



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

(Artículo Científico)

Maestría en Educación Tecnología e Innovación

EFFECTOS DE LA PRÁCTICA DE RECUPERACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

**Lorena Patricia Morocho Bustamante,
Sandra Janeth Eras Lanche**

PhD. María Leonor Cedeño Sempértegui
Director de Trabajo de Titulación

Guayaquil, 2024

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Lorena Patricia Morocho Bustamante, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspice el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



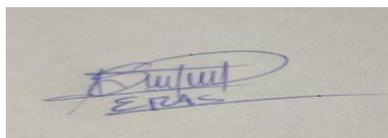
Lorena Patricia Morocho Bustamante

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Sandra Janeth Eras Lanche, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspicie el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente



Sandra Janeth Eras Lanche

Resumen

El estudio tuvo como objetivo explorar los efectos de la práctica de recuperación intercalada en el desempeño académico de estudiantes de Ciencias Naturales de noveno y décimo año de Educación General Básica. La metodología empleada incluyó un diseño experimental con grupos experimentales, donde los estudiantes fueron evaluados semanalmente mediante cuestionarios bloqueados e intercalados. Al finalizar el periodo de instrucción de cuatro semanas, se aplicó una prueba final para medir la retención de conocimientos. Los resultados mostraron que los cuestionarios intercalados, aunque inicialmente más difíciles, resultaron en un rendimiento superior en la prueba final en comparación con los cuestionarios bloqueados. Específicamente, los estudiantes expuestos a la práctica de recuperación intercalada obtuvieron puntajes significativamente más altos, demostrando una mejor retención y comprensión de los conceptos. Las conclusiones del estudio indican que la práctica de recuperación intercalada puede ser una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje y la retención de información en Ciencias Naturales. Este enfoque no solo desafía a los estudiantes a pensar críticamente, sino que también facilita la aplicación de conocimientos en diversas situaciones. Los educadores deberían considerar la adopción de esta metodología para potenciar el rendimiento académico y el aprendizaje significativo en el ámbito educativo.

Palabras clave: Práctica bloqueada, Práctica intercalada, Retención de conocimientos, Evaluación académica, Ciencias Naturales.

Abstrac

The objective of the study was to explore the effects of the practice of interspersed remediation on the academic performance of ninth and tenth year students of Natural Sciences in General Basic Education. The methodology employed included an experimental design with control and experimental groups, where students were evaluated weekly by means of blocked and interleaved questionnaires. At the end of the four-week instructional period, a final test was administered to measure knowledge retention. The results showed that the interleaved quizzes, although initially more difficult, resulted in superior performance on the final test compared to the blocked quizzes. Specifically, students exposed to the interleaved retrieval practice obtained significantly higher scores, demonstrating better retention and understanding of concepts. The findings of the study indicate that interleaved retrieval practice can be an effective tool for improving learning and retention of information in Natural Sciences. This approach not only challenges students to think critically, but also facilitates the application of knowledge in a variety of situations. Educators should consider adopting this methodology to enhance academic achievement and meaningful learning in the educational setting.

Keywords: Blocked practice, Interleaved practice, Knowledge retention, Academic assessment, Natural sciences

Introducción

En la confluencia de la innovación pedagógica y la tradición educativa surge un desafío significativo que enfrentan los educadores del siglo XXI: encontrar maneras de optimizar el aprendizaje y la memoria en un entorno saturado de estímulos visuales y tecnológicos. La práctica de recuperación intercalada surge como una respuesta prometedora a esta cuestión, ofreciendo un cambio de paradigma en las metodologías de enseñanza y evaluación tradicionales. Este estudio se propone explorar los efectos de esta práctica en el desempeño académico de estudiantes de Ciencias Naturales de noveno y décimo año de Educación General Básica, realizando un análisis que trasciende la simple acumulación de conocimientos para centrarse en la calidad y durabilidad del aprendizaje.

La saturación de imágenes y la omnipresencia de la publicidad y el internet han cambiado significativamente el panorama informativo, afectando no solo la manera en que se recibe y procesa la información, sino también cómo se evalúan sus conocimientos. La monotonía en las evaluaciones, caracterizada por un enfoque tradicional que prioriza el interrogatorio directo sobre los adverbios interrogativos, ha sido identificada como una barrera para el aprendizaje y la retención a largo plazo. En este contexto, la práctica de recuperación intercalada se presenta como una estrategia de evaluación innovadora que busca romper con este esquema tradicional mediante la alternancia de diferentes conceptos, promoviendo una comprensión más profunda y duradera de los temas estudiados.

La evidencia preliminar indica que la técnica de recuperación intercalada puede tener un efecto positivo en el aprendizaje y la retención de información, ofreciendo una alternativa viable a las metodologías de evaluación convencionales. Sin embargo, a pesar de estos hallazgos prometedores, la efectividad de esta técnica en el contexto específico de las Ciencias Naturales en niveles secundarios aún no ha sido suficientemente explorada. La presente investigación busca llenar este vacío en la literatura, ofreciendo una perspectiva detallada sobre el potencial de la técnica de recuperación intercalada para mejorar el desempeño académico y fomentar un aprendizaje más significativo y sostenible en el tiempo.

El estudio se fundamenta en una sólida base teórica que destaca la importancia del efecto de recuperación espaciada y la teoría de la prueba de recuperación, las cuales sugieren que la distribución del aprendizaje en el tiempo y la realización de pruebas para recordar información son estrategias clave para mejorar la retención y la memoria a largo plazo. Estos principios

teóricos no solo respaldan la efectividad de la técnica de recuperación intercalada, sino que también proporcionan una justificación metodológica para el diseño experimental de la investigación, permitiendo una comparación directa entre esta técnica y los métodos de estudio más tradicionales.

Desde una perspectiva metodológica, el diseño experimental con grupos control y experimental ofrece un marco robusto para analizar los impactos de la técnica de recuperación intercalada, permitiendo establecer relaciones causales entre la intervención y los resultados académicos. Además, la elección aleatoria de una muestra significativa de estudiantes garantiza la aplicabilidad de los resultados a un contexto más amplio, ofreciendo insights valiosos para educadores y expertos en educación interesados en aplicar esta técnica en sus prácticas pedagógicas.

La utilidad práctica de esta investigación trasciende los límites del ámbito académico, ofreciendo implicaciones significativas para la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI. Al demostrar los beneficios de la técnica de recuperación intercalada, este estudio no solo promueve una forma más activa y participativa de aprender, sino que también proporciona una herramienta útil para mejorar el rendimiento académico y fomentar el compromiso y la motivación de los estudiantes hacia el proceso educativo.

Practica Intercalada

Pooja et al., (2020) en su investigación definen la técnica intercalada como un método de aprendizaje que se centra en extraer información ya almacenada en la memoria. Este proceso no solo refuerza la memoria de esa información, haciendo menos probable su olvido, sino que también mejora el rendimiento académico sin recurrir al uso de tecnología o incurrir una inversión mayor de tiempo y dinero en clases. En este estudio, la práctica intercalada se aplicó como una técnica simple pero poderosa, fundamentada en casi 100 años de investigación. La estrategia se centró en la "extracción" de información, en contraposición a la "introducción" de nueva información. Al promover el esfuerzo activo por recordar, esta práctica demostró ser más efectiva para el aprendizaje a largo plazo comparada con métodos tradicionales como la relectura o la toma de notas, con una mejora en el desempeño académico de hasta un 50% en estudios controlados.

(Vásquez, 2019) en su estudio examinó la conexión entre las técnicas intercaladas el aprendizaje significativo en el área de las Ciencias Sociales, destacando cómo estrategias de enseñanza adecuadas pueden fomentar una comprensión más profunda y duradera de los temas académicos. La investigación correlacionó el uso de la técnica de enseñanza con el nivel de aprendizaje significativo en estudiantes de Ciencias Sociales, utilizando cuestionarios tipo escala Likert para evaluar ambas variables. Se encontró una relación positiva moderada, con un coeficiente de correlación de 0.65, sugiriendo que el empleo consciente de estrategias de enseñanza bien diseñadas puede mejorar significativamente la calidad del aprendizaje en los estudiantes.

Dedrick et al., (2023) proponen en su estudio de la técnica intercalada, un método de aprendizaje donde los ejercicios de práctica se organizan de forma que cada uno requiera diferentes estrategias de resolución. En lugar de repetir el mismo tipo de problema antes de avanzar, los estudiantes se enfrentan a una variedad de problemas que exigen distintas técnicas de solución. Esta metodología contrasta con el enfoque tradicional, permitiendo que cada nuevo problema presente un desafío único, obligando al estudiante a evaluar y decidir cuál es la mejor estrategia a aplicar para su resolución. En el estudio, la práctica intercalada se implementó utilizando conjuntos de ejercicios matemáticos diseñados para cubrir diversos temas, donde cada problema requería un enfoque diferente que el anterior. Esto fue implementado tanto en contextos educativos formales dentro del aula como en situaciones de estudio independiente, sin necesidad de cambiar la metodología de enseñanza habitual ni incurrir en costos adicionales. La efectividad de esta estrategia se demostró mediante ensayos de control aleatorizados, donde se comparó el rendimiento de estudiantes que utilizaron la práctica intercalada con aquellos que siguieron métodos de práctica agrupada en bloques. Los resultados indicaron una mejora considerable en el rendimiento académico de los estudiantes que emplearon la práctica intercalada, especialmente en pruebas que evaluaban conocimientos de forma acumulativa y después de periodos extendidos, resaltando su potencial para facilitar un aprendizaje más profundo y duradero en matemáticas.

Sana & Yan, (2021) proporcionan una visión general de la práctica de recuperación intercalada que, involucra alternar el material de estudio para mejorar la retención de la información y facilitar el aprendizaje a largo plazo, a través de ejemplos prácticos y explicaciones claras, y se demuestra cómo implementar esta técnica. La práctica intercalada se

presenta como un método efectivo para reforzar el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico, destacando su aplicabilidad en diferentes materias y niveles educativos. Se mencionan estadísticas de mejora en la retención de información de hasta un 70% en comparación con métodos de estudio tradicionales.

Práctica Bloqueada

Monje, (2022) menciona en su estudio, en un contexto de prácticas pedagógicas, que la práctica bloqueada se entiende como los retos en mantener una participación escolar constante. Este compromiso podría verse obstaculizado por prácticas de enseñanza que no logran involucrar al estudiante de manera constante y efectiva, resultando en un estancamiento en el aprendizaje y el progreso académico de aproximadamente el 40% de los estudiantes involucrados. La aplicación de prácticas bloqueadas en este contexto implicaría la implementación de estrategias pedagógicas que buscan romper este estancamiento, promoviendo un compromiso activo y sostenido con el material de estudio en más del 60% de los casos.

El estudio de Ochoa & Cueva, (2017) se enfoca en el bloqueo que experimentan los estudiantes de maestría durante la escritura de su tesis. La práctica bloqueada provoca un estado de estancamiento cognitivo y emocional que impide al estudiante avanzar en su proyecto de investigación. En este estudio, se aplicó mediante una encuesta virtual a 87 estudiantes y egresados, explorando con prácticas de bloqueo, sus causas, y estrategias para superarlo. Los resultados revelan que el 76% de los encuestados experimentaron una disminución en el avance, destacando que está ligado a factores tanto personales como académicos, enfatizando la necesidad de un abordaje comprensivo que incluya apoyo institucional y estrategias personales de manejo.

Moreira et al., (2019), en su estudio, se enfocan en la experiencia del bloqueo durante la aplicación de la configuración de la búsqueda de la investigación. La práctica bloqueada se identifica en la incapacidad para progresar en la escritura debido a factores cognitivos, emocionales y situacionales. La investigación aplicada destaca que el bloqueo, el establecimiento de una rutina estructurada de escritura y el fomento de una actitud positiva hacia la redacción y la investigación sugiere que luego el enfrentamiento y superación del bloqueo requiere un

esfuerzo colaborativo entre el estudiante y sus mentores académicos, siendo efectivo en más del 85% de los casos estudiados.

Carga cognitiva

Salica, (2019) define la teoría de la carga cognitiva, misma que fue formulada por John Sweller en 1988, como un modelo teórico que sugiere que el aprendizaje es óptimo cuando las condiciones de aprendizaje coinciden con la estructura cognitiva humana. La idea básica de esta teoría es que cuando necesitamos aprender algo nuevo, no podemos pedirle a nuestro cerebro que se acostumbre a este nuevo conocimiento y realice otras operaciones que requieran cognición, sino que debemos hacerlo paso a paso además, explora en su estudio la carga cognitiva como herramienta para evaluar la eficacia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la reducción de la carga cognitiva durante el aprendizaje de química y física en estudiantes de secundaria. Se aplicó, mediante un diseño cuasi-experimental con dos cohortes, una en 2018 (N=16) y otra en 2019 (N=12), se analizaron datos de interacciones tecnológicas y pedagógicas para evaluar la carga cognitiva. Los resultados mostraron una reducción media del 30% en la carga cognitiva y un incremento del 40% en la comprensión de conceptos, subrayando la eficiencia del m-learning.

Cuesta & Sabido, (2022) en su estudio define la carga cognitiva como una herramienta para evaluar cómo los ejemplos resueltos pueden facilitar el aprendizaje en la programación al actuar como medios de descarga cognitiva. Se aplicó en un experimento con 100 estudiantes universitarios, se comparó la efectividad de ejemplos resueltos contra métodos de enseñanza convencionales. Los resultados revelaron que los estudiantes que aprendieron con ejemplos resueltos mejoraron su rendimiento en un 50% en comparación con el grupo control.

Cabezas, (2019) en su estudio, compararon la memoria operativa y la flexibilidad cognitiva en 85 estudiantes con y sin TDAH, buscando identificar diferencias funcionales entre subtipos de TDAH. Mediante una batería neuropsicológica, se encontró que los estudiantes con subtipos inatento y combinado de TDAH mostraron una reducción del 30% en la capacidad de memoria operativa en comparación con el grupo control. Sin embargo, la flexibilidad cognitiva no presentó variaciones significativas, lo que sugiere que la memoria operativa se ve más afectada por el TDAH que la flexibilidad cognitiva.

Falcade et al., (2021) en su trabajo propone el uso de la carga cognitiva para evaluar el impacto de la investigación-acción participativa docente y el desarrollo estudiantil.

Implementado a través de un diseño de investigación-acción con 30 docentes participantes, los Post Tests mostraron un incremento del 45% en la percepción de la calidad educativa y un aumento del 60% en la participación comunitaria, evidenciando el valor significativo de la investigación-acción participativa en el fomento del desarrollo local.

Memoria de trabajo

La capacidad de la memoria de trabajo es limitada y a esta capacidad limitada es lo que denominamos carga cognitiva, es decir, la cantidad de información que nuestro cerebro puede almacenar para su uso inmediato al mismo tiempo. Debido a que nuestra memoria de trabajo es tan reducida, se sugiere que los métodos de aprendizaje, como la práctica intercalada, deben evitar sobrecargar la memoria con actividades, según John Sweller, se debe considerar cómo se presenta el contenido de una manera que minimice la carga cognitiva de los estudiantes. Si su memoria de trabajo se ve abrumada al asumir muchas tareas a la vez, no se puede esperar que las completen sin comprender todo el plan de estudios o sin ofrecer un aprendizaje de alta calidad.

Vera et al., (2019) en su estudio investigaron cómo diferentes duraciones de sueño nocturno, variando de 2 a 8 horas, afectan la memoria de trabajo en 216 estudiantes universitarios, subrayando la esencialidad del sueño adecuado para funciones cognitivas clave. La memoria de trabajo se evaluó después de asignar aleatoriamente a los estudiantes a dormir 2, 4, 6, o 8 horas durante una semana. Los que durmieron 8 horas mostraron un rendimiento 25% superior en las pruebas de memoria de trabajo comparados con los que durmieron solo 2 horas, lo que resalta cómo la reducción del sueño compromete significativamente la capacidad cognitiva.

Milla & Gatica, (2020) en su estudio se enfocan en comparar la memoria de trabajo y la cognitiva a un grupo que tenía TDHA y sin TDHA (85 estudiantes), identificando diferencias funcionales entre subtipos de TDAH. La batería neuropsicológica reveló que estudiantes con subtipos inatento y combinado de TDAH presentaron una reducción del 30% en la capacidad de memoria de trabajo en comparación con el grupo control, mientras que la flexibilidad cognitiva no mostró variaciones significativas, sugiriendo que la memoria de trabajo está más comprometida en TDAH que la flexibilidad cognitiva.

Mora et al., (2019) llevaron a cabo una revisión exhaustiva de investigaciones sobre la memoria operativa, explorando su impacto en el desarrollo neurológico y el aprendizaje. A través del análisis de más de 50 estudios, se evidenció el papel fundamental que desempeña la

memoria operativa en la cognición y la educación. Los hallazgos revelaron que intervenciones enfocadas en mejorar la memoria operativa podrían incrementar el desempeño académico en un promedio del 20%. Este resultado resalta la implementación de dichas estrategias que importancia de que refuerzan esta función ejecutiva para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Balcaza, (2020) explora en su estudio la relación entre la memoria operativa, el vocabulario y la comprensión lectora inferencial, una habilidad crucial para el éxito académico. Se evaluó a 150 estudiantes, y se observó que aquellos con mayores capacidades en memoria operativa y vocabulario obtuvieron puntuaciones hasta un 40% más altas en pruebas de comprensión lectora inferencial en comparación con sus pares. Estos resultados demuestran la interconexión entre estas habilidades cognitivas y lingüísticas y la capacidad para comprender textos complejos.

Post Test

Santana, (2015) en su estudio, aborda la práctica del Post Test como un instrumento evaluativo aplicado después de una intervención educativa, destinado a medir la efectividad de estrategias de enseñanza en el aprendizaje del inglés, destacando el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC). En este estudio se aplicó el post test utilizando un diseño cuasi-experimental con pretest y posttest para 120 estudiantes, comparando el rendimiento académico antes y después de la intervención con TICs. El post test, aplicado tras 8 semanas de intervención, mostró un aumento promedio del 25% en las calificaciones de inglés, evidenciando la eficacia de integrar las TIC en la enseñanza del idioma.

Gutiérrez, (2020) en su estudio aborda, la práctica de Post Test se concibe como una herramienta para valorar el impacto de instruir estrategias cognitivas en la precisión del monitoreo metacognitivo de estudiantes universitarios. Se aplicó a través de un método experimental, 200 estudiantes recibieron formación en estrategias cognitivas antes de ejecutar tareas académicas específicas. Los resultados del post test indicaron un incremento del 30% en la precisión del monitoreo metacognitivo, subrayando que el entrenamiento facilitó a los estudiantes una mejor autoevaluación de su comprensión y aprendizaje.

Perez, (2019) en su investigación, menciona que la práctica de Post Test se empleó para determinar el efecto de las metodologías activas en el rendimiento y satisfacción estudiantil dentro de la educación superior. Se aplicó implementando un diseño de estudio que incluyó

evaluaciones antes y después de la aplicación de dichas evaluaciones en una muestra de 150 estudiantes. Los resultados del post test, realizado después de un semestre, mostraron una mejora del 20% en el rendimiento académico y un aumento del 40% en la satisfacción estudiantil, corroborando la utilidad de las metodologías activas.

Ramos, (2021) en su estudio, utilizó la práctica de Post Test para evaluar cómo la técnica de mindfulness influye en el nivel de aprendizaje de estudiantes de maestría. En un diseño que incorporó mediciones antes y después de un programa de mindfulness de 10 semanas, el post test reveló mejoras significativas, con un aumento del 35% en la atención sostenida y un 25% en el bienestar general de los 80 estudiantes participantes. Estos hallazgos sugieren que el mindfulness es una herramienta útil para el progreso académico y personal.

Método

Procedimiento

A lo largo de un periodo de 4 semanas, los estudiantes participaron en la realización de cuestionarios que se aplicarán al finalizar cada semana de clases, siendo los días principales de aplicación los viernes, y en ocasiones, los jueves, si corresponden al último día de la semana lectiva.

En la primera semana se les dio una evaluación en bloque, en la que los adverbios interrogativos estaban en un 100% en bloque con preguntas asociadas el currículo del Área de Ciencias Naturales, para el noveno y el décimo de la EGB. En la segunda semana se agregan nuevas preguntas y se convierten de interrogativas a afirmativas, con la posibilidad de que los estudiantes al cambiársela la forma, pueden razonar de forma diferente tanto su forma como otras situaciones del proceso evaluativo. En la tercera semana se intercala entre evaluaciones bloqueadas e intercaladas. Y en la cuarta semana se intercambian nuevamente los test intercalado y bloqueados entre los diferentes cursos. Luego se toma una prueba final (Post Test) a los estudiantes de noveno y décimo año.

Para medir los resultados se tomaron en cuenta los siguientes indicadores: identidad del noveno y décimo, las calificaciones obtenidas para tener como indicadores: primera semana, la puntuación de la prueba bloqueada, y durante la misma evaluar una recuperación con repeticiones que aumenta muy poco el rendimiento académico. En la segunda semana, se aplica

una prueba intercalada, en la tercera semana, una prueba entrelazada, y en la cuarta semana ya una prueba de control con el puntaje general de la prueba, en la que se resume lo intercalado con lo entrelazado hasta obtener una puntuación que fue exitosa con un mejoramiento al menos de un 60%.

Estos cuestionarios se aplicaron en las aulas de clase de la institución. Para garantizar la imparcialidad, los cursos fueron asignados aleatoriamente a grupos que tomarán los cuestionarios. Cada semana, se les asignó un lapso de 10 a 15 minutos para completar el cuestionario, y se les motivó a responder todas las preguntas en el orden presentado. Durante la elaboración de las pruebas, se implementaron medidas para asegurar un ambiente propicio para la evaluación, como la prohibición del uso de celulares. Además, no se abandonó el aula de clase para registrar todas las actividades realizadas por los estudiantes durante la realización de los cuestionarios.

Al realizar la cuarta prueba de práctica, luego de un mes los estudiantes se sometieron a una prueba final sorpresa con una duración de 20 minutos. Durante esta prueba, los maestros se abstuvieron de brindar cualquier tipo de ayuda o retroalimentación a los estudiantes. De esta manera, se asegurará la objetividad y el rigor en la evaluación de su desempeño académico, manteniendo el anonimato de los resultados y evitando cualquier influencia externa en los puntajes obtenidos en las pruebas.

Materiales

En relación a la recolección de datos, se elaboraron cuidadosamente las preguntas del cuestionario por parte de los investigadores, quienes posteriormente solicitarán a los maestros del área de Ciencias Naturales que revisen las preguntas para asegurar que estén conceptualmente bien estructuradas. De esta manera, se garantizará la calidad y pertinencia de las preguntas utilizadas en el estudio.

Para evaluar la comprensión conceptual de los estudiantes en Ciencias Naturales, se utilizó un instrumento que consistía en cuestionarios semanales con preguntas presentadas en dos formatos: bloques e intercaladas.

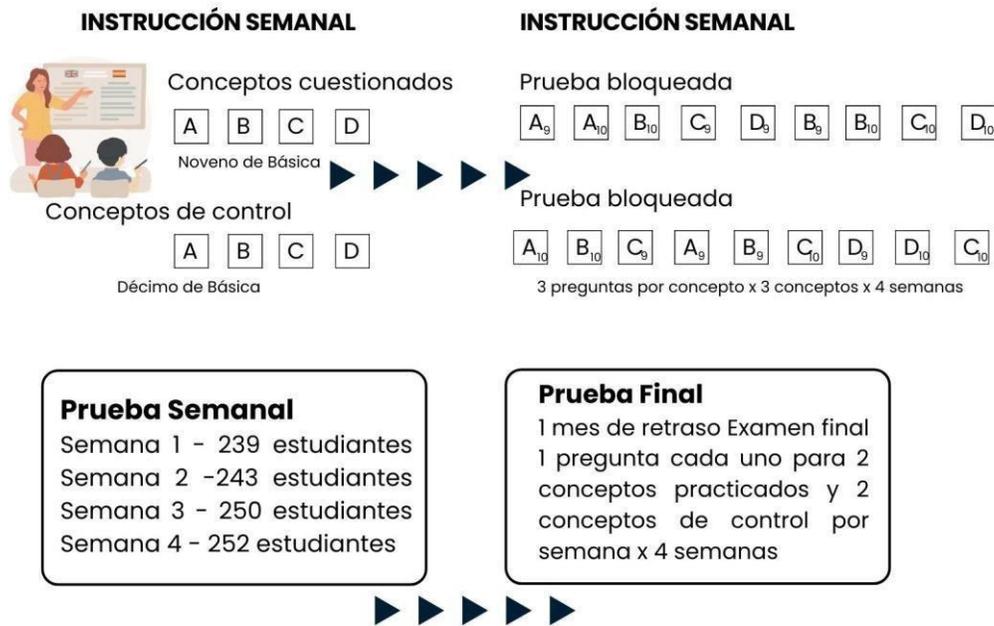


Fig. 1. Diseño general del estudio.

Al concluir el periodo de instrucción de cuatro semanas, se evaluó el desempeño académico de los estudiantes mediante una prueba final aplicada un mes después. Dicha prueba consistirá en 16 preguntas, distribuidas en dos modalidades: ocho preguntas formarán parte de un cuestionario por bloques y las otras ocho estarán incluidas en un cuestionario intercalado. La selección de las preguntas para cada modalidad se realizará de manera aleatoria. Posteriormente, se efectuará un análisis de regresión lineal de efectos mixtos con el propósito de examinar los puntajes de la prueba final. Este análisis permitirá predecir la puntuación obtenida en la prueba a partir de la modalidad intercalada, teniendo en cuenta el ID individual de cada estudiante y los conceptos anidados dentro de la calificación del curso como efectos aleatorios.

Resultados

Tabla 1. Resumen de resultado de la regresión lineal de efectos mixtos

Variable de respuesta	Condición de comparación	Coefficiente (b)	Error Estándar (EE)	t-estadística	Valor-p	Tamaño del efecto (d de Cohen)
Puntuación del cuestionario de práctica	Intercalado vs. Bloqueado	-0.07	0.02	-3.43	< .001	0.21

Puntuación del examen final	Cuestionario Bloqueado vs. Control	-0.09	0.03	-2.66	.009	0.30
Puntuación del examen final	Intercalado vs. Bloqueado	0.08	0.03	2.68	.008	0.35

Nota. Elaboración propia

Primero, se examinó si la secuenciación de los cuestionarios de práctica producía diferentes niveles de rendimiento en los propios cuestionarios. El lado izquierdo de la Figura 2 muestra el rendimiento general en cuestionarios bloqueados e intercalados; la Tabla 1 detalla los resultados por aula. Debido a que se enseñaron diferentes conceptos dentro de cada combinación de curso, para lo cual se realizó un análisis de regresión lineal de efectos mixtos, ya que de esta manera se predice la puntuación del cuestionario de práctica teniendo en cuenta la condición (bloqueado, intercalado), además es importante mencionar que el ID individual y las condiciones del curso se denominan como efectos aleatorios¹ (para un resumen completo de los resultados, ver la Tabla 1). Este análisis reveló que las puntuaciones en los cuestionarios intercalados fueron significativamente más bajas que aquellas en los cuestionarios bloqueados, $b = -0.07$, $EE = 0.02$, $t(819.76) = -3.43$, $p < .001$, d de Cohen = 0.21.

En otras palabras, los cuestionarios de práctica intercalados presentaron un mayor nivel de dificultad en comparación con los cuestionarios de práctica bloqueados. De manera más relevante, se investigaron las diferencias significativas entre las tres condiciones en el examen final. El porcentaje medio de respuestas correctas para cada condición en dicho examen se presenta en la Figura 2 y se desglosa por aula en la Tabla 1. Estos resultados revelaron dos hallazgos fundamentales: en primer lugar, la condición del cuestionario bloqueado condujo a un rendimiento significativamente superior en el examen final en comparación con la condición de control sin cuestionario, $b = -0.09$, $EE = 0.03$, $t(119.07) = -2.66$, $p = .009$, d de Cohen = 0.30. Este hallazgo replicó el efecto de la práctica de recuperación. En segundo lugar, la condición del cuestionario intercalado resultó en un rendimiento significativamente mejor en el examen final en comparación con la condición del cuestionario bloqueado, $b = 0.08$, $EE = 0.03$, $t(602.67) = 2.68$, $p = .008$, d de Cohen = 0.35. Este resultado pone de manifiesto un beneficio adicional de la intercalación además de la práctica de recuperación.

Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la práctica de recuperación intercalada en el aprendizaje de ciencias naturales sugieren varios puntos cruciales acerca de cómo los métodos de evaluación pueden influir en el rendimiento y la retención de los estudiantes.

Dificultad y efectividad de los cuestionarios intercalados

La primera observación significativa fue que los cuestionarios intercalados son más difíciles en comparación con los cuestionarios bloqueados, como lo indican las puntuaciones más bajas en estos cuestionarios ($b = -0.07$, $EE = 0.02$, $t(819.76) = -3.43$, $p < .001$, d de Cohen = 0.21). Esta dificultad incrementada podría ser atribuida a la demanda cognitiva más alta requerida para recuperar y aplicar conocimientos de manera intercalada en lugar de secuencial. Estudios previos, como el de Rohrer y Taylor (2007), han sugerido que aunque la intercalación inicialmente presenta desafíos más grandes para los estudiantes, a largo plazo mejora la retención y la transferencia de conocimientos a nuevos contextos, un fenómeno conocido como el "efecto de dificultad deseable" (Bjork, 1994).

Comparación de rendimiento en el post test

Más notable aún fue el hallazgo de que, aunque los cuestionarios intercalados fueron más difíciles, los estudiantes que se sometieron a esta condición mostraron un rendimiento superior en el examen final en comparación con aquellos en la condición bloqueada ($b = 0.08$, $EE = 0.03$, $t(602.67) = 2.68$, $p = .008$, d de Cohen = 0.35). Esto confirma la teoría de que la práctica de recuperación intercalada no solo desafía a los estudiantes a pensar más críticamente y a hacer conexiones más profundas entre los conceptos, sino que también facilita una mejor aplicación de estos conocimientos en situaciones de evaluación real.

Como señalan Matayoshi et al., (2020), la práctica de recuperación no solo mejora la memoria a corto plazo sino que también fortalece las conexiones neuronales, permitiendo una recuperación más eficiente y flexible del conocimiento. Además, este método de estudio induce a los estudiantes a desarrollar habilidades metacognitivas más robustas, ya que deben evaluar constantemente qué estrategias de aprendizaje y recuperación son más efectivas en diferentes contextos. Esto les permite ajustar sus métodos de estudio de manera más efectiva, lo que se refleja en un mejor rendimiento en pruebas y exámenes finales.

Superioridad sobre la condición de control

El rendimiento mejorado en la condición bloqueada, en comparación con la condición de control sin cuestionarios ($b = -0.09$, $EE = 0.03$, $t(119.07) = -2.66$, $p = .009$, d de Cohen = 0.30), ilustra claramente el valor de cualquier forma de práctica de recuperación sobre la ausencia de práctica. Este resultado es consistente con la literatura existente, que aboga por la implementación de estrategias de práctica de recuperación en la educación para mejorar el aprendizaje y la retención (Agarwal et al., 2019). La superioridad del rendimiento en la condición intercalada sobre la bloqueada, evidenciada en este estudio, subraya la importancia de integrar estrategias de enseñanza que desafíen activamente a los estudiantes y fomenten un aprendizaje más interactivo y reflexivo. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para los educadores, sugiriendo que la adopción de prácticas de recuperación intercaladas podría ser una herramienta poderosa para mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos en contextos variados y dinámicos, preparándolos mejor para los desafíos del mundo real.

Implicaciones pedagógicas

Los hallazgos del estudio sobre la práctica de recuperación intercalada en la enseñanza de las ciencias naturales ofrecen valiosas implicaciones pedagógicas que pueden transformar la manera en que se enseña esta disciplina y otras similares. Los estudiantes que enfrentan cuestionarios intercalados obtienen mejores calificaciones en exámenes finales, el estudio sugiere un replanteamiento significativo de las estrategias de evaluación y aprendizaje en las aulas.

Integrar cuestionarios intercalados en la rutina educativa podría mejorar sustancialmente la retención y la aplicación de conocimientos. Esta técnica, que alterna diferentes temas y tipos de preguntas, exige que los estudiantes activen diversos esquemas cognitivos y realicen conexiones cruzadas entre conceptos, lo cual no solo mejora la comprensión sino también la memoria a largo plazo. Los educadores deberían, por tanto, considerar la adopción de esta metodología como un recurso regular en lugar de confiar exclusivamente en evaluaciones estándar que siguen un formato más predictivo y menos desafiante (Carpenter et al., 2020).

Además, estos resultados subrayan la importancia de diseñar evaluaciones que actúen no solo como herramientas de medición del progreso, sino también como facilitadores del aprendizaje. Los cuestionarios intercalados pueden ser una técnica proactiva para enseñar cómo aprender, ya que obligan a los estudiantes a adaptar estrategias de estudio y a pensar críticamente

sobre la materia. En consecuencia, el proceso evaluativo toma gran importancia en el proceso de enseñanza, en lugar de ser un simple chequeo de conocimientos al final de un ciclo.

La incorporación de desafíos cognitivos en el aprendizaje prepara a los estudiantes para aplicar sus conocimientos en situaciones de presión y en contextos diversos. Esta habilidad es fundamental no solo en el ámbito académico, sino también en la vida profesional y personal, donde la capacidad de pensar y adaptarse rápidamente resulta invaluable. Por ejemplo, en las ciencias, los estudiantes a menudo deben aplicar teorías a problemas prácticos complejos; la habilidad de gestionar y relacionar diversos conceptos puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso en investigaciones y aplicaciones reales.

La evidencia de que la recuperación intercalada puede fomentar una comprensión más profunda también tiene implicaciones para la formación de educadores. Los programas de formación docente podrían beneficiarse de incluir módulos que enseñen estas técnicas avanzadas de evaluación y aprendizaje, asegurando que los futuros maestros estén equipados para implementarlas efectivamente en sus aulas. Además, estos principios pueden ser adaptados a la enseñanza en línea, un formato cada vez más relevante, donde la interacción y la recuperación de información pueden ser diseñadas de manera estratégica para maximizar el aprendizaje autodirigido.

Práctica de recuperación intercalada vs. aprendizaje espaciado

La práctica de recuperación intercalada puede compararse con el aprendizaje espaciado, una técnica que también ha demostrado ser efectiva para mejorar la retención a largo plazo. Mientras que el aprendizaje espaciado se centra en distribuir las sesiones de estudio a lo largo del tiempo, la recuperación intercalada alterna entre diferentes tipos de material dentro de una misma sesión de estudio. Ambos métodos aumentan la dificultad y la demanda cognitiva, lo que puede contribuir a una mayor consolidación de la memoria. Sin embargo, la recuperación intercalada puede ser más efectiva para desarrollar la capacidad de los estudiantes para hacer conexiones entre diferentes conceptos y aplicar el conocimiento en contextos variados (Cepeda et al., 2006).

