornos educativos más efectivos y motivadores, que fomenten la participación activa de los estudiantes y promuevan un aprendizaje significativo y duradero (Jensen, 2008). Además, la incorporación de buenas prácticas tecnológicas en la elaboración de estos materiales permite aprovechar el potencial de las herramientas digitales para personalizar el aprendizaje, fomentar la colaboración y desarrollar habilidades clave para el siglo XXI (Mishra & Koehler, 2006).

La inclusión educativa es otro aspecto fundamental en la elaboración de materiales neurodidácticos. Al considerar la diversidad de necesidades y estilos de aprendizaje

de los estudiantes, estos recursos promueven la equidad y la accesibilidad en el aula, garantizando que todos los alumnos tengan oportunidades de aprendizaje significativas y adaptadas a sus características individuales. La aplicación de principios de diseño universal para el aprendizaje (DUA) en la creación de estos materiales asegura que sean accesibles y beneficiosos para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o background cultural (CAST, 2018).

Además, la sostenibilidad es una clave esencial en la elaboración de materiales neurodidácticos. La incorporación de principios y prácticas sostenibles en el diseño y uso de estos recursos contribuye a la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con el cuidado del medio ambiente y la justicia social (UNESCO, 2017). Esto implica considerar aspectos como la durabilidad de los materiales, la reducción del impacto ambiental en su producción y distribución, y la promoción de valores y actitudes que fomenten un desarrollo sostenible (García-Peñalvo, 2021).

Otro aspecto relevante es la importancia de la formación docente en la elaboración y uso de materiales neurodidácticos. Los educadores necesitan adquirir conocimientos y habilidades relacionados con la neuroeducación, la tecnología educativa y la pedagogía inclusiva y sostenible para poder diseñar e implementar estos recursos de manera efectiva en sus aulas (Gómez-Trigueros, 2019). La formación continua y el desarrollo profesional docente son claves para mantener actualizados estos conocimientos y garantizar la calidad de los materiales neurodidácticos elaborados (Díaz-Barriga, 2020). Con todo esto, las claves para la elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente, basadas en buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles, son esenciales para guiar la práctica educativa hacia una enseñanza más efectiva, equitativa y responsable. Al comprender y aplicar estos principios, los educadores pueden transformar sus aulas en entornos de aprendizaje enriquecedores, que potencien el desarrollo integral de todos los estudiantes y los preparen para enfrentar los desafíos del futuro (Hernández-Fernández & De Barros, 2024). La incorporación de estas claves en la formación inicial y continua del profesorado, así como en la práctica diaria en las aulas, es fundamental para impulsar una educación de calidad, inclusiva y sostenible.

10.1.-Importancia de las claves fundamentales sobre los materiales neurodidácticos

Las claves fundamentales sobre los materiales neurodidácticos son de gran importancia para los docentes, ya que les proporcionan un marco teórico y práctico para diseñar e implementar recursos educativos que se alineen con el funcionamiento del cerebro y las necesidades individuales de los estudiantes. Estas claves, basadas en la convergencia de la neurociencia y la educación, tienen el potencial de transformar la práctica educativa, mejorando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Una de las claves fundamentales es la comprensión de las bases neurocientíficas del aprendizaje. Al entender cómo el cerebro adquiere, procesa y retiene la información, los docentes pueden crear entornos educativos más efectivos y motivadores, que fomenten la participación activa de los estudiantes y promuevan un aprendizaje significativo y duradero. Los materiales neurodidácticos, fundamentados en estos principios, tienen el potencial de optimizar el proceso de aprendizaje al aprovechar los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro.

Otra clave fundamental es la incorporación de buenas prácticas tecnológicas en la elaboración de materiales neurodidácticos. La integración de la tecnología en el aula, cuando se realiza de manera reflexiva y pedagógicamente fundamentada, puede potenciar la personalización del aprendizaje, la colaboración entre estudiantes y el desarrollo de habilidades digitales esenciales para el siglo XXI (Mishra & Koehler, 2006). Los docentes deben estar capacitados para utilizar herramientas tecnológicas de manera efectiva y crear recursos educativos digitales que se adapten a las necesidades de sus estudiantes (Gómez-Trigueros, 2019).

