

**Efectos de los Mentefactos en el Aprendizaje
Generativo: Una revisión bibliográfica**

**Effects of Mentefacts on Generative
Learning: A Literature Review**

Solange Elizabeth Briones-Jacome¹
Universidad del Pacifico
solange.briones@upacifico.edu.ec

Carlos Gabriel Vinueza-Estévez²
Universidad del Pacifico
carlos.vinueza@upacifico.edu.ec

doi.org/10.33386/593dp.2025.5.3191

V10-N5 (sep-oct) 2025, pp 745-760 | Recibido: 27 de marzo del 2025 - Aceptado: 06 de octubre del 2025 (2 ronda rev.)

1 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8548-8337>. Candidata al Doctorado en Educación en la Universidad Andrés Bello de Venezuela. Docente en la Universidad del Pacifico.

2 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2388-6840>. Docente en el área de Educación Cultural y Artística de la Unidad Educativa “San Roque” del cantón Antonio ante de la Provincia de Imbabura.

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

Este estudio de revisión bibliográfica examinó el uso de los mentefactos en diversos contextos educativos, analizando su impacto en el aprendizaje significativo, la mejora del pensamiento crítico, la metacognición y la retención de información. A través de la revisión de estudios previos, se identificaron los beneficios de los mentefactos, especialmente en la organización y estructuración visual del conocimiento, lo que facilitó la integración de conceptos y la transferencia de información. La metodología consistió en analizar varios estudios que abordaron la implementación de mentefactos en la educación básica y superior, enfocándose en cómo estas herramientas podrían mejorar el rendimiento académico y promovieron el aprendizaje autorregulado. Los estudios revisados incluyeron investigaciones cuasi-experimentales, correlacionales y experimentales que demostraron que los mentefactos favorecieron la organización de la información, redujeron la carga cognitiva y contribuyeron al desarrollo de habilidades metacognitivas. Los resultados mostraron que los mentefactos mejoraron la comprensión de conceptos complejos, promovieron el pensamiento crítico y facilitaron la retención de información. Sin embargo, la implementación efectiva de los mentefactos estuvo limitada por la falta de capacitación adecuada para los docentes. La discusión destacó que, para maximizar su efectividad en el aprendizaje, es crucial proporcionar una formación docente adecuada, lo que permitiría a los educadores integrar los mentefactos de manera eficiente y mejorar así los resultados educativos.

Palabras clave: aprendizaje generativo; mentefactos; carga cognitiva; metacognición; mapas conceptuales.

ABSTRACT

This literature review examined the use of mind maps in various educational contexts, analyzing their impact on meaningful learning, critical thinking, metacognition, and information retention. Through a review of previous studies, the benefits of mind maps were identified, especially in the visual organization and structuring of knowledge, which facilitated the integration of concepts and the transfer of information. The methodology consisted of analyzing several studies that addressed the implementation of mind maps in basic and higher education, focusing on how these tools could improve academic performance and promote self-regulated learning. The reviewed studies included quasi-experimental, correlational, and experimental research that demonstrated that mind maps favored information organization, reduced cognitive load, and contributed to the development of metacognitive skills. The results showed that mind maps improved the understanding of complex concepts, promoted critical thinking, and facilitated information retention. However, the effective implementation of mind maps was limited by a lack of adequate teacher training. The discussion highlighted that, to maximize their effectiveness in learning, it is crucial to provide adequate teacher training, which would enable educators to integrate mind maps efficiently and thus improve educational outcomes.

Keywords: generative learning; mentefacts; cognitive load; metacognition; concept maps.

Introducción

En el contexto educativo actual, caracterizado por la diversidad de metodologías y enfoques de enseñanza, es fundamental analizar estrategias que promuevan un aprendizaje efectivo. Dentro de estas estrategias, los mentefactos se han utilizado como herramientas pedagógicas para estructurar y organizar la información de manera más clara y comprensible. Sin embargo, su relación específica con el aprendizaje generativo aún no ha sido ampliamente estudiada. Por ello, esta revisión bibliográfica busca describir el papel de los mentefactos en el aprendizaje generativo, revisando su fundamento teórico, sus aplicaciones en distintos niveles educativos y las oportunidades de mejora en su implementación.

El aprendizaje generativo, propuesto por Fiorella y Mayer (2021), se define como el proceso en el que los estudiantes asimilan activamente la información y la reorganizan para lograr una comprensión profunda. Los estudiantes no solo reciben información, sino que la transforman en conocimiento nuevo y útil, facilitando su integración con aprendizajes previos. Fiorella y Mayer (2021) destacan que el aprendizaje generativo no solo mejora la comprensión inmediata, sino que también fortalece la retención y la aplicación del conocimiento en diversos contextos. Además, contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas avanzadas, como la metacognición, el pensamiento crítico y la autorregulación, elementos esenciales para un aprendizaje autónomo y eficaz (Schraw & Moshman, 1995; Zimmerman, 2002).

En este sentido, los sistemas educativos actuales enfrentan retos vinculados a la superficialidad del aprendizaje, la dificultad para organizar el conocimiento y la escasa presencia de estrategias que promuevan la autorregulación y el pensamiento crítico. Diversos estudios señalan la urgencia de incorporar metodologías activas que respondan a estas necesidades, potenciando el aprendizaje significativo mediante herramientas visuales y cognitivas (Mayer, 2009; Fiorella & Mayer, 2021). En este contexto, los mentefactos representan una alternativa pedagógica que no

solo favorece la estructuración del conocimiento, sino que también promueve la autonomía del estudiante y su capacidad de reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, aspectos clave para enfrentar las demandas de la educación basada en competencias y los entornos híbridos contemporáneos (Zimmerman, 2002; De Zubiría, 2006).

