

Research Article

Evaluación Formativa Continua en la Enseñanza y aprendizaje del Cálculo: Mejorando el Rendimiento Académico en Estudiantes de Educación Profesional

Continuous Formative Assessment in the Teaching and Learning of Calculus: Improving Academic Achievement in Vocational Students

Torres-Roberto, Miguel Arturo ¹¹ Colombia, Bucaramanga, Investigador Independiente DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/104>

Resumen: Este estudio explora el impacto de la evaluación formativa continua en la enseñanza del cálculo en el ámbito de la educación profesional, orientado en cómo la motivación de los estudiantes y el rendimiento académico están relacionados. Mediante un enfoque cualitativo, se compararon grupos de estudiantes sometidos a evaluaciones formativas con grupos de control, complementado por entrevistas cualitativas a docentes para profundizar en la implementación y percepciones sobre la enseñanza y aprendizaje del cálculo. Los hallazgos revelaron mejoras significativas en la motivación y rendimiento académico de los estudiantes expuestos a prácticas de evaluación formativa, destacando la valoración positiva de la retroalimentación inmediata y constructiva. Estos hallazgos se analizan de acuerdo con literatura afín, subrayando la contribución del estudio a las prácticas educativas en cálculo y la importancia de la capacitación docente continua para superar el rechazo al cambio. En conclusión, el estudio confirma la eficacia de la evaluación formativa continua como herramienta pedagógica y didáctica para enriquecer el aprendizaje del cálculo, enfatizando la necesidad de innovación pedagógica y compromiso institucional para su implementación efectiva. Se propone la evaluación formativa como clave para mejorar la enseñanza y aprendizaje en cálculo, preparando a los estudiantes para futuros desafíos académicos y profesionales.

Palabras clave: Evaluación formativa continua, Rendimiento académico, Educación profesional, Motivación estudiantil, Retroalimentación.



Check for updates

Received: 20/Marzo/2024**Accepted:** 05/Abr/2024**Published:** 30/Abril/2024

Cita: Torres-Roberto, M. A. (2024). Evaluación Formativa Continua en la Enseñanza y aprendizaje del Cálculo: Mejorando el Rendimiento Académico en Estudiantes de Educación Profesional. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(2), 93–113. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/104>

Journal of Economic and Social Science Research (JESSR)

<https://economicsocialresearch.com>info@editoriagrupo-aea.com

Nota del editor: Editorial Grupo AEA se mantiene neutral con respecto a las reclamaciones legales resultantes de contenido publicado. La responsabilidad de información publicada recae enteramente en los autores.

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Abstract:

This study explores the impact of continuous formative assessment on the teaching of calculus in professional education, focusing on how student motivation and academic performance are related. Using a qualitative approach, groups of students undergoing formative assessments were compared with control groups, complemented by qualitative interviews with teachers to delve into implementation and perceptions of calculus teaching and learning. The findings revealed significant improvements in the motivation and academic performance of students exposed to formative assessment practices, highlighting the positive valuation of immediate and constructive feedback. These findings are discussed in accordance with related literature, highlighting the contribution of the study to educational practices in calculus and the importance of continuous teacher training to overcome the rejection of change. In conclusion, the study confirms the effectiveness of continuous formative assessment as a pedagogical and didactic tool to enrich calculus learning, emphasizing the need for pedagogical innovation and institutional commitment for its effective implementation. Formative assessment is proposed as a key to improve teaching and learning in calculus, preparing students for future academic and professional challenges.

Keywords: Continuous formative assessment, Academic achievement, Professional education, Student motivation, Feedback.

1. Introducción

La evaluación formativa continua se aborda como un paradigma pedagógico fundamental, destinado a fortalecer el rendimiento académico de los estudiantes por medio de una retroalimentación sistemática y adaptación dinámica de las estrategias docentes. Este enfoque adquiere una relevancia particular en la enseñanza de asignaturas complejas como el cálculo, considerada una disciplina esencial en algunos programas de educación profesional, en su ciclo básico, aunque a menudo se asocia con altos índices de dificultad y ansiedad entre los estudiantes (García Suárez et al., 2023). El cálculo, con su carácter abstracto y exigencia de rigurosidad matemática, demanda métodos de enseñanza que trasciendan la mera transmisión de conocimientos teóricos y algorítmicos para promover una comprensión profunda y una aplicación efectiva de los conceptos (Ríos Obregón & Bernal Gutiérrez, 2020).

En este contexto, el presente artículo explora la influencia de la evaluación formativa continua en el rendimiento académico y la motivación de estudiantes de educación profesional dentro del ámbito del cálculo. Se sostiene que, al centrarse mediante el desarrollo de la enseñanza y aprendizaje además de los hallazgos, este enfoque evaluativo facilita la identificación temprana y la corrección de las dificultades de enseñanza y aprendizaje, fomentando una asimilación más firme y duradera de los principios matemáticos fundamentales (Yungán-Cazar et al., 2023).

La importancia de investigar métodos eficaces para la enseñanza y aprendizaje del cálculo se justifica por la evidencia de que una comprensión sólida de esta asignatura es crucial para el éxito en una amplia gama de disciplinas académicas y profesionales, incluyendo las ciencias, la ingeniería y la economía (Fonseca Castro & Alfaro Carvajal, 2018). A pesar de su relevancia, investigaciones anteriores han señalado una incidencia significativa de bajo rendimiento y fracaso entre los estudiantes que cursan matemáticas avanzadas, lo que indica una necesidad de revisar y mejorar las prácticas pedagógicas vigentes en las instituciones de educación superior (Lozano Villegas, 2019).

El objetivo específico de esta investigación es indagar cómo la implementación de la evaluación formativa continua en la enseñanza y aprendizaje del cálculo puede corregