



El enriquecimiento sensoriomotor como estrategia para optimizar el aprendizaje del léxico en alemán

Laura Mozos Rutllan

Universidad Complutense de Madrid  

<https://dx.doi.org/10.5209/diil.98621>

Recibido: 21 de octubre de 2024 • Revisado: 5 de febrero de 2025 • Aceptado: 10 de abril de 2025

Resumen: Este artículo examina cómo la neurodidáctica puede optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje del léxico alemán, enfocándose en mejorar la eficacia de las estrategias educativas utilizadas en entornos universitarios, donde el alemán se enseña como lengua extranjera. El objetivo principal es obtener conclusiones prácticas y aplicables que contribuyan a optimizar el aprendizaje del vocabulario alemán, empleando enfoques basados en los conocimientos neurocientíficos. Para lograrlo, la investigación sigue una metodología mixta, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, permitiendo un análisis integral del impacto de las estrategias neurodidácticas. Los hallazgos revelan que la incorporación de enfoques neurodidácticos, especialmente aquellos que incluyen la estimulación sensoriomotora, como el uso de gestos durante la codificación del vocabulario, tiene un efecto positivo en la retención del léxico en la memoria. El artículo subraya la importancia de una colaboración interdisciplinaria entre educadores y neurocientíficos para mejorar estas técnicas en contextos educativos específicos, con el fin de maximizar su efectividad en el aprendizaje.

Palabras Clave: Neurodidáctica; enseñanza del alemán como lengua extranjera; aprendizaje del vocabulario; enriquecimiento sensoriomotor.

^{EN} The sensorimotor enrichment as a strategy to optimize lexical learning in German

Abstract: This article examines how neurodidactics can optimize the process of teaching and learning German vocabulary, focusing on improving the effectiveness of educational strategies used in university settings, where German is taught as a foreign language. The main objective is to obtain practical and applicable conclusions that contribute to optimizing the learning of German vocabulary, employing approaches based on neuroscientific knowledge. To achieve this, the research follows a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative techniques, allowing for a comprehensive analysis of the impact of neurodidactic strategies. The findings reveal that the incorporation of neurodidactic approaches, especially those that include sensorimotor stimulation, such as the use of gestures during vocabulary encoding, has a positive effect on the retention of vocabulary in memory. The article emphasizes the importance of interdisciplinary collaboration between educators and neuroscientists to improve these techniques in specific educational contexts, in order to maximize their effectiveness in learning.

Keywords: Neurodidactics; teaching German as a foreign language; vocabulary learning; sensorimotor enrichment.

^{FR} L'enrichissement sensorimoteur comme stratégie pour optimiser l'apprentissage du lexique en allemande

Résumé : Cet article examine comment la neurodidactique peut optimiser le processus d'enseignement et d'apprentissage du lexique allemand, en se concentrant sur l'amélioration de l'efficacité des stratégies éducatives utilisées dans des environnements universitaires, où l'allemand est enseigné comme langue étrangère. L'objectif principal est d'obtenir des conclusions pratiques et applicables qui contribuent à optimiser l'apprentissage du vocabulaire allemand, en utilisant des approches basées sur les connaissances neuroscientifiques. Pour y parvenir, la recherche suit une méthodologie mixte, combinant des techniques qualitatives et quantitatives, permettant une analyse globale de l'impact des stratégies neurodidactiques.

Les résultats révèlent que l'incorporation d'approches neurodidactiques, en particulier celles qui incluent la stimulation sensori-motrice, comme l'utilisation de gestes lors de l'encodage du vocabulaire, a un effet positif sur la rétention du lexique dans la mémoire. L'article souligne l'importance d'une collaboration interdisciplinaire entre les éducateurs et les neuroscientifiques pour améliorer ces techniques dans des contextes éducatifs spécifiques, afin de maximiser leur efficacité dans l'apprentissage.

Mots-clés : Neurodidactique ; enseignement de l'allemand comme langue étrangère ; apprentissage du vocabulaire ; enrichissement sensori-moteur.

Sumario: 1. Introducción. 1.1. Marco teórico. 1.2. Estado de la cuestión. 1.3. Objetivos. 2. Metodología. 2.1. Diseño de instrumentos de medición. 2.2. Análisis demográfico de la muestra. 2.3. Análisis exploratorio. 3. Resultados. 4. Conclusiones y limitaciones del estudio. 5. Bibliografía.

Cómo citar: Mozos Rutllan, L. (2026). El enriquecimiento sensoriomotor como estrategia para optimizar el aprendizaje del léxico en alemán. *Didáctica. Lengua y Literatura*, 38, 33-41.

1. Introducción

1.1. Marco teórico

El contexto educativo actual está marcado por incertidumbres relacionadas con la adaptación a nuevas tecnologías, la equidad en el acceso a la educación y la calidad de los métodos de enseñanza. En este escenario, el éxito en el aprendizaje de los estudiantes depende de factores como la capacitación docente, el nivel de apoyo familiar, los recursos disponibles y la implementación de estrategias pedagógicas efectivas, entre otros.

En los últimos años, los avances recientes en neurociencia, impulsados por el desarrollo de tecnologías de imágenes cerebrales de alta resolución, han generado un creciente interés en su aplicación al ámbito educativo. Si bien la neurociencia ha sido reconocida por su potencial para optimizar la enseñanza, su impacto en la práctica pedagógica ha suscitado debates. Algunos psicólogos y pedagogos cuestionan la aplicabilidad directa de los hallazgos neurocientíficos en el aula. Según David Bueno (2017/2018), director de la Cátedra de Neuroeducación en la Universidad de Barcelona, los estudios neurocientíficos no buscan reemplazar la pedagogía tradicional, sino proporcionar una comprensión más profunda del funcionamiento cerebral en contextos educativos. De esta manera, la pedagogía puede adaptar sus estrategias para aprovechar el conocimiento neurocientífico y enriquecer el proceso de enseñanza.

En este sentido, el debate sobre el papel de la neurociencia en la educación es crucial para comprender la viabilidad de la neurodidáctica en la práctica educativa. El conocimiento del cerebro puede enriquecer significativamente las metodologías educativas. Manfred Spitzer (2003, p. 1) señala que comprender cómo aprende el cerebro puede mejorar la enseñanza, mientras que Gerhard Friedrich y Gerhard Preiß (2002, p. 66) enfatizan que conocer las condiciones en que el cerebro se modifica al aprender, permite ofrecer una enseñanza más efectiva. Elsbeth Stern (2006) apoya la utilización de métodos de investigación cerebral para entender mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje, aunque advierte que su aplicación en el aula aún requiere de más tiempo. Marion Grein (2013) agrega que las neurociencias pueden confirmar principios pedagógicos preexistentes y ampliar la comprensión del aprendizaje.

En este contexto, la neurodidáctica surge como una disciplina interdisciplinaria que integra los avances de la neurociencia en la educación. El término *neurodidáctica* fue propuesto en 1988 por Gerhard Preiß, profesor de didáctica de las matemáticas en la Universidad de Friburgo, con el propósito de denominar una asignatura escolar en la que buscaba aplicar los conocimientos neurocientíficos a la enseñanza (Friedrich y Preiß, 2002). Dado que esta disciplina integra conocimientos provenientes de la neurociencia y su impacto en la educación, es fundamental diferenciar conceptos clave que permiten delimitar sus implicaciones y usos específicos. *Neurociencia* siguiendo a Blakemore y Frith (2005/2017), se utilizará como un término general para referirse a todos los estudios relacionados con el cerebro. *Neuroeducación*, según Tracey Tokuhama-Espinosa (2011), se refiere a la aplicación de estos conocimientos al aprendizaje, mientras que *neurodidáctica* describe la transferencia de estos conocimientos al ámbito de la enseñanza, como sugiere Ulrich Herrmann (2006/2020, p. 10).

Si bien el conocimiento sobre el cerebro sigue en evolución, los hallazgos neurocientíficos actuales ya permiten su aplicación en contextos educativos específicos. En este sentido, este trabajo analiza cómo el uso de la *codificación sensoriomotora*, la inclusión de gestos durante la entrada de la información en el sistema de memoria, puede ser una estrategia eficaz en el aula para mejorar el aprendizaje del alemán como lengua extranjera (DaF).

La justificación de este análisis sobre el uso de la codificación sensoriomotora radica en el potencial impacto que los principios neurodidácticos pueden tener en la práctica docente. Gerhard Roth (2001, p. 24) sugiere que la neurobiología y la didáctica están intrínsecamente relacionadas, mientras que Heiner Böttger (2016, p. 18) define la neurodidáctica como la adaptación de los hallazgos neurocientíficos en estrategias pedagógicas. Además, Folta-Schoofs y Ostermann (2019, p. 26) destacan que la neurodidáctica, como ciencia aplicada, tiene el objetivo de integrar los resultados empíricos de la neurociencia, la psicología y la educación para desarrollar nuevos modelos de enseñanza. Para ello, los experimentos de campo son esenciales, ya que permiten trasladar los descubrimientos científicos a entornos reales de aprendizaje, aquellos espacios

en los que los estudiantes aplican y experimentan conocimientos en situaciones auténticas y contextos significativos, mejorando tanto la enseñanza como el aprendizaje (Folta-Schoofs y Ostermann, 2019, p. 32).

1.2. Estado de la cuestión

El presente estudio ha sido definido tras una revisión exhaustiva de la literatura neurocientífica relacionada con el aprendizaje de vocabulario en lenguas extranjeras. En los últimos años, la investigación en este campo ha avanzado significativamente, proporcionando evidencia sobre los mecanismos cognitivos y neurológicos involucrados en la adquisición de nuevas palabras. En este sentido, diversos estudios han demostrado que la manera en que se codifica la información léxica influye directamente en su retención y recuperación. Por ejemplo, Mayer *et al.*, (2015) exploraron cómo distintas estrategias de aprendizaje afectan a la consolidación del vocabulario en la memoria a largo plazo, destacando el papel de la *codificación multimodal*, en la cual el aprendizaje combina estímulos auditivos, visuales y motores. Sus hallazgos sugieren que los estudiantes que emplean *enfoques multisensoriales* (más de un canal sensorial) muestran un mejor desempeño en la retención de palabras en comparación con aquellos que dependen únicamente de *enfoques unisensoriales* (un único canal sensorial).

Asimismo, Macedonia *et al.*, (2019) profundizaron en la relación entre la activación cerebral y el aprendizaje léxico, identificando que la incorporación de movimientos asociados a las palabras favorece su almacenamiento en el cerebro. A través de estudios de neuroimagen, observaron que las representaciones léxicas se consolidan con mayor eficacia cuando el aprendizaje involucra experiencias sensoriomotoras, lo que sugiere que la activación de múltiples áreas cerebrales, facilita la formación de conexiones neuronales más sólidas.

Estos hallazgos respaldan la aplicación de estrategias innovadoras en la enseñanza de vocabulario en lenguas extranjeras, enfatizando la importancia de metodologías que involucren múltiples canales sensoriales al codificar la información. En este sentido, el presente enfoque se fundamenta en la integración de principios neurocientíficos para optimizar la adquisición léxica, garantizando que las estrategias propuestas sean coherentes con la manera en que el cerebro humano procesa y almacena nueva información lingüística.

1.3. Objetivos

Este artículo tiene como objetivo general, explorar cómo la integración de los principios neurodidácticos puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje del léxico alemán en contextos universitarios, con un enfoque particular en el enriquecimiento sensoriomotor durante la codificación del vocabulario en alemán.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- 1) Analizar la eficacia del enriquecimiento sensoriomotor en la memorización del léxico alemán, comparando la efectividad de los gestos autoejecutados por el alumno frente a la visualización de imágenes representativas del significado de la palabra, en términos de mejora en la memorización y el recuerdo del vocabulario.
- 2) Evaluar la viabilidad de la neurodidáctica en el aula, mediante estudios de campo que examinan la aplicación práctica de los descubrimientos neurocientíficos en la enseñanza del léxico alemán, identificando las mejores prácticas y los posibles desafíos de su implementación en contextos universitarios.

Estos objetivos no solo buscan mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del léxico alemán, sino también contribuir al desarrollo de un marco interdisciplinario que beneficie tanto a la pedagogía como a la neurociencia, optimizando las estrategias educativas y mejorando el rendimiento académico de los estudiantes.

2. Metodología

Para replicar los estudios realizados en laboratorios y obtener pruebas científicas confiables aplicables al entorno educativo, es imprescindible llevar a cabo una investigación empírica. Según Albert y Marx (2016, p. 12), directora del departamento de DaF (alemán como lengua extranjera) en la Universidad de Marburgo y profesora de DaF en la Universidad de Colonia respectivamente, los requisitos para realizar una investigación educativa en situaciones reales incluyen curiosidad, paciencia, conocimientos sobre paradigmas de investigación, estadística y sentido común, además de estar atentos a los posibles obstáculos que puedan surgir durante un proyecto de investigación.

En este contexto, investigaciones empíricas como las de Jeong *et al.*, (2021), Macedonia (2013), y Mayer *et al.*, (2017) han verificado la validez de sus resultados mediante pruebas cuantitativas posteriores a los experimentos. Estos estudios, principalmente llevados a cabo en entornos de laboratorio, utilizan técnicas como la neuroimagen y los análisis conductuales para examinar la actividad cerebral durante el aprendizaje de palabras. Posteriormente, se evaluaba la retención de estas palabras aprendidas mediante pruebas tanto libres como guiadas. El objetivo principal de estas investigaciones era determinar las condiciones que favorecen una mayor eficacia en el aprendizaje.

Para minimizar la influencia de conocimientos previos en una segunda lengua (L2) y evitar asociaciones con idiomas previamente adquiridos, estos estudios suelen utilizar palabras seleccionadas de un corpus artificial. Este enfoque permite un control riguroso de las variables lingüísticas, garantizando una evaluación precisa de la memoria a corto y largo plazo sin las interferencias propias de un contexto lingüístico natural.

Sin embargo, pese a la abundancia de investigaciones sobre estrategias de aprendizaje de vocabulario y la comparación de su eficacia, los estudios que se han realizado en entornos educativos reales, especialmente en estudiantes universitarios que aprenden alemán como lengua extranjera, siguen siendo limitados. En particular, hay una falta de investigaciones empíricas en contextos donde los estudiantes no son seleccionados específicamente ni el entorno está controlado, lo que aumenta la relevancia de este estudio, dado que se enfoca en la enseñanza del alemán a estudiantes universitarios, mayoritariamente españoles, en condiciones no controladas y sin el uso de un corpus artificial de palabras.

Esta limitación resalta la importancia de la presente investigación, ya que presenta un diseño experimental específicamente estructurado para demostrar la mejora en el aprendizaje del vocabulario en alemán en estudiantes universitarios de DaF, utilizando un enfoque sensoriomotor. Para ello, se emplea una metodología que combina técnicas cualitativas y cuantitativas con el fin de recopilar datos y extraer conclusiones sobre la eficacia de las estrategias didácticas utilizadas. En este contexto, el estudio compara diferentes condiciones dentro de un mismo grupo de estudiantes (como se detalla en el apartado 2.2.) para evaluar sus resultados y medir la efectividad de las estrategias analizadas. Asimismo, con el objetivo de garantizar la validez y fiabilidad de los hallazgos, los datos obtenidos se someten a un análisis estadístico inferencial.

La elección de este tipo de análisis responde a su capacidad para generar conclusiones generalizables sobre una población a partir del estudio de una muestra representativa. A través de técnicas estadísticas, se pueden identificar patrones, establecer relaciones entre variables y determinar la eficacia de las estrategias didácticas de manera objetiva. En comparación con otros métodos de análisis, el análisis inferencial aporta una base más sólida para la toma de decisiones pedagógicas, ya que permite estimar el impacto de las estrategias aplicadas con un mayor grado de certeza y validez científica.

2.4. Diseño de instrumentos de medición

Como parte del enfoque metodológico de este estudio empírico, se diseñó un instrumento de medición específicamente adaptado a los objetivos de la investigación. Tras un análisis exhaustivo desde una perspectiva estadística, se aplicaron métodos de inferencia estadística para evaluar la optimización del aprendizaje en diferentes condiciones: una basada en el uso de gestos autoejecutados y otra en el empleo de imágenes.

La creación de estos instrumentos se sustentó en la expectativa de que podrían existir diferencias significativas en la efectividad de cada método de enseñanza. Para ello, se analizaron las variaciones en el desempeño de los estudiantes bajo ambas condiciones, con el objetivo de determinar en qué medida cada estrategia contribuía al aprendizaje del vocabulario en alemán.

Con el fin de alcanzar los objetivos del estudio, en primer lugar, se elaboró un instrumento de recolección de datos. Posteriormente, se implementó la visualización en el aula y se administraron pruebas a los participantes en dos momentos temporales. Los datos recolectados fueron tabulados y depurados para su posterior análisis e interpretación. Este análisis se llevó a cabo en dos etapas: un análisis de los resultados inmediatos tras la prueba, y un análisis final realizado transcurridos siete días.

Se adoptó un enfoque descriptivo para comparar la distribución de la muestra con la distribución normal, utilizando los valores de asimetría y curtosis. Para evaluar la normalidad de los datos, se aplicó el test de Shapiro-Wilk, adecuado para muestras pequeñas (menos de 50 casos). Además, se realizó un análisis descriptivo de tendencia central, empleando medidas como la media y la mediana para la interpretación de los datos.

Para obtener una comprensión más profunda de la variabilidad individual, se calcularon medidas de dispersión, tales como la desviación estándar, que muestra cómo los datos se desvían con respecto a la media, y el rango intercuartílico, que excluye los valores atípicos (Albert y Marx, 2016, p. 117). Para el análisis cuantitativo de las puntuaciones, primero se llevó a cabo un estudio descriptivo para cada bloque de enseñanza. Dependiendo de los resultados de las pruebas de normalidad, se procedió con pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas. En los casos en que los datos seguían una distribución normal, se empleó la prueba t de Student para comparar las medias entre dos grupos, y ANOVA para tres o más grupos. Para el análisis de los datos categóricos, se utilizaron tablas de contingencia con el fin de examinar la relación entre variables nominales y ordinales (Albert y Marx, 2016, p. 121).

La significatividad de los resultados fue evaluada mediante la prueba de Chi-Cuadrado, mientras que el tamaño del efecto se determinó utilizando la V de Cramer, que examina la asociación entre variables categóricas. Para medir la eficacia del recuerdo en las distintas condiciones de aprendizaje, se asignaron puntuaciones de la siguiente manera: 2 puntos si el participante recordaba correctamente la palabra y el género; 1 punto si solo recordaba la palabra; y 0 puntos si ambos eran incorrectos.

El nivel de significación establecido para todas las pruebas estadísticas fue $p \leq 0.05$ (nivel de confianza del 95 %), considerando una alta significación cuando $p \leq 0.01$ (nivel de confianza del 99 %). Los valores de p entre 0.05 y 0.10 fueron considerados *casi significativos*.

El análisis estadístico fue realizado utilizando los softwares Microsoft Excel e IBM-SPSS Statistics, mientras que los gráficos fueron generados mediante R-Studio.

2.5. Análisis demográfico de la muestra

En el análisis demográfico de la muestra para este experimento, se tomó en cuenta casi el 100% de la población objetivo, obteniéndose una muestra de 30 estudiantes, con la excepción de un único caso de exclusión: el alumno número 14, quien no participó en la prueba. Dado el propósito de la investigación y la accesibilidad a un número adecuado de sujetos, se seleccionaron estudiantes del nivel A1.2 de alemán como lengua

extranjera (DaF) del Grado en Turismo de la Facultad de Comercio y Turismo de la Universidad Complutense de Madrid. Estos estudiantes fueron considerados apropiados para la intervención pedagógica, la cual fue integrada en el material y la planificación docente habitual, asegurando que no se alterara la rutina del aula ni se comprometieran aspectos éticos, en concordancia con las recomendaciones de Bueno (2017/2018, p. 36) para estudios que involucran seres humanos.

Para la caracterización demográfica de la muestra, se administró una encuesta a los participantes con el objetivo de recopilar información relevante. Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos y se analizaron mediante una tabla de frecuencias, lo que permitió describir tanto variables cualitativas dicotómicas (con dos opciones de respuesta) como multicotómicas (con tres o más opciones).

La muestra analizada consta de 30 estudiantes de segundo o tercer curso del Grado en Turismo. De estos, el 86.7 % (26 alumnos) considera el alemán su segunda lengua extranjera, mientras que el 10% (3 alumnos) lo identifica como su tercera lengua, y un estudiante lo señala como su cuarta lengua extranjera. La nacionalidad predominante es española (86.6 %, 26 estudiantes), aunque también se observan cuatro casos de nacionalidades múltiples o extranjeras: un estudiante español/suizo, uno chino, uno ecuatoriano y uno rumano.

En cuanto a la distribución por género, el 60 % de la muestra corresponde a estudiantes del género femenino (18 estudiantes), mientras que el 40 % (12 estudiantes) son del género masculino.