En correspondencia con lo anterior, los mentefactos se presentan como herramientas clave para potenciar el aprendizaje generativo. Sweller et al. (2011) explican que estas representaciones gráficas ayudan a organizar y conectar conceptos lógicamente, reduciendo la carga cognitiva y facilitando el procesamiento de información compleja. Dentro de los mentefactos más utilizados en educación, los mapas conceptuales y los diagramas jerárquicos destacan por su capacidad para promover la integración de nuevos conocimientos con esquemas preexistentes. Estos fomentan procesos cognitivos como la comparación, la inferencia y la síntesis (Novak & Cañas, 2008).

Desde una perspectiva cognitiva, el diseño de los mentefactos influye en la reducción de la carga cognitiva intrínseca, permitiendo dividir tareas complejas en pasos manejables y facilitando la conexión entre nuevos conocimientos y esquemas previos (Fiorella & Mayer, 2015). Además, fomentan la reflexión crítica sobre los propios procesos de aprendizaje, ayudando a los estudiantes a identificar áreas de dificultad y a desarrollar estrategias para superarlas (Schraw & Moshman, 1995). Esto es especialmente relevante en disciplinas que requieren un alto nivel de abstracción, como las matemáticas y las ciencias, donde la organización conceptual es clave para el aprendizaje significativo (Mayer, 2009). Investigaciones recientes en entornos de aprendizaje virtual han demostrado que los mentefactos no solo mejoran la retención y transferencia del conocimiento, sino que también fortalecen su aplicabilidad en diferentes contextos educativos (Oh & Reeves, 2014).

Dentro del marco de la pedagogía conceptual, formulada por Miguel De

Zubiría Samper (2006), los mentefactos son herramientas diseñadas para estructurar el pensamiento de manera jerárquica y relacional. Estas representaciones facilitan el aprendizaje y promueven habilidades como el análisis, la síntesis y la transferencia del conocimiento a otros ámbitos. Cuando se diseñan e implementan de manera adecuada, favorecen una enseñanza más estructurada, relevante y centrada en el estudiante (De Zubiría, 2006).

El objetivo de este estudio de revisión bibliográfica es examinar el uso de los mentefactos en distintos entornos educativos para influir en el aprendizaje. A través de una revisión de estudios previos, el artículo describe cómo los mentefactos pueden contribuir al aprendizaje significativo, el desarrollo del pensamiento crítico, la metacognición, la retención de información y la reducción de la carga cognitiva en niveles educativos tanto básicos como superiores.

Metodología

Este estudio se llevó a cabo a través de una revisión bibliográfica, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Grant & Booth (2009) y Petticrew & Roberts (2006) para revisiones de alcance y síntesis de literatura científica. Este enfoque permite examinar el estado actual del conocimiento sobre la relación entre los mentefactos y el aprendizaje generativo, integrando hallazgos de diversas investigaciones para identificar patrones, vacíos y oportunidades de mejora. Para la recopilación de datos, se consultaron bases de datos académicas de alto impacto, tales como Scimago, Scopus, IEEE Xplore, Web of Science y Google Scholar.

La selección de estudios se realizó aplicando criterios de inclusión y exclusión previamente definidos: se consideraron artículos publicados en los últimos diez años, en español o inglés, que abordaran directamente la relación entre mentefactos y aprendizaje generativo. Para evaluar la calidad de los estudios incluidos, se utilizó una lista de verificación basada en aspectos metodológicos como claridad de objetivos, adecuación del diseño de investigación, validez

de los instrumentos y rigor en el análisis de datos, siguiendo las recomendaciones de Booth, Sutton y Papaioannou (2016).

El análisis de los artículos seleccionados se llevó a cabo mediante un proceso de codificación y categorización temática. Cada estudio fue examinado en función de variables como tipo de estudio, población, contexto educativo, estrategias de aplicación de los mentefactos y resultados de aprendizaje. Los hallazgos se organizaron en tablas comparativas y matrices de síntesis, siguiendo también las orientaciones de Booth, Sutton y Papaioannou (2016), lo que permitió identificar tendencias, vacíos y oportunidades de mejora en la literatura existente.

Proceso de Revisión

Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión fueron definidos con base en los principios establecidos por Petticrew & Roberts (2006) para garantizar la relevancia y calidad de los estudios seleccionados:

Estudios empíricos que examinen la interacción entre los mentefactos y el aprendizaje generativo en diferentes niveles educativos.

Investigaciones que presenten un marco teórico fundamentado sobre los mentefactos y el aprendizaje generativo, siguiendo las recomendaciones de Cooper (2010) sobre revisiones teóricas bien estructuradas.

Estudios experimentales o cuasiexperimentales que analicen la influencia de los mentefactos en el aprendizaje generativo.

Los criterios de exclusión se establecieron siguiendo las directrices de Grant & Booth (2009), evitando la inclusión de estudios que no aportaran evidencia empírica relevante:

Estudios de revisión de literatura que no proporcionaran datos empíricos o no presentaran metodologías explícitas.

Publicaciones que no abordaran de manera explícita la relación entre mentefactos y aprendizaje generativo.

Etapas de Revisión y Proceso de Selección

Búsqueda Inicial:

Se realizó una búsqueda sistemática en Scopus, IEEE Xplore, Web of Science, Google Scholar y Scimago, utilizando términos clave como mentefactos, mapas conceptuales, aprendizaje generativo, carga cognitiva, teoría cognitiva y organización del conocimiento. Esta búsqueda inicial arrojó un total de 80 estudios.

Filtrado de Estudios:

Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, revisando títulos y resúmenes. Como resultado, se descartaron 57 estudios que no cumplían con los criterios establecidos, quedando 23 estudios pertinentes para el análisis.

Análisis de Contenido:

Se realizó una lectura completa de los 23 estudios seleccionados, examinando su metodología, objetivos y resultados. Se puso especial énfasis en la influencia de los mentefactos como variable independiente.

Síntesis de Hallazgos:

Con los 23 estudios seleccionados, se llevó a cabo una síntesis de hallazgos, permitiendo identificar patrones, coincidencias y diferencias en los resultados obtenidos en diversas investigaciones.

Desarrollo

Teorías Sobre el Uso de Mentefactos

Los mentefactos se fundamentan en enfoques que resaltan la organización visual del conocimiento, la estructuración de la información y la participación activa del estudiante en su aprendizaje. Su uso ha sido asociado con la mejora en la retención de información, el desarrollo del pensamiento crítico y la metacognición (Novak

& Cañas, 2008). A continuación, se presentan las principales teorías que respaldan el uso de los mentefactos en el aprendizaje.

Con el fin de mejorar la claridad y la organización del manuscrito, se incorporan subtítulos más específicos que permiten delimitar con mayor precisión cada apartado teórico y empírico. Además, se integran elementos visuales como tablas comparativas que sintetizan los estudios analizados, lo que facilita al lector identificar rápidamente las características metodológicas, los contextos educativos y los principales hallazgos de cada investigación.

Teoría del Aprendizaje Significativo

La teoría del aprendizaje significativo, propuesta por Ausubel (1963) y ampliada por Novak y Gowin (1984), sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando los nuevos conocimientos se integran con conceptos preexistentes de manera relevante. En este contexto, los mentefactos, especialmente los mapas conceptuales, favorecen este proceso al estructurar la información de forma visual y organizada, permitiendo a los estudiantes establecer conexiones claras entre los conceptos y profundizar en su comprensión.

Desde esta perspectiva, Novak y Cañas (2008) destacan que los mapas conceptuales son herramientas clave para la organización, representación y estructuración del conocimiento. Su uso no solo facilita la construcción de relaciones jerárquicas entre conceptos, sino que también promueve una comprensión más profunda, ayudando a los estudiantes a identificar patrones, integrar información nueva con conocimientos previos y desarrollar un aprendizaje autónomo. Además, al fomentar una participación activa en la construcción del conocimiento, los mapas conceptuales contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico y la metacognición, diferenciando el aprendizaje significativo de la simple memorización mecánica.

En este sentido, la investigación de Gil Rendón et al. (2016) sobre el uso de mapas conceptuales en educación básica evidencia

que, a pesar de su potencial pedagógico, su aplicación en el aula es limitada. Su estudio señala que muchos docentes no integran estas herramientas de manera efectiva en su enseñanza, lo que impide que los estudiantes se beneficien plenamente de sus ventajas en la estructuración del conocimiento. Sin embargo, los hallazgos también sugieren que cuando los mapas conceptuales son utilizados adecuadamente, los estudiantes logran una mejor organización de la información y un aprendizaje más significativo. Esto refuerza la importancia de capacitar a los docentes en su implementación y fomentar su uso sistemático en distintos niveles educativos para potenciar la construcción del conocimiento.

Teoría del Aprendizaje Social

La teoría del aprendizaje social de Bandura (1977) enfatiza la importancia de la modelación y la observación como pasos fundamentales en el proceso de adquisición del aprendizaje. En este contexto, los mentefactos funcionan como modelos visuales que los estudiantes pueden analizar e imitar, facilitando la comprensión de conceptos complejos y promoviendo la transferencia del aprendizaje. Los mentefactos, al ser representaciones visuales, permiten una integración más clara de la teoría con la práctica, ayudando a los estudiantes a establecer conexiones significativas entre los conceptos y a consolidar su comprensión.

Siguiendo el enfoque de esta teoría, Zimmerman (2002) expone cómo el aprendizaje autorregulado juega un papel clave en el proceso de aprendizaje, destacando la capacidad del estudiante para monitorear, controlar y ajustar su propio aprendizaje. En este sentido, los mentefactos pueden contribuir significativamente al aprendizaje autorregulado, ya que ofrecen a los estudiantes una herramienta visual para organizar y reflexionar sobre su conocimiento. Al utilizar mentefactos, los estudiantes pueden tomar un rol activo en su aprendizaje, no solo comprendiendo y recordando los conceptos, sino también metacognitivamente supervisando y evaluando su propio proceso de aprendizaje. Zimmerman subraya que los estudiantes autorregulados son capaces de tomar decisiones más efectivas

sobre cómo organizar y aplicar la información, lo que se ve reflejado en su desempeño cuando emplean herramientas como los mentefactos para estructurar sus ideas y facilitar la transferencia de aprendizaje a nuevos contextos.

Seufert (2003) también apoya esta perspectiva, señalando que las representaciones visuales como los mentefactos no solo organizan la información de manera efectiva, sino que también integran diferentes fuentes de conocimiento, permitiendo que los aprendices transfieran lo aprendido a diversos contextos educativos. Al ofrecer una estructura visual que los estudiantes pueden explorar, analizar y aplicar, los mentefactos contribuyen a que los aprendices se conviertan en participantes activos y autorregulados en su propio proceso de aprendizaje.

Teoría de la Carga Cognitiva.

La teoría de la carga cognitiva, propuesta por Sweller (1988), sugiere que la eficiencia en el aprendizaje depende de cómo se gestiona la carga mental durante el procesamiento de información. Según Sweller, un exceso de carga cognitiva puede afectar negativamente la memoria de trabajo y, por ende, el aprendizaje. En este contexto, Oh & Kim (2016) llevaron a cabo un estudio cuasi-experimental en el que se investigó el uso de mapas conceptuales generativos para reducir la carga cognitiva extrínseca en estudiantes universitarios. Utilizando un diseño de grupo experimental y un grupo de control, los resultados mostraron que los estudiantes que emplearon mapas conceptuales generativos, que organizan la información de manera clara y visual, mejoraron significativamente en la comprensión de conceptos complejos y en su rendimiento académico en comparación con aquellos que no los utilizaron. Este hallazgo resalta cómo esta herramienta visual facilita un procesamiento más eficiente del conocimiento, particularmente en contextos de educación superior, mejorando la comprensión de conceptos difíciles y promoviendo la transferencia de conocimientos.

La teoría de la carga cognitiva también se refuerza con investigaciones que exploran cómo

las herramientas visuales estructuradas pueden aliviar la carga mental. Schnotz & Bannert (2003) realizaron un estudio de diseño experimental en el que investigaron cómo los mapas conceptuales y otros diagramas jerárquicos ayudan a los estudiantes a organizar la información de manera más eficiente. Los resultados indicaron que estos mapas permiten a los estudiantes estructurar la información de manera clara, reduciendo la sobrecarga cognitiva y facilitando tanto la comprensión como el aprendizaje. Esta investigación sugiere que las representaciones visuales bien estructuradas no solo permiten una organización más eficiente de la información, sino que también promueven una mayor claridad en la adquisición del conocimiento.

Por otro lado, Paas et al. (2003) condujeron un análisis experimental que evaluó cómo las estrategias de diseño educativo basadas en la reducción de la carga cognitiva favorecen un aprendizaje más efectivo. Al comparar diferentes enfoques de enseñanza, sus resultados demostraron que aquellas estrategias que reducen la carga cognitiva permiten que los estudiantes procesen la información de manera más significativa y, por lo tanto, incrementan la efectividad del aprendizaje. Esta investigación pone de relieve la importancia de las estrategias didácticas que simplifican la estructura de la información, lo que a su vez facilita la asimilación de conceptos complejos.

En el ámbito de la educación en ciencias, Sweller et al. (2011) llevaron a cabo un estudio experimental centrado en cómo los mapas conceptuales no solo optimizan la organización visual de la información, sino que también ayudan a los estudiantes a retener conceptos abstractos. Sus resultados demostraron que el uso de mapas conceptuales en la enseñanza de ciencias mejora significativamente el desempeño de los estudiantes en tareas de resolución de problemas complejos, ya que estos diagramas permiten a los estudiantes establecer conexiones claras entre los conceptos, lo que facilita la comprensión y la retención de la información a largo plazo.

Teoría de la Metacognición

La metacognición se refiere a la capacidad de los estudiantes para ser conscientes de su propio proceso de aprendizaje y regularlo de manera efectiva, un componente esencial en la adquisición de conocimientos más profundos. Según Flavell (1979), la metacognición involucra dos componentes principales: la supervisión de los procesos cognitivos (cognición) y la capacidad de planificar, monitorear y evaluar los propios esfuerzos de aprendizaje. Esta capacidad se vuelve crucial cuando los estudiantes se enfrentan a problemas complejos, ya que les permite organizar y aplicar estrategias cognitivas de manera eficiente.

Los mentefactos, en particular los mapas conceptuales, actúan como herramientas metacognitivas efectivas, ya que proporcionan una estructura visual que ayuda a los estudiantes a organizar la información de manera coherente. Estos mapas no solo facilitan la comprensión de los contenidos, sino que también permiten a los estudiantes identificar sus propios procesos de pensamiento, promover la reflexión y mejorar la autorregulación. Así, los mentefactos favorecen el aprendizaje autorregulado al hacer explícito el conocimiento en su estructura jerárquica y visual, lo cual mejora la capacidad de los estudiantes para organizar, consolidar y transferir ese conocimiento a otros contextos.

Un estudio clave realizado por Azevedo y Cromley (2004) muestra cómo la formación en aprendizaje autorregulado facilita el uso de hipermedios, y aunque este estudio no está directamente relacionado con mentefactos, se puede extrapolar la idea de que las herramientas como los mapas conceptuales pueden desempeñar un papel similar. La investigación se centró en cómo los estudiantes, al ser entrenados en el aprendizaje autorregulado, mejoran su rendimiento al interactuar con contenidos de hipermedios, lo que sugiere que herramientas visuales que estructuran el conocimiento también pueden mejorar la autorregulación de los estudiantes. Los resultados revelaron que los estudiantes con una mayor capacidad de autorregulación eran más efectivos al utilizar

herramientas como los mapas conceptuales en plataformas de aprendizaje, ayudando a mejorar su comprensión y rendimiento académico.

Además, el trabajo de Schraw y Moshman (1995) sobre teorías metacognitivas refuerza la relación entre los mentefactos y la metacognición al destacar la importancia de la autorreflexión en el aprendizaje. Según estos autores, las estrategias metacognitivas, como el monitoreo del pensamiento y la evaluación de estrategias de resolución, son cruciales para el éxito académico. Los mentefactos, en este contexto, se presentan como herramientas que promueven precisamente estos procesos, ya que facilitan que los estudiantes sean conscientes de cómo están organizando y procesando la información.

Mentefactos en el Aprendizaje Generativo

La literatura revisada sugiere que los mentefactos pueden influir en el aprendizaje en diversos niveles educativos, favoreciendo la organización de la información, la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades cognitivas como la estructuración del conocimiento, la síntesis de información, el pensamiento crítico y la metacognición. Además, su uso podría facilitar la integración de conceptos previos y la expresión de ideas (Novak & Cañas, 2008; Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011).

En el ámbito de la educación primaria, Maraza-Vilcanqui y Zevallos-Solís (2022) realizaron un estudio cuasi-experimental para analizar el impacto de los mapas conceptuales en estudiantes de tercer grado. La investigación incluyó a 66 estudiantes, divididos en un grupo experimental, que utilizó mapas conceptuales, y un grupo de control, que recibió enseñanza tradicional. Los resultados indicaron que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron significativamente sus capacidades intelectuales y lograron un nivel de aprendizaje significativo superior al del grupo de control.

Asimismo, Gil Rendón et al. (2016) analizaron el uso de mapas conceptuales en

la educación básica a través de un estudio documental y entrevistas a docentes. Su investigación reveló que, aunque los mapas conceptuales tienen gran potencial pedagógico, su presencia en los libros de texto es limitada y su uso en el aula poco promovido. Sin embargo, los estudiantes que emplearon mapas conceptuales lograron una mejor organización del conocimiento y una mayor comprensión de los contenidos en comparación con quienes no los utilizaron.

En el nivel secundario, Tan et al. (2017) investigaron la efectividad de los mapas conceptuales como herramienta para mejorar la comprensión de conceptos científicos. A través de un diseño cuasi-experimental, compararon un grupo que utilizó mapas conceptuales con un grupo de control que recibió enseñanza tradicional. Los resultados mostraron que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron puntuaciones significativamente más altas en las pruebas de contenido, desarrollaron representaciones más complejas y precisas de los temas, y percibieron los mapas conceptuales como una herramienta útil para estructurar el aprendizaje.

En el contexto universitario, Mendoza Del Valle y Huarachi Chuquimia (2008) exploraron el impacto de los mentefactos en el desarrollo del pensamiento reflexivo y la organización del conocimiento. A través de un diseño pre-experimental, evaluaron el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con mentefactos. Los hallazgos mostraron que esta estrategia mejoró significativamente la capacidad de los estudiantes para estructurar información de manera jerárquica y establecer relaciones conceptuales de forma lógica y organizada.

Dentro del ámbito de las ciencias políticas, Araujo y Valenzuela (2021) realizaron una investigación con un enfoque de métodos mixtos para analizar el impacto de los mentefactos argumentativos en el pensamiento crítico y la construcción de argumentos sólidos. Compararon el desempeño de estudiantes universitarios en ensayos argumentativos y debates académicos,

encontrando que aquellos que utilizaron mentefactos lograron mayor coherencia y organización en sus discursos, fortaleciendo sus habilidades analíticas y evaluativas.

Además, en el contexto del aprendizaje basado en problemas (ABP), Zwaal & Otting (2012) analizaron el uso de mapas conceptuales en este enfoque educativo. Su estudio, realizado en dos fases con distintos grupos de estudiantes, mostró que, aunque los mapas conceptuales no influyeron directamente en la formulación de objetivos de aprendizaje, sí mejoraron la percepción de los estudiantes sobre la dinámica grupal y su capacidad de toma de decisiones en el proceso de aprendizaje.

Estos estudios coinciden en que los mentefactos son herramientas versátiles y efectivas que pueden adaptarse a diversos niveles educativos y asignaturas, desde la educación preescolar hasta la educación superior. Se ha evidenciado su impacto positivo en la organización del conocimiento, el pensamiento crítico, la argumentación y la comprensión lectora. Sin embargo, la literatura señala la necesidad de estudios longitudinales que analicen su impacto en el aprendizaje a lo largo del tiempo y en distintos contextos educativos.

Mentefactos en Entornos de Aprendizaje

Los mentefactos permiten una organización estructurada de la información y favorecen la relación entre conceptos nuevos y los ya existentes, lo que contribuye a un aprendizaje más significativo y duradero.

En el contexto educativo actual, la integración de mentefactos se alinea con tendencias educativas como el aprendizaje híbrido, la educación personalizada y el aprendizaje basado en competencias. Herramientas digitales emergentes permiten crear mapas conceptuales interactivos, simulaciones y entornos colaborativos en línea, potenciando la participación activa del estudiante y la transferencia de conocimiento a través de plataformas educativas innovadoras.

Su uso entornos digitales ha demostrado ser una buena manera de combinar los beneficios de las representaciones visuales con la interactividad que ofrecen las plataformas educativas. Oh y Reeves (2014) argumentan que los mapas conceptuales interactivos, cuando se integran en plataformas digitales, no solo mejoran la organización del conocimiento, sino que también promueven un aprendizaje más dinámico y colaborativo. Este enfoque es pertinente en contextos de aprendizaje a distancia, donde la capacidad de los estudiantes para colaborar en tiempo real y recibir retroalimentación inmediata es esencial.

Los mentefactos digitales permiten a los estudiantes construir mapas conceptuales de forma interactiva, mientras los docentes proporcionan retroalimentación o corrigen errores en el momento, lo que mejora la comprensión y el rendimiento académico (Cañas et al., 2014). Esta integración con tecnologías emergentes, como software de mapas conceptuales en la nube y aplicaciones educativas basadas en inteligencia artificial, facilita la personalización del aprendizaje y la retroalimentación inmediata. Además, permite la recopilación de datos sobre la interacción de los estudiantes, lo que ofrece a los docentes información para ajustar estrategias pedagógicas de manera dinámica, fortaleciendo la efectividad de los mentefactos en contextos contemporáneos.

Los estudios sobre el uso de mentefactos como herramientas educativas en diferentes contextos han resaltado su efectividad en la mejora del rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades metacognitivas. En el estudio de Azevedo y Cromley (2004), se investigó cómo la formación en aprendizaje autorregulado (SRL) impacta en el rendimiento de los estudiantes que aprenden mediante hipermedios. Utilizando un diseño experimental, los autores compararon dos grupos de estudiantes: uno que recibió formación en SRL y otro que no. Los resultados mostraron que el grupo entrenado en SRL tuvo un mejor manejo de sus procesos de aprendizaje, lo que se reflejó en un mayor rendimiento académico y una mayor comprensión de los contenidos. Este hallazgo resalta la relevancia de integrar

estrategias de autorregulación en entornos de aprendizaje tecnológico, como se observa también en el uso de mapas conceptuales en entornos científicos.

En este sentido, el estudio de Horton et al. (1993) demostró la efectividad de los mapas conceptuales en la educación científica, especialmente en disciplinas como la biología, la física y la química. Los investigadores implementaron mapas conceptuales como herramienta didáctica en un diseño experimental y observaron un rendimiento superior en los estudiantes que utilizaron estos diagramas visuales. Los resultados indicaron que los mapas conceptuales ayudaron a los estudiantes a organizar los conceptos, identificar relaciones causales y mejorar su capacidad de resolución de problemas, lo que muestra cómo las representaciones visuales pueden ser fundamentales para mejorar la comprensión de conceptos complejos. Este tipo de herramienta, como los mentefactos, también fue relevante en el estudio de Khine, Adefuye y Busari (2019), quienes se centraron en el impacto de los mapas conceptuales en el desarrollo de habilidades metacognitivas en estudiantes de medicina.