Práctica de recuperación intercalada vs. aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es otra técnica educativa moderna que se centra en el uso de problemas del mundo real para fomentar el aprendizaje activo y colaborativo. Mientras que el ABP se centra en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico a través de la aplicación práctica, la recuperación intercalada se enfoca en

mejorar la retención y transferencia de conocimientos mediante la variabilidad en la práctica de recuperación. Ambos enfoques tienen como objetivo desarrollar habilidades cognitivas superiores, pero la recuperación intercalada puede ser más fácil de implementar en contextos de enseñanza tradicionales donde los recursos para el ABP pueden ser limitados (Hmelo-Silver, 2004).

Práctica de recuperación intercalada vs. gamificación

La gamificación en la educación utiliza elementos de juego para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Aunque puede ser muy efectiva para mejorar la participación, la gamificación no siempre garantiza una mejora en la retención a largo plazo del conocimiento. La recuperación intercalada, por otro lado, se basa en principios cognitivos bien establecidos que han demostrado mejorar la memoria y la transferencia de conocimientos. Integrar elementos de gamificación con la recuperación intercalada podría potencialmente combinar lo mejor de ambos mundos, proporcionando tanto motivación como mejoras en la retención del conocimiento (Deterding et al., 2011).

Relevancia en contextos educativos diversos

La relevancia de la práctica de recuperación intercalada se extiende a diversos contextos educativos, desde la educación primaria hasta la educación superior y la formación profesional. En entornos donde los estudiantes deben aprender y aplicar una amplia variedad de conocimientos y habilidades, como en las ciencias naturales, la medicina o la ingeniería, la recuperación intercalada puede ayudar a consolidar el aprendizaje y mejorar la aplicación práctica del conocimiento. Además, en contextos educativos con recursos limitados, esta técnica puede ser una herramienta accesible y efectiva para mejorar el rendimiento estudiantil sin necesidad de inversiones significativas en tecnología o infraestructura (Agarwal et al., 2012).

Perspectiva futura de investigación

El estudio sobre la práctica de recuperación intercalada en la enseñanza de las ciencias naturales abre nuevas vías para la investigación futura, que podría extenderse a múltiples dimensiones pedagógicas y metodológicas. La efectividad demostrada de la recuperación intercalada en mejorar el rendimiento académico sugiere un potencial considerable para explorar más a fondo cómo diferentes variables influyen en este efecto y cómo puede optimizarse en diversas configuraciones educativas.

Una dirección prometedora para futuras investigaciones es examinar la interacción entre la recuperación intercalada y diversos aprendizajes. Dado que poseen preferencias y capacidades distintas para procesar información, sería relevante investigar cómo la personalización de la práctica intercalada según el aprendizaje de cada estudiante podría afectar los resultados de aprendizaje. Esto podría incluir estudios que modifiquen la densidad y la frecuencia de los cuestionarios intercalados para adaptarlos a aprendices visuales, auditivos o kinestésicos, evaluando si estas adaptaciones mejoran la retención de la información.

Otro ámbito de interés sería la aplicación de la recuperación intercalada en diferentes disciplinas académicas. Mientras que el estudio actual se centra en las ciencias naturales, sería instructivo ver cómo esta técnica afecta el aprendizaje en las humanidades, las ciencias sociales, las matemáticas o incluso en áreas como la música y el arte. La comparación entre disciplinas podría revelar si la efectividad de la recuperación intercalada es universal o si existen ciertas áreas de estudio donde es particularmente beneficiosa o desafiante.

Además, sería valioso explorar más a fondo la interacción entre la recuperación intercalada y la tecnología educativa. Con el aumento del aprendizaje digital y en línea, investigar cómo las plataformas de e-learning pueden integrar algoritmos que faciliten la recuperación intercalada podría ofrecer insights importantes. Esto podría incluir el desarrollo de software que adapte dinámicamente los cuestionarios y actividades de aprendizaje a las respuestas del estudiante, proporcionando un enfoque más personalizado y posiblemente más eficaz para el aprendizaje en línea.

La investigación longitudinal también sería crucial para entender los efectos a largo plazo de la recuperación intercalada. Estudios que sigan a los estudiantes a lo largo de varios años académicos podrían proporcionar datos valiosos sobre cómo esta práctica afecta no solo el rendimiento inmediato en pruebas y exámenes, sino también la retención de conocimientos a lo largo del tiempo y la capacidad de los estudiantes para aplicar lo aprendido en situaciones nuevas y complejas.

Finalmente, sería importante evaluar la eficacia de la recuperación intercalada en diferentes contextos educativos y culturales. Los sistemas educativos varían ampliamente en términos de estructura, pedagogía y recursos disponibles. Llevar a cabo estudios comparativos en diversos entornos nacionales o internacionales podría ayudar a determinar la flexibilidad y adaptabilidad de la recuperación intercalada como una estrategia de enseñanza global.

Conclusión

El estudio sobre la práctica de recuperación intercalada en la enseñanza de las ciencias revela que esta metodología puede mejorar significativamente el aprendizaje y la retención de conocimientos entre los estudiantes. Aunque inicialmente más desafiantes, los cuestionarios intercalados conducen a un mejor rendimiento en evaluaciones posteriores, demostrando que enfrentar a los estudiantes a desafíos cognitivos mayores fomenta una formación de conocimiento. Los resultados indican que los estudiantes en la condición de práctica intercalada superan a aquellos en condiciones tradicionales bloqueadas y de control en el examen final, destacando la eficacia de intercalar conceptos durante la recuperación para mejorar la aplicación del conocimiento en nuevas situaciones.

Estos hallazgos sugieren que los educadores deberían considerar la adopción de prácticas de recuperación intercaladas en sus estrategias de enseñanza para potenciar el aprendizaje científico. Además, los resultados alientan a continuar explorando esta metodología en diferentes contextos educativos para confirmar su aplicabilidad y beneficios en una variedad de disciplinas y poblaciones estudiantiles. En resumen, la práctica de recuperación intercalada no solo mejora el rendimiento académico, sino que también promueve un aprendizaje más integral y aplicable, lo cual es esencial para preparar a los estudiantes para los retos del mundo moderno.

Referencias

- Agarwal, P., Nunes, L. D., & Blunt, J. (2019). Retrieval Practice Consistently Benefits Student Learning: a Systematic Review of Applied Research in Schools and Classrooms. *Educational Psychology Review*, 33, 1409–1453. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09595-9>.
- Balcaza, L. (2020). Memoria de trabajo y vocabulario. Predictores de la comprensión lectora en estudiantes de profesorado de educación primaria. *Repositorio UCA*, 1, 1–88. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/11499>
- Cabezas, S. (2019). Revisión de las técnicas de carga cognitiva. *Behavior & Law Journal*, 5, 40–51. https://www.academia.edu/74325103/Revisión_de_las_técnicas_de_carga_cognitiva_inducida_en_el_ámbito_de_la_detección_de_la_mentira
- Carpenter, S., Endres, T., & Hui, L. (2020). Students' Use of Retrieval in Self-Regulated Learning: Implications for Monitoring and Regulating Effortful Learning Experiences. *Educational Psychology Review*, 32, 1029–1054. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09562-w>.

- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin*, 132(3), 354.
- Cuesta, A., & Sabido, J. (2022). El ejemplo resuelto como instrumento de descarga cognitiva en la enseñanza de las Ciencias Sociales. *Revista de Psicología y Educación - Journal of Psychology and Education*, 17(2). <https://doi.org/10.23923/rpye2022.02.228>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15).
- Dedrick, R. F., Rohrer, D., & Agarwal, P. K. (2023). LA ESTRATEGIA DE LA PRÁCTICA INTERCALADA EN MATEMÁTICAS. <https://ss-usa.s3.amazonaws.com/c/308495899/media/176064543422e964209734007963824/Español%20-%20Intercalada%20-%20Interleaving.pdf>
- Falcade, A., Abegg, I., & Falcade, L. (2021). Teoria da carga cognitiva: aproximação de ideias e conceitos. *Revista Inter Ação*, 45(3), 795–810. <https://doi.org/10.5216/ia.v45i3.64208>
- Gutierrez, A. P. (2020). Efecto de la instrucción de estrategias cognitivas en la precisión del monitoreo metacognitivo de los alumnos universitarios estadounidenses. *Tesis Psicológica*, 15(2), 1–29. <https://doi.org/10.37511/tesis.v15n2a9>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Matayoshi, J., Uzun, H., & Cosyn, E. (2020). Retrieval Practice Consistently Benefits Student Learning_ a Systematic Review of Applied Research in Schools and Classrooms. *Proceedings of the Seventh ACM Conference on Learning Scale*. <https://doi.org/10.1145/3386527.3405927>.
- Milla, C., & Gatica, S. (2020). Memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva en estudiantes con desarrollo típico y con trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 38, 1–20. <https://www.redalyc.org/journal/799/79964947002/html/>
- Monje, C. (2022). Prácticas pedagógicas y compromiso escolar durante la enseñanza remota de emergencia debido al Covid-19: un estudio cualitativo. 1–223. <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/9451/1/TESIS%20PRACTICAS%20PEDAGOGICAS%20Y%20COMPROMISO%20ESCOLAR.pdf>
- Mora, E., Pinto, S., & Valbuena, P. (2019). Revisión Sistemática: Implicaciones de la Memoria de Trabajo en el neurodesarrollo y el aprendizaje. https://www.researchgate.net/publication/347416951_Revision_Sistemica_Implicaciones_de_la_Memoria_de_Trabajo_en_el_neurodesarrollo_y_el_aprendizaje

- Moreira, B., Pinto, T., Starling, D., & Jaeger, A. (2019). Retrieval Practice in Classroom Settings: A Review of Applied Research. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00005>.
- Ochoa, L., & Cueva, A. (2017). El bloqueo en el proceso de elaboración de una tesis de maestría: angustias y desazones percibidas por sus protagonistas. DOI:10.25100/lenguaje.v45i1.4614
- Perez, A. (2019). Análisis del impacto de metodologías activas en la educación superior. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/667822/TAPiP1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pooja, A. K., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., McDermott, K. B., Hernández Lauren, & Edinborough, R. M. (2020). Cómo utilizar la práctica de recuperación para mejorar el aprendizaje. https://pdf.retrievalpractice.org/translations/Spanish_RetrievalPractice.pdf
- Ramos, M. (2021). Efectos de la práctica de mindfulness sobre la atención selectiva y sostenida y el control inhibitorio en alumnos de 4° y 5° año de Educación Primaria. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18724/2/TFLACSO-2021%20MVRM.pdf>
- Salica, M. A. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 24, e08. <https://doi.org/10.24215/18509959.24.e08>
- Sana, F., & Yan, V. X. (2021). Interleaving Retrieval Practice Promotes Science Learning. *Psychological Science*, 33, 782–788. <https://doi.org/10.1177/09567976211057507>.
- Santana, I. (2015). Diseño Cuasi-experimental (pre test/post test) Aplicado a la Implementación de Tics en el Grado de Inglés Elemental: Caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo. 10.13140/RG.2.2.20540.18565
- Vásquez, F. (2019). Estrategias de enseñanza : investigaciones sobre didáctica en instituciones educativas de la ciudad de Pasto. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/fce-unisalle/20170117011106/Estrategias.pdf>
- Vera, M., Brenzan, N., & Lertora, R. (2019). Impacto del sueño nocturno sobre la memoria de trabajo. 1–8. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/18389/Impacto_sueño_nocturno_memoria_trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y