En lo que respecta a la lengua materna, el 90 % de los encuestados (27 estudiantes) reporta el castellano como su lengua nativa, mientras que un estudiante tiene como lengua materna el castellano/rumano, otro el chino, y uno más el ucraniano. En relación con el número de lenguas habladas a nivel medio o avanzado, el 70% (21 estudiantes) declara hablar al menos una lengua adicional a su lengua materna, mientras que el 6.7 % (2 estudiantes) no habla ninguna lengua adicional a ese nivel. El 93.3 % (28 estudiantes) cursa la asignatura "Segundo idioma moderno: alemán II" por primera vez, y el 93.1 % (27 estudiantes) afirma tener un nivel de alemán A1.1.

Respecto al contacto con personas germanohablantes, el 60 % de los estudiantes (18) no tiene ningún tipo de contacto, mientras que el 40 % restante (12 estudiantes) sí lo tiene, siendo el entorno familiar la principal fuente de interacción (58.3 %, 7 estudiantes). Solo un 20 % (6 estudiantes) manifiesta ver series o películas en alemán, frente al 80% (24 estudiantes) que no lo hace. En cuanto a la exposición a países de habla alemana, un 46.6 % (14 estudiantes) ha visitado al menos un país de habla alemana, siendo Alemania el destino más común (78.6 %), seguido de Suiza (14 %) y Austria (7.1 %). La mayoría de estas visitas fueron breves, con una duración de una semana o menos (78.6 %).

Finalmente, la media de edad de los participantes en el estudio es de 20.63 años, lo que corresponde a un grupo de adultos jóvenes.

2.6. Análisis exploratorio

En este experimento se empleó el vocabulario correspondiente al nivel A.2.1 del método *Netzwerk neu: A2.1 Kurs- und Übungsbuch* (Dengler et al., 2019), que los estudiantes abordarían en el primer semestre del siguiente curso académico. El diseño experimental incluyó un enfoque conductual basado en dos condiciones de aprendizaje, seleccionadas por su eficacia en la optimización del aprendizaje según los análisis de estudios previos como los de Macedonia *et al.*, 2019 y Mayer *et al.*, 2015. Las condiciones de aprendizaje consistieron en un enriquecimiento multisensorial mediante imágenes y un enriquecimiento sensoriomotor mediante gestos autoejecutados.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el impacto del enriquecimiento multisensorial y sensoriomotor sobre la memoria, centrándose específicamente en la capacidad de recuperación de palabras previamente aprendidas. Para ello, se midió tanto la memoria a corto plazo (inmediatamente después de la exposición) como la memoria a largo plazo (tras un intervalo de siete días).

La selección de palabras se limitó exclusivamente a sustantivos con sus respectivos artículos, excluyendo aquellos que ya habían aparecido en el nivel A1 del mismo manual. Posteriormente, se aplicó un *test de diagnóstico* para identificar las palabras verdaderamente relevantes para el estudio, eliminando aquellas que los participantes ya conocían. A partir de las palabras resultantes, se seleccionaron 20 términos, equilibrando equitativamente entre palabras concretas y abstractas. Además, para evitar posibles sesgos a favor de las palabras monosilábicas, que podrían ser más fáciles de recordar en comparación con términos más largos, se aseguró que cada grupo de palabras incluyera una distribución proporcional de palabras con una, dos o más sílabas.

La selección de los gestos en este contexto fue completamente arbitraria, ya que no se trata de gestos icónicos o metafóricos con un significado universalmente reconocido. En lugar de ello, el objetivo era emplear un gesto que tuviera una relación semántica con la palabra que se deseaba recordar, favoreciendo así su memorización a través de la codificación sensoriomotora. En este proceso, lo verdaderamente relevante no es el gesto en sí mismo, sino el movimiento asociado a la palabra, ya que es este el que contribuye a la consolidación del aprendizaje. En este caso específico, el docente establece un gesto determinado que el estudiante luego autoejecuta como parte del proceso de interiorización del concepto. Sin embargo, es importante destacar que el gesto utilizado no tiene que ser uno único o específico, sino que podría tratarse de cualquier otro gesto simbólico que el estudiante asocie con la palabra en cuestión. Lo esencial es que el movimiento realizado actúe como un refuerzo mnemotécnico, facilitando la conexión entre el término verbal y la experiencia motora, lo que a su vez optimiza el recuerdo.

El diseño experimental constaba de dos fases principales. En la primera fase, se creó un video dividido en dos bloques diferenciados, cada uno compuesto por 10 palabras, con el objetivo de permitir la codificación

de las palabras a través de diferentes modalidades de aprendizaje. En la segunda fase, se implementó una prueba de retención para evaluar el nivel de almacenamiento alcanzado en cada bloque.

Cada bloque representaba una condición de aprendizaje distinta:

- Bloque 1: *Aprendizaje con enriquecimiento multisensorial* (mediante imágenes). En esta modalidad, las palabras se presentaban acompañadas de la palabra escrita en alemán y su traducción al castellano, un audio con la pronunciación por un hablante nativo, y una imagen visual representativa del significado de la palabra.
- Bloque 2: *Aprendizaje con enriquecimiento sensoriomotor autoejecutado*. Aquí, las palabras se presentaban junto con la palabra escrita en alemán, su traducción al castellano, y un video en el que una persona realizaba un gesto semánticamente coherente con la palabra, mientras la pronunciaba. Los participantes imitaban el gesto después de observarlo.

Los bloques de palabras se presentaron en dos ocasiones, con los ítems distribuidos aleatoriamente en cada repetición. En total, cada palabra fue expuesta dos veces bajo su respectiva condición de aprendizaje.