El estudio de Khine et al. (2019), realizado en el contexto de la educación médica, proporcionó evidencia sobre cómo los mapas conceptuales facilitan el desarrollo de habilidades metacognitivas como la planificación, el monitoreo y la regulación del aprendizaje. Mediante un diseño correlacional, los investigadores encontraron que el uso de estos mapas ayudó a los estudiantes a organizar y aplicar el conocimiento de manera más efectiva en situaciones prácticas. Los resultados fueron coherentes con los hallazgos de Azevedo y Cromley (2004) y Horton et al. (1993), ya que los mentefactos contribuyeron tanto al rendimiento académico como a la mejora de la metacognición en diferentes niveles educativos. Estos estudios, aunque se desarrollaron en contextos específicos como la educación superior y la enseñanza de ciencias, refuerzan la importancia de los mentefactos en la mejora de la comprensión y la capacidad de los estudiantes para autorregular su aprendizaje en diversos ámbitos educativos.

Los resultados revisados están organizados por niveles educativos y contextos, ofreciendo una visión comprensiva de los efectos de los mentefactos en la organización del conocimiento, la retención de información y el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas. Para mejorar la claridad y la interpretación de los resultados, se incorporó un análisis cuantitativo de tendencias considerando la frecuencia de efectos positivos reportados en distintos niveles educativos y contextos.

Estos hallazgos reflejan también cómo los mentefactos se integran con tendencias tecnológicas, como la gamificación, el aprendizaje adaptativo y los recursos digitales interactivos. Su utilización en entornos virtuales y plataformas de aprendizaje emergentes permite a los estudiantes construir conocimiento de manera más activa, colaborativa y conectada con competencias digitales esenciales para el siglo XXI.

Tabla 1
Nivel Educativo y Tipo de Mentefacto

Nivel Educativo	Primaria	Básica	Secundaria	Universidad	Universidad	Universidad	Nivel Educativo
Autor / Año	Maraza-Vilcanqui & Zevallos-Solis, 2022	Gil Rendón et al., 2016	Tan et al., 2017	Mendoza Del Valle & Huarachi Chuquimia, 2008	Araujo & Valenzuela, 2021	Zwaal & Otting, 2012	Tipo de Mentefacto
Tamaño / Contexto	Mapas conceptuales	Mapas conceptuales	Mapas conceptuales	Mentefactos generales	Mentefactos argumentativos	Mapas conceptuales	
Objetivo del Estudio	66 estudiantes, 3er grado	Docentes y estudiantes, estudio documental	Estudiantes de secundaria, cuasi-experimental	Estudiantes universitarios, pre-experimental	Estudiantes de ciencias políticas, métodos mixtos	ABP, diferentes grupos de estudiantes	
	Analizar el impacto de mapas conceptuales en aprendizaje significativo	Examinar uso de mapas conceptuales en educación básica	Mejorar comprensión de conceptos científicos	Desarrollar pensamiento reflexivo y organización del conocimiento	Mejorar pensamiento crítico y construcción de argumentos	Mejorar percepción grupal y toma de decisiones en ABP	

Tabla 2
Efectos en Habilidades Cognitivas y Metacognitivas

Autor / Año	Nivel Educativo	Habilidad / Efecto	Resultado / Observación
Maraza-Vilcanqui & Zevallos-Solis, 2022	Primaria	Organización de la información, aprendizaje significativo	Mejora significativa en grupo experimental
Gil Rendón et al., 2016	Básica	Organización del conocimiento, comprensión	Mejora en estudiantes que usaron mapas conceptuales
Tan et al., 2017	Secundaria	Comprensión de conceptos científicos	Mejor desempeño y representaciones más complejas
Mendoza Del Valle & Huarachi Chuquimia, 2008	Universidad	Pensamiento reflexivo, organización de conocimiento	Mejora significativa tras intervención con mentefactos
Araujo & Valenzuela, 2021	Universidad	Pensamiento crítico, argumentación	Mayor coherencia y organización en ensayos y debates
Khine et al., 2019	Universidad / Medicina	Metacognición (planificación, monitoreo)	Desarrollo de habilidades metacognitivas efectivas

Tabla 3
Tendencias de Resultados por Habilidad y Nivel Educativo

Habilidad / Efecto	Primaria	Secundaria	Universidad	Observaciones
Organización del conocimiento	2 estudios con mejora significativa	1 estudio con mejora significativa	2 estudios con mejora significativa	Consistente mejora en todos los niveles
Pensamiento crítico	0	1	2	Resultados positivos, más fuerte en universidad
Metacognición / autorregulación	0	0	2	Efectos observados solo en educación superior y profesional
Retención de información	1	1	2	Consistente, especialmente con mapas conceptuales y digitales
Transferencia de aprendizaje	0	1	1	Resultados menos consistentes, depende de implementación docente

Este análisis permitió identificar patrones generales, como la consistencia en la mejora de la organización del conocimiento y la metacognición, así como efectos menos consistentes en la transferencia del aprendizaje cuando la implementación docente fue limitada.

Asimismo, se realizó una síntesis estructurada de los hallazgos consistentes e inconsistentes, destacando que, aunque la mayoría de los estudios reporta beneficios significativos de los mentefactos, su efectividad depende de factores como la capacitación docente, la integración curricular y el uso adecuado de herramientas digitales. En conjunto, estos resultados evidencian que los mentefactos son herramientas versátiles y efectivas en distintos niveles educativos y contextos, aunque se recomienda continuar con estudios longitudinales y análisis más sistemáticos para fortalecer la evidencia sobre su impacto a largo plazo y en diferentes áreas del conocimiento

Discusión

El uso de mentefactos como herramienta educativa ha mostrado una amplia gama de beneficios en diversos contextos educativos, como lo evidencian los estudios de Novak y Cañas (2008), Sweller (1988) y otros autores clave en este campo. A través de la revisión de la literatura, se ha podido observar cómo estos dispositivos visuales mejoran la comprensión, la retención de información y el desarrollo de habilidades metacognitivas en los estudiantes. Los mentefactos, como los mapas conceptuales, son herramientas clave para organizar el conocimiento, promover el aprendizaje significativo y facilitar el pensamiento crítico, lo que se alinea con la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (1963). Sin embargo, a pesar de sus beneficios, algunos desafíos han emergido en relación con la falta de formación adecuada de los docentes y la integración sistemática de estas herramientas en los currículos educativos.

En la práctica, esto sugiere que los docentes pueden implementar mentefactos para estructurar lecciones complejas, facilitar el aprendizaje colaborativo y fomentar la participación activa de los estudiantes. Además, la planificación de actividades que integren mapas conceptuales o mentefactos argumentativos permite al profesorado identificar dificultades de comprensión de manera temprana, ajustando las

estrategias pedagógicas según las necesidades del alumnado.

Para enriquecer la solidez argumentativa, se incorporan perspectivas críticas y enfoques alternativos sobre el uso de los mentefactos como herramienta pedagógica. Esta inclusión permite contrastar sus beneficios con posibles limitaciones, ofreciendo un análisis más equilibrado y profundo que amplía la comprensión del tema.

Sin embargo, a pesar de los beneficios ampliamente documentados, algunos estudios muestran resultados inconsistentes, especialmente cuando los docentes carecen de formación específica o los estudiantes tienen habilidades tecnológicas limitadas. Esto evidencia la necesidad de políticas educativas que apoyen la capacitación docente continua y la integración sistemática de mentefactos, así como la consideración de factores individuales de los estudiantes, como estilo de aprendizaje y conocimiento previo, para garantizar la efectividad de estas herramientas.

Aun con estas limitaciones, el análisis de la literatura también ha destacado los impactos positivos de los mentefactos en el desarrollo de habilidades de autorregulación, lo cual es particularmente relevante en el contexto de la educación superior. De acuerdo con Zimmerman (2002), el uso de mentefactos puede fomentar un aprendizaje autorregulado al permitir que los estudiantes reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje, lo que a su vez mejora su desempeño académico. Este punto se complementa con los hallazgos de Azevedo y Cromley (2004), quienes demuestran que la formación en aprendizaje autorregulado facilita un mejor rendimiento cuando los estudiantes interactúan con herramientas como los mapas conceptuales. Además, la investigación de Khine et al. (2019) refuerza la idea de que los mentefactos no solo organizan la información, sino que también apoyan la metacognición, ayudando a los estudiantes a monitorear y ajustar su comprensión de manera más efectiva.

A partir de la literatura analizada, es posible identificar una convergencia teórica entre la Teoría del Aprendizaje Significativo, la Teoría de la Carga Cognitiva y los enfoques metacognitivos, lo que permite proponer un marco conceptual integrador para comprender el rol de los mentefactos en el aprendizaje generativo. Este marco sugiere que los mentefactos actúan como mediadores entre los procesos de organización del conocimiento (carga cognitiva), la activación de esquemas previos (aprendizaje significativo) y la autorregulación del aprendizaje (metacognición). Al articular estas perspectivas, se plantea que los mentefactos no solo facilitan la estructuración de información, sino que también potencian procesos de reflexión y transferencia, fortaleciendo así el aprendizaje profundo. Este enfoque integrador abre la posibilidad de desarrollar futuras investigaciones que contrasten empíricamente este modelo en distintos niveles educativos y contextos pedagógicos.

A pesar de los numerosos beneficios que ofrecen los mentefactos, existen limitaciones en su aplicación, especialmente en cuanto a la capacitación de los docentes y la variabilidad en los resultados según el perfil del estudiante. Como señalan Oh y Reeves (2014), el uso de mentefactos digitales puede mejorar el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales, pero también puede no ser igualmente efectivo para todos los estudiantes, particularmente para aquellos con habilidades tecnológicas mínimas. Esta variabilidad en los resultados indica que los mentefactos pueden no ser igualmente beneficiosos para todos los estudiantes, ya que factores como el conocimiento previo y el estilo de aprendizaje influyen en su efectividad. Asimismo, los mentefactos requieren una integración cuidadosa con otras estrategias pedagógicas para maximizar su impacto, especialmente en disciplinas que demandan habilidades de resolución de problemas complejos, como las ciencias exactas.

Finalmente, se observa que la implementación de mentefactos en los entornos educativos sigue siendo un reto debido a la falta de formación docente adecuada y la necesidad de adaptar su uso a los diferentes estilos de

aprendizaje de los estudiantes. Para que los mentefactos sean más efectivos, es necesario que los docentes reciban formación continua en su uso y que se desarrollen políticas educativas que apoyen su integración en los planes de estudio. Además, futuras investigaciones deberían centrarse en el uso de mentefactos en entornos híbridos y digitales, explorando cómo estas herramientas pueden aprovecharse al máximo en las condiciones educativas contemporáneas, donde la tecnología juega un papel cada vez más crucial en la mediación del aprendizaje.

En términos de innovación educativa, la integración de mentefactos con entornos digitales y plataformas interactivas ofrece oportunidades para personalizar el aprendizaje, facilitar retroalimentación inmediata y promover la colaboración entre estudiantes. Además, los hallazgos sugieren que los mentefactos pueden ser incorporados en metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje híbrido, potenciando la transferencia de conocimiento y el desarrollo de competencias del siglo XXI.