La inclusión educativa es otra clave fundamental en el diseño y uso de materiales neurodidácticos. Al considerar la diversidad de necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, estos recursos promueven la equidad y la accesibilidad en el aula, garantizando que todos los alumnos tengan oportunidades de aprendizaje significativas y adaptadas a sus características individuales. La aplicación de

principios de diseño universal para el aprendizaje (DUA) en la creación de estos materiales asegura que sean accesibles y beneficiosos para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o background cultural.

Por último, la sostenibilidad es una clave fundamental en la elaboración de materiales neurodidácticos. La incorporación de principios y prácticas sostenibles en el diseño y uso de estos recursos contribuye a la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con el cuidado del medio ambiente y la justicia social (UNESCO, 2017). Esto implica considerar aspectos como la durabilidad de los materiales, la reducción del impacto ambiental en su producción y distribución, y la promoción de valores y actitudes que fomenten un desarrollo sostenible (García-Peñalvo, 2021).

Las claves fundamentales sobre los materiales neurodidácticos son esenciales para guiar la práctica docente hacia una educación más efectiva, inclusiva y sostenible. Al comprender y aplicar estos principios, los educadores pueden transformar sus aulas en entornos de aprendizaje enriquecedores, que potencien el desarrollo integral de todos los estudiantes y los preparen para enfrentar los desafíos del futuro (Hernández-Fernández & De Barros, 2024). La importancia de estas claves radica en su capacidad para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, así como en su contribución a la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno.

10.2.-Claves sobre la investigación y los fundamentos de las buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles.

La investigación y los fundamentos teóricos de las buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles son esenciales para el diseño y la implementación efectiva de materiales neurodidácticos en el aula. Estas claves proporcionan una base sólida para que los docentes comprendan cómo integrar la tecnología, promover la inclusión y fomentar la sostenibilidad en su práctica educativa.

Una de las claves fundamentales es la comprensión del modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) desarrollado por Mishra y Koehler (2006). Este modelo destaca la importancia de la interrelación entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y del contenido que los docentes deben poseer para integrar efectivamente la tecnología en su enseñanza. La investigación ha demostrado que los educadores que dominan estos tres tipos de conocimiento son más capaces de crear materiales neurodidácticos que aprovechan el potencial de las herramientas digitales para mejorar el aprendizaje.

Otra clave es la aplicación de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la creación de materiales neurodidácticos inclusivos. El DUA se basa en la idea de que el currículo debe diseñarse desde el principio para ser accesible y efectivo para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o antecedentes. La investigación ha demostrado que la aplicación de los principios del DUA en el diseño de materiales educativos mejora la participación, la motivación y el rendimiento de los estudiantes con diversas necesidades de aprendizaje.

La investigación sobre la educación para el desarrollo sostenible (EDS) también proporciona claves importantes para la elaboración de materiales neurodidácticos. La EDS busca empoderar a los estudiantes para que tomen decisiones informadas y adopten medidas responsables en favor de la integridad ambiental, la viabilidad económica y una sociedad justa. Los estudios han demostrado que la integración de los principios de la EDS en los materiales educativos fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la participación activa de los estudiantes en cuestiones

relacionadas con la sostenibilidad. Además, la investigación sobre la formación docente en tecnología, inclusión y sostenibilidad es fundamental para garantizar que los educadores estén preparados para crear e implementar materiales neurodidácticos efectivos. Los estudios han demostrado que los programas de formación docente que integran estos temas de manera transversal y proporcionan oportunidades para la práctica reflexiva son más efectivos para desarrollar las competencias necesarias en los educadores.

Finalmente, las claves sobre la investigación y los fundamentos de las buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles son esenciales para guiar el diseño y la implementación de materiales neurodidácticos de alta calidad. Al comprender y aplicar modelos como el TPACK, los principios del DUA y los conceptos de la EDS, los docentes pueden crear recursos educativos que aprovechan el potencial de la tecnología, promueven la inclusión y fomentan la sostenibilidad (Hernández-Fernández & De Barros, 2024). Además, la formación docente en estos temas es crucial para garantizar que los educadores estén preparados para integrar estas prácticas en su enseñanza de manera efectiva.

10.3-Implicaciones prácticas para el diseño y uso de materiales neurodidácticos

El diseño y uso efectivo de materiales neurodidácticos requiere que los docentes consideren una serie de implicaciones prácticas derivadas de la investigación en neurociencia, tecnología educativa, inclusión y sostenibilidad. Estas implicaciones abarcan desde la planificación y creación de los recursos hasta su implementación y evaluación en el aula.

Una de las implicaciones prácticas más importantes es la necesidad de adaptar los materiales neurodidácticos a las necesidades y estilos de aprendizaje diversos de los estudiantes. Esto implica la aplicación de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en la creación de recursos educativos flexibles y accesibles que ofrezcan múltiples formas de representación, expresión y compromiso. Los docentes deben proporcionar opciones y apoyos variados para garantizar que todos los estudiantes puedan acceder y participar en el aprendizaje de manera significativa.

Otra implicación práctica es la integración estratégica de la tecnología en los materiales neurodidácticos. Los docentes deben seleccionar y utilizar herramientas digitales que se alineen con los objetivos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes, aprovechando el potencial de la tecnología para personalizar, enriquecer y extender el aprendizaje. Esto implica el desarrollo de competencias digitales docentes, así como la creación de recursos educativos que promuevan la participación activa, la colaboración y la creatividad de los estudiantes.

El diseño de materiales neurodidácticos también debe tener en cuenta los principios de la educación para el desarrollo sostenible (EDS). Esto implica la incorporación de temáticas y actividades que fomenten la conciencia ambiental, el pensamiento crítico y la acción responsable en los estudiantes. Los docentes pueden diseñar recursos que aborden problemas reales de sostenibilidad, promuevan la reflexión sobre los impactos de las acciones humanas y estimulen la búsqueda de soluciones creativas y colaborativas.

Además, el uso efectivo de materiales neurodidácticos requiere que los docentes adopten estrategias de enseñanza y evaluación alineadas con los principios de la neuroeducación. Esto implica la creación de entornos de aprendizaje seguros, estimulantes y emocionalmente positivos que favorezcan la atención, la motivación y la memoria de los estudiantes. Los docentes deben utilizar estrategias de enseñanza multisensoriales, basadas en problemas y centradas en el estudiante, así como proporcionar retroalimentación formativa y oportunidades para la metacognición y la autorregulación del aprendizaje (Tokuhama-Espinosa, 2019).

Por último, es fundamental que los docentes reflexionen continuamente sobre la efectividad de los materiales neurodidácticos y los ajusten según las necesidades emergentes de los estudiantes. Esto implica la recopilación y análisis sistemático de datos sobre el aprendizaje y la participación de los estudiantes, así como la colaboración con otros docentes y profesionales para compartir buenas prácticas y abordar desafíos comunes.

En resumen, las implicaciones prácticas para el diseño y uso de materiales neurodidácticos abarcan la adaptación a la diversidad de los estudiantes, la integración estratégica de la tecnología, la incorporación de principios de sostenibilidad, la adopción de estrategias de enseñanza y evaluación alineadas con la neuroeducación, y la reflexión y mejora continua de los recursos (Hernández-Fernández & De Barros, 2024). Al considerar estas implicaciones, los docentes pueden crear y utilizar materiales neurodidácticos de alta calidad que promuevan el aprendizaje significativo, la inclusión y la sostenibilidad en el aula.

Conclusión

A lo largo de este capítulo, se han explorado las claves fundamentales para la elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente, enfatizando la importancia de las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles. Estas claves, basadas en la convergencia de la neurociencia, la educación y la tecnología, tienen el potencial de transformar la práctica educativa y mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

La importancia de los materiales neurodidácticos radica en su capacidad para optimizar el proceso de aprendizaje al aprovechar los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Al comprender las bases neurocientíficas del aprendizaje, incorporar buenas prácticas tecnológicas, promover la inclusión y fomentar la sostenibilidad, los docentes pueden crear entornos educativos más efectivos, motivadores y equitativos.

La investigación y los fundamentos teóricos de las buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles proporcionan una base sólida para el diseño y la implementación de materiales neurodidácticos. Modelos como el TPACK, los principios del DUA y los conceptos de la EDS ofrecen un marco conceptual valioso para guiar la práctica docente en la integración efectiva de la tecnología, la promoción de la inclusión y el fomento de la sostenibilidad.

Además, las implicaciones prácticas para el diseño y uso de materiales neurodidácticos abarcan una serie de consideraciones clave, como la adaptación a la diversidad de los estudiantes, la integración estratégica de la tecnología, la incorporación de principios de sostenibilidad, la adopción de estrategias de enseñanza y evaluación alineadas con la neuroeducación, y la reflexión y mejora continua de los recursos.

En definitiva, la elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente requiere un enfoque multidimensional que integre la neurociencia, la educación, la tecnología, la inclusión y la sostenibilidad. Al comprender y aplicar las claves

fundamentales presentadas en este capítulo, los docentes pueden crear recursos educativos innovadores y efectivos que promuevan el aprendizaje significativo, la equidad y la responsabilidad social en sus estudiantes.

Es importante destacar que la implementación exitosa de estas claves requiere un compromiso continuo con la formación docente, la reflexión crítica y la colaboración entre educadores, investigadores y otros profesionales. Solo a través de un esfuerzo conjunto y sostenido podremos aprovechar todo el potencial de los materiales neurodidácticos para transformar la educación y preparar a las nuevas generaciones para los desafíos del futuro.

Este capítulo, pues, ha proporcionado una visión integral de las claves para la elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente, enfatizando la importancia de las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles. Esperamos que las ideas y fundamentos presentados aquí inspiren a los docentes a crear recursos educativos innovadores y efectivos que promuevan el aprendizaje significativo, la equidad y la responsabilidad social en sus estudiantes, contribuyendo así a la construcción de un futuro más justo, inclusivo y sostenible (tabla 1).

Tabla 1.

Síntesis claves y aspectos

| Aspectos | Fundamentos Neurocientíficos | Buenas Prácticas Tecnológicas | Inclusión Educativa | Sostenibilidad | Formación Docente |
|-------------------------|---|--|--|---|--|
| Definición | Comprender cómo el cerebro adquiere, procesa y retiene la información para mejorar la eficacia del aprendizaje. | Integración de tecnología en la educación para personalizar y enriquecer el aprendizaje. | Consideración de las diversas necesidades y estilos de aprendizaje para promover la equidad y accesibilidad. | Incorporación de prácticas que reducen el impacto ambiental y fomentan el desarrollo sostenible. | Necesidad de actualización continua en neuroeducación, tecnología y pedagogía inclusiva y sostenible. |
| Principios clave | Optimización del proceso de aprendizaje utilizando el conocimiento del funcionamiento cerebral. | TPACK: Conocimiento del contenido, pedagogía y tecnología interrelacionados. | Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): Crear materiales accesibles para todos. | Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS): Enseñar sobre sostenibilidad y acción responsable. | Formación continua y desarrollo profesional para mantenerse actualizado y garantizar la calidad educativa. |
| Impacto esperado | Aumento de la motivación, participación y retención de información por parte de los estudiantes. | Mejora en la colaboración, creatividad y habilidades digitales de los estudiantes. | Garantizar que todos los estudiantes tengan oportunidades de aprendizaje adaptadas y significativas. | Formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con el medio ambiente y la justicia social. | Mejora en la capacidad docente para implementar prácticas educativas efectivas, equitativas y sostenibles. |

Bibliografía.

- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. Wakefield, MA: Author.
- Díaz Barriga, F. (2020). Formación docente para la educación inclusiva. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(86), 711-728.
- García Peñalvo, F. J. (2021). Sustainability in Educational Technology. *Sustainability*, 13(12), 6609.
- Gómez Trigueros, I. M. (2019). Metodologías activas y tecnologías emergentes en la formación inicial del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación*, 80(1), 15-34.
- Hernández Fernández, A., & De Barros, C. (2024). *Desnudando el cerebro (Neuropedagogía y Neurodidáctica)*. Editorial GEU.
- Jensen, E. (2008). *Brain-Based Learning: The New Paradigm of Teaching*. Corwin Press.
- Medina, J. (2014). *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*. Pear Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2019). The Learning Sciences Framework in Educational Leadership. *Frontiers in Education*, 4, 136.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>

El libro *Investigación sobre materiales neurodidácticos para docentes* reúne una serie de artículos escritos por autores e investigadores de gran relevancia en el ámbito educativo y neurocientífico. A través de un enfoque interdisciplinario, cada capítulo explora cómo los avances en neurociencia pueden aplicarse en el aula mediante la creación de materiales pedagógicos que estimulan diferentes áreas del cerebro, promoviendo el desarrollo de habilidades cognitivas, emocionales y sociales en los estudiantes.

La obra está estructurada en diversas secciones que abordan desde el marco teórico hasta los aspectos metodológicos, así como los resultados de investigaciones empíricas sobre el impacto de los materiales neurodidácticos en la enseñanza. Además, se destacan las buenas prácticas tecnológicas, inclusivas y sostenibles, subrayando la importancia de adaptar la educación a las necesidades individuales de cada estudiante en un contexto educativo cada vez más diverso y digitalizado.

Este libro ha sido posible gracias al *Proyecto de Innovación: PIMED12_202224 24213545L. Elaboración de materiales neurodidácticos de utilidad para el docente: buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles*, financiado por la Universidad de Jaén (España) y desarrollado durante el período 2023-2024. Este proyecto no solo ha permitido la colaboración de destacados profesionales en el campo, sino que también ha facilitado el desarrollo de materiales educativos innovadores que contribuirán a mejorar la calidad de la enseñanza.

Una obra indispensable para educadores, investigadores y profesionales interesados en la transformación pedagógica, donde la neurodidáctica y la sostenibilidad se unen para enriquecer los procesos de aprendizaje y adaptación a los retos del siglo XXI.

Antonio Hernández Fernández es Profesor Titular de la Universidad de Jaén (España) en el Departamento de Pedagogía, con más de 20 años de experiencia docente e investigadora. Doctor en Pedagogía por la Universidad de Granada y Máster en Logopedia, ha dedicado su carrera a la investigación en áreas como la neuroeducación, la educación inclusiva y la neuropedagogía. Su trayectoria profesional incluye la coordinación de múltiples proyectos de investigación y la dirección de más de 20 tesis doctorales, consolidándose como un referente en el ámbito de la neurociencia aplicada a la educación.

Entre sus contribuciones más destacadas, se encuentran la publicación de más de 37 libros y 48 capítulos en editoriales de renombre, así como la participación en más de 50 artículos en revistas indexadas a nivel internacional de alto impacto. Además, ha sido pionero en la creación del primer laboratorio de neuropedagogía en la Universidad de Jaén, como parte del proyecto "Neurodidáctica en Educación Superior: laboratorios de neuroimagen para la transformación innovadora de la enseñanza".

Su enfoque interdisciplinario ha permitido la integración de la neurociencia en el desarrollo de materiales pedagógicos innovadores, lo que ha transformado la forma en que se concibe la enseñanza en contextos inclusivos y pluriculturales. Este libro, elaborado bajo su coordinación y auspiciado por el proyecto de innovación PIMED12_202224, es un testimonio de su compromiso con la mejora continua de la educación mediante la investigación aplicada y el desarrollo de buenas prácticas tecnológicas e inclusivas sostenibles.