Las palabras se mostraron en diapositivas con un diseño uniforme: fondo negro, texto blanco, y el mismo tamaño de letra, imagen o video, asegurando consistencia visual. Además, la transición entre diapositivas tuvo una duración estándar. Los videos se grabaron con un iPhone XR y se insertaron en las diapositivas mediante Microsoft PowerPoint. Posteriormente, las diapositivas fueron compiladas en un video en formato MP4, con una duración total de 3 minutos y 39 segundos, el cual fue mostrado a los participantes en dos ocasiones. Todo el proceso tuvo una duración aproximada de 8 minutos.

Las evaluaciones de la memoria se llevaron a cabo inmediatamente después de la visualización del video y nuevamente siete días después. Las pruebas consistieron en tareas de recuerdo dirigido, realizadas de manera escrita (papel y bolígrafo), con un tiempo máximo de 10 minutos para completar las respuestas. El procedimiento completo duró aproximadamente 18 minutos en la primera sesión y 10 minutos en la segunda.

Este diseño experimental permitió examinar el impacto diferencial de los dos tipos de enriquecimiento, multisensorial y sensoriomotor, sobre la retención de vocabulario, tanto en la memoria a corto como a largo plazo.

3. Resultados

Los resultados del estudio se enfocan en dos aspectos clave: la exploración de los resultados individuales de cada participante y la evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos de la investigación.

En cuanto al análisis individual de los participantes, los resultados se presentan organizados en función de los momentos de medición: inmediatamente después de la finalización del visionado y a los siete días (ver *Tabla 1*).

En la *Tabla 1*, se observa que en los dos momentos temporales (al finalizar y a los siete días) las puntuaciones categóricas revelaron diferencias significativas, pero con un tamaño del efecto pequeño, lo que sugiere que, aunque existen diferencias entre los bloques, estas son de magnitud reducida.

Tabla 1. Tabla de contingencia según puntuación de los bloques 1 y 2. Momento temporal: al acabar y a los siete días

Momento	Puntos	Bloque 1	Bloque 2	Total Bloque	χ^2	p-valor	Estadístico V	Valor T. efecto
al acabar	0	66.3 % (199)	74.0 % (222)	70.2 % (421)	χ^2	.009	9.40**	
	1	10.7 % (32)	4.3 % (13)	7.5 % (45)				
	2	23.0 % (69)	21.7 % (65)	22.3 % (134)				
		50.0 % (300)	50.0 % (300)	100 % (600)			V	.125 (pequeño)
a los 7 días	0	79.0 % (237)	77.7 % (233)	78.3 % (470)	χ^2	.017	8.14*	
	1	7.7 % (23)	3.3 % (10)	5.5 % (33)				
	2	13.3 % (40)	19.0 % (57)	16.2 % (97)				
		50.0 % (300)	50.0 % (300)	100 % (600)			V	.116 (pequeño)
ns No significativ, † Casi significativo (p<10); *Significativo (p<05); **Altamente significativo (p<01)								
Test estadístico/Contraste: χ^2 - Chi Cuadrado. Tamaño y magnitud del efecto: V - V de Cramer								

Fuente: producción propia

Al aplicar un análisis cuantitativo más profundo, como se muestra en la *Tabla 2*, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los bloques en ninguna de las segmentaciones propuestas. Esto confirma que, aunque existen pequeñas variaciones entre los momentos de evaluación, no son lo suficientemente robustas como para ser consideradas concluyentes desde una perspectiva cuantitativa.

Finalmente, la *Tabla 3* muestra un resumen de las diferencias entre las puntuaciones de los dos bloques en los distintos momentos del estudio. Al comparar los bloques, se observa que el bloque 1 (enriquecimiento visual) presenta una mayor disminución de puntuaciones tras siete días (40.35 % de decremento), frente al bloque 2 (enriquecimiento motor autoejecutado), donde la reducción es significativamente menor (18.75 %). Esto se refleja en la *ratio de olvido*, que es más baja en el bloque 2 (1.2) en comparación con el bloque 1 (1.68), lo que sugiere una mejor retención de la información en el bloque con enriquecimiento motor autoejecutado.

Tabla 2. Contraste bloques 1 y 2 según tratamiento cuantitativo

Momento	Variables (entre paréntesis nº de casos)	Variabilidad					
		Centralidad Media	Mediana	Desvi. estandar	Rango IQR	Est.	p-valor
al acabar	Bloque 1 (300)	0,57	0	0,83	1	1,32	0,187
	Bloque 2 (300)	0,48	0	0,81	1		
a los 7 días	Bloque 1 (300)	0,34	0	0,7	1	1,15	0,252
	Bloque 2 (300)	0,41	0	0,79	0		
ns No significativ, † Casi significativo (p<10); *Significativo (p<05); **Altamente significativo (p<01)							

Fuente: producción propia

Tabla 3. Ratio de olvido: diferencia de puntuaciones en ambos momentos de estudio

Puntuación	Bloque 1	Bloque 2
al acabar	0,57	0,48
a los 7 días	0,34	0,41
Dif	0,23	0,09
% Dif	40.35 %	18.75 %
Ratio olvido	1,64	1,2

Fuente: producción propia

4. Conclusiones y limitaciones del estudio

Los resultados de la presente investigación evidencian diferencias sutiles pero significativas entre ambas condiciones de aprendizaje. Aunque el tamaño del efecto fue reducido, los resultados permiten concluir, en consonancia con Mayer *et al.*, (2015), que existen diferencias significativas entre el aprendizaje sensoriomotor autoejecutado y el aprendizaje enriquecido con imágenes. Los gestos autoejecutados demostraron un rendimiento superior al de las imágenes, particularmente en la retención a largo plazo, como lo evidencia el menor índice de olvido en esta condición. Esta disparidad puede explicarse por el hecho de que el aprendizaje motor involucra más procesos cognitivos y fisiológicos, lo que podría facilitar una mayor consolidación de la información en comparación con el aprendizaje visual.

El hecho de que el aprendizaje mediante gestos autoejecutados presente una ventaja, especialmente a los siete días, sugiere que este tipo de enriquecimiento sensoriomotor activa mecanismos de memoria más profundos, involucrando tanto la memoria procedimental como la declarativa. En contraste, el enriquecimiento visual, aunque efectivo a corto plazo, parece ser menos duradero en términos de retención, lo que es coherente con teorías que subrayan la no implicación motora en este tipo de procesamiento.

Por otro lado, la reducción más significativa del índice de olvido en el bloque del aprendizaje sensoriomotor sugiere que el gesto autoejecutado no solo favorece la codificación inicial de la palabra, sino que también facilita su recuperación a largo plazo. Esto coincide con estudios de neurociencia cognitiva, como los de Arthur Glenberg (2010), que señalan cómo la acción física puede reforzar las conexiones neuronales asociadas a la memoria semántica, reforzando la idea de que el cuerpo actúa como un mediador clave en la consolidación del aprendizaje.

Además, la teoría de los niveles de procesamiento de Craik y Lockhart (1972) apoya estos hallazgos, argumentando que la información codificada en niveles más profundos y ricos en significado, como los que implican acciones motoras, es recordada con mayor eficacia. En este caso, los gestos autoejecutados permiten una codificación más elaborada que las simples imágenes, lo que podría explicar la mejor retención a largo plazo. Este enfoque implica que los diferentes niveles de procesamiento (visual y sensoriomotor) tienen efectos diferenciados sobre la memoria, siendo el sensoriomotor el que más refuerza la codificación profunda.

En cuanto a las condiciones del estudio, es importante resaltar que las diferencias observadas en el rendimiento de las dos condiciones de aprendizaje permiten extraer implicaciones pedagógicas significativas. En particular, el uso de gestos autoejecutados puede ser una herramienta valiosa en el aula para favorecer la retención a largo plazo del vocabulario en lengua extranjera, especialmente en niveles principiantes, donde la retención de términos nuevos es clave para el progreso en el dominio del idioma.

Los resultados de este estudio destacan también la importancia de la colaboración entre educadores y neurocientíficos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el aula. Este estudio traslada una investigación de laboratorio a un aula universitaria, mostrando cómo la neurociencia puede integrarse en la educación para enriquecer las estrategias pedagógicas en la enseñanza del léxico en alemán. A partir de esta integración, surge la necesidad de aplicar estos enfoques en contextos educativos reales. Incorporar la neurodidáctica permite a los docentes ajustar sus métodos a los procesos cognitivos de los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje más efectivo. Por ello, los resultados también analizan la viabilidad de la neurodidáctica en el aula a través de estudios de campo sobre su aplicación práctica.

Estos estudios han identificado tanto las mejores prácticas como los desafíos de su implementación en el ámbito universitario. Aunque los enfoques neurodidácticos pueden mejorar el aprendizaje del vocabulario en alemán, su aplicación enfrenta obstáculos, como la necesidad de formación docente y la adaptación de recursos pedagógicos. Sin embargo, los estudios de campo confirman su efectividad cuando se implementan correctamente, resaltando la importancia de una planificación cuidadosa y del apoyo institucional para su éxito en la educación universitaria.

No obstante, una de las principales limitaciones de este estudio fue el reducido tamaño de la muestra, lo que incrementa la posibilidad de que los resultados estén influenciados por factores aleatorios o sesgos. Esta restricción también impide el uso de técnicas estadísticas más robustas, que podrían haber otorgado mayor validez a los hallazgos y permitido generalizaciones más confiables a poblaciones más amplias. Además, al tratarse de un estudio cuasiexperimental, realizado en un entorno natural como una universidad, es más difícil controlar todas las variables que pueden influir en los resultados, lo cual limita la interpretación de los mismos.

Para evitar alterar el entorno natural del aula, es decir, el contexto real en el que los estudiantes aprenden y se comunican de manera habitual, y facilitar la transferencia de los estudios neurocientíficos a la enseñanza universitaria, se optó por utilizar un lenguaje natural, aquel que las personas usan en su vida cotidiana (en este caso el alemán), en lugar de un lenguaje artificial, que es un sistema creado específicamente para la investigación con reglas diseñadas para el estudio de procesos cognitivos. Sin embargo, esta decisión conllevó una limitación adicional: la falta de control sobre el aprendizaje progresivo del vocabulario alemán por parte de los estudiantes. Aunque una prueba inicial evaluó el conocimiento del léxico en ese momento, esta variable siguió evolucionando a lo largo del estudio. Esta dinámica llevó a restringir los tiempos de evaluación a corto plazo (inmediatamente después de los visionados) y a largo plazo (siete días después). Un diseño más sólido habría incluido puntos de evaluación adicionales, por ejemplo, a los dos y seis meses, lo que podría haber ofrecido una visión más completa de la retención a largo plazo. Sin embargo, extender el período de evaluación habría incrementado la imprevisibilidad en el control de esta variable.

Otra limitación fue la imposibilidad de agrupar las palabras por categorías silábicas (monosílabas, bisílabas o trisílabas), lo cual habría sido ideal para evitar posibles sesgos hacia las palabras más cortas, que tienden a ser más fáciles de recordar. No obstante, se realizó un esfuerzo por equilibrar los bloques de palabras, asegurando que cada uno incluyera una cantidad equitativa de palabras con diferentes estructuras silábicas, lo que ayuda a mitigar este problema, aunque no lo elimina por completo. Esta restricción se debió a la decisión de utilizar únicamente el vocabulario que los estudiantes deberían aprender según el manual del próximo semestre, evitando la inclusión de términos ajenos a dicho material. Añadir vocabulario adicional habría comprometido la ética del estudio al introducir elementos fuera del currículo establecido.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, la aplicabilidad de los resultados a otras poblaciones o contextos puede verse reducida. A diferencia de los estudios en entornos controlados de laboratorio, donde es posible minimizar la influencia de variables no deseadas, la falta de control inherente a este estudio cuasiexperimental puede haber influido en los hallazgos y las conclusiones. Por lo tanto, se recomienda cautela al intentar generalizar estos resultados a otros grupos o situaciones.

En conclusión, futuros estudios deberían abordar estas limitaciones, implementando diseños más controlados y ampliando el tamaño de la muestra, con el fin de mejorar la validez externa y la reproducibilidad de los resultados. Además, sería recomendable incorporar puntos de evaluación a más largo plazo para obtener una visión más profunda sobre la retención del vocabulario y el impacto de las distintas modalidades de aprendizaje.

5. Bibliografía

- Albert, Ruth; y Marx, Nicole (2016). *Empirisches Arbeiten in Linguistik und Sprachlehrforschung. Anleitung zu quantitativen Studien von der Planungsphase bis zum Forschungsbericht* (3.ª ed.). Narr Francke Attempto Verlag. (Edición de Kindle)
- Blakemore, Sarah-Jayne; y Frith, Uta (2005/2017). *Cómo aprende el cerebro: Las claves para la educación* (Pról. ed. esp. José Antonio Marina). Planeta Editorial.
- Böttger, Heiner (2016). *Neurodidaktik des frühen Sprachenlernens: Wo die Sprache zuhause ist*. Bad Heilbrunn: utb.
- Bueno i Torrens, David (2017/2018). *Neurociencia para educadores* (2.ª ed.). Ediciones Octaedro.
- Craik, Fergus I. M.; y Lockhart, Robert S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Dengler, Stefanie; Mayr-Sieber, Tanja; Rusch, Paul; y Schmitz, Helen (2020). *Netzwerk neu: A2.1 Kurs- und Übungsbuch*. Ernst Klett Sprachen.
- Folta-Schoofs, Kristian; y Ostermann, Britta (2019). *Neurodidaktik: Grundlagen für Studium und Praxis*. Kohlhammer.
- Friedrich, Gerhard; y Preiß, Gerhard (2002). Lehren mit Köpfchen. *Gehirn und Geist*, 4, 64-70.
- Glenberg, Arthur M. (2010). Embodiment as a unifying perspective for psychology. *Topics in Cognitive Science*, 2(4), 586-598. <https://doi.org/10.1002/wcs.55>
- Grein, Marion (2013). *Neurodidaktik: Grundlagen für Sprachlehrende*. Hueber.
- Herrmann, Ulrich (2006/2020). Neue Wege des Lehrens und Lernens aus neurowissenschaftlicher Sicht. En Ulrich Herrmann (Ed.), *Neurodidaktik: Grundlagen für eine Neuropsychologie des Lernens* (3.ª ed., pp. 10-22). Beltz Verlag. (Edición de Kindle)

- Jeong, Hyeonjeong; Li, Ping; Suzuki, Wataru; Sugiura, Motoaki; y Kawashima, Ryuta (2021). Neural mechanisms of language learning from social contexts. *Brain and Language*, 212, 104874. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2020.104874>
- Macedonia, Manuela (2013). Learning a second language naturally: the voice movement icon approach. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 3(2), 102-116. <https://doi.org/10.5539/jedp.v3n2p102>
- Macedonia, Manuela; Repetto, Claudia; Ischebeck, Anja; y Mueller, Karsten (2019). Depth of Encoding Through Observed Gestures in Foreign Language Word Learning. *Frontiers in Psychology*, 10(33), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00033>
- Mayer, Katia M.; Yildiz, Izzet B.; Macedonia, Manuela; y von Kriegstein, Katharina (2015). Visual and Motor Cortices Differentially Support the Translation of Foreign Language Words. *Current Biology*, 25(4), 530-535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2014.11.068>
- Mayer, Katia M.; Macedonia, Manuela; y von Kriegstein, Katharina (2017). Recently learned foreign abstract and concrete nouns are represented in distinct cortical networks similar to the native language. *Human Brain Mapping*, 38(9), 4398-4412. <https://doi.org/10.1002/hbm.23668>
- Roth, Gerhard (2001). *Fühlen, Denken, Handeln: Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. Suhrkamp
- Spitzer, Manfred (2003). Medizin für die Pädagogik. *Die Zeit*, 39, 1-3. <https://www.zeit.de/2003/39/Neurodidaktik>
- Stern, Elsbeth (2006). Wie viel Hirn braucht die Schule? En Ulrich Herrmann (Ed.), *Neurodidaktik: Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen* (pp. 79-86). Beltz Verlag.
- Tokuhama-Espinosa, Tracey (2011). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. WW Norton & Co. (Edición de Kindle)