Conclusiones

Este estudio ha descrito como los mentefactos son herramientas pedagógicas que favorecen el aprendizaje en distintos contextos educativos. Al permitir la organización visual y estructurada del conocimiento, los mentefactos facilitan la integración y transferencia de información, lo que coincide con las teorías del aprendizaje significativo, la carga cognitiva y la metacognición. Los resultados indican que los mentefactos no solo mejoran la comprensión de conceptos complejos y la retención de información, sino que también pueden fomentar el pensamiento crítico, promoviendo un aprendizaje más profundo en los niveles educativos tanto básicos como superiores.

En la educación primaria y secundaria, los mentefactos se han demostrado efectivos en la organización jerárquica de la información, lo que contribuye al desarrollo del razonamiento lógico, la creatividad y la comprensión lectora. En la educación superior, su uso ha sido

particularmente ventajoso para el análisis de conceptos complejos, el desarrollo del razonamiento argumentativo y la integración de conocimientos en disciplinas avanzadas. Además, la integración de mentefactos digitales en plataformas virtuales ha ampliado su alcance, fomentando un aprendizaje colaborativo y promoviendo una participación más activa de los estudiantes en entornos educativos modernos.

Un hallazgo clave de esta revisión es la influencia positiva de los mentefactos en la reducción de la carga cognitiva, especialmente en áreas que requieren un alto nivel de abstracción, como las ciencias y las matemáticas. Al proporcionar una representación visual clara, los mentefactos permiten a los estudiantes procesar la información de manera más eficiente, disminuyendo el esfuerzo mental necesario para comprender conceptos complejos. Asimismo, los mentefactos no solo facilitan la comprensión, sino que también pueden favorecer la metacognición y la autorregulación del aprendizaje, ayudando a los estudiantes a reflexionar sobre su progreso y ajustar sus estrategias para mejorar su rendimiento.

Aunque los mentefactos ofrecen beneficios, también presentan ciertos desafíos. Uno de los principales obstáculos es la falta de formación adecuada de los docentes, lo que limita su aplicación efectiva en las aulas. Además, la variabilidad metodológica en los estudios revisados complica la comparación de resultados y la evaluación de los efectos a largo plazo. También se identifican vacíos relacionados con su uso en estudiantes con necesidades educativas especiales, lo que abre nuevas líneas de investigación para evaluar su efectividad en diferentes contextos y con enfoques pedagógicos más inclusivos.

En consecuencia, se recomienda fortalecer las prácticas educativas y la formación docente mediante la incorporación sistemática de mentefactos, apoyándose en la evidencia revisada, incluyendo su integración en entornos digitales y colaborativos, con el fin de potenciar la comprensión, el pensamiento crítico y la metacognición de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Araujo Ferrer, F. R., & Valenzuela, L. (2021). El mentefacto argumental como estrategia didáctica para la enseñanza del pensamiento crítico en los estudiantes de ciencias políticas. *Frónesis*, 27(1), 44-74. Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/fronesis/article/view/35704>
- Atkinson, RC y Shiffrin, RM (1968). Memoria humana: un sistema propuesto y sus procesos de control. En *Psychology of Learning and Motivation* (pp. 89-195). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60422-3)
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton. ISBN: 978-0808900252.
- Azevedo, R., & Cromley, J. G. (2004). Does Training on Self-Regulated Learning Facilitate Students' Learning With Hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523-535. DOI: 10.1037/0022-0663.96.3.523
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Beirute, A., Morales, C., & Pacheco, G. (2006). El uso de mapas conceptuales en educación básica. *Revista de Psicopedagogía*, 18(1), 45-52.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Academy Press. DOI: 10.17226/9853
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2013). *Concept mapping: Connecting knowledge*. Springer.
- De Zubiría, M. (2006). *Pedagogía conceptual: Una educación centrada en el desarrollo del pensamiento*. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). *Learning as a generative activity: Eight learning strategies that promote understanding*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107707085>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. DOI: 10.1037/0003-066X.34.10.906
- Gil Rendón, M. E., Gallardo Córdova, K. E., & Zambrano Izquierdo, D. de J. (2016). Mapas conceptuales: Un estudio sobre sus usos y desusos en educación básica. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 8(1), 159-175. <https://doi.org/10.15366/riee2015.8.1.009>
- Horton, P. B., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J., & Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, 77(1), 95-111. DOI: 10.1002/sce.3730770107
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. DOI: 10.1207/s15326985ep4102_1
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511811678
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326. DOI: 10.1007/s10648-007-9047-2
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781139173469
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>
- Oh, E., & Reeves, T. C. (2014). Generational Differences and the Integration of Tech-

- nology in Learning. *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 45–55. DOI: 10.1111/bjet.12076
- Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413–448. <https://doi.org/10.3102/00346543076003413>
- Olivo-Franco, J. L. (2021). Mapas conceptuales: su uso para verificar el aprendizaje significativo en estudiantes de primaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(1), 1–31. <https://doi.org/10.15517/aie.v21i1.42380>
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4. DOI: 10.1207/S15326985EP3801_1
- Pintrich, P. R. (2002). The Role of Metacognitive Knowledge in Learning, Teaching, and Assessing. *Theory Into Practice*, 41(4), 219–225. DOI: 10.1207/s15430421tip4104_3
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156. DOI: 10.1016/S0959-4752(02)00017-8
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351–371. DOI: 10.1007/BF02212307
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 227–237. DOI: 10.1016/S0959-4752(02)00022-1.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. DOI: 10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer. DOI: 10.1007/978-1-4419-8126-4
- Tan, S., Erdimez, O., & Zimmerman, R. (2017). Concept Mapping as a Tool to Develop and Measure Students' Understanding in Science. *Acta Didactica Napocensia*, 10(2), 109–118. <https://doi.org/10.24193/adn.10.2.8>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Zwaal, W., & Otting, H. (2012). The impact of concept mapping on the process of problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(1), 104–124. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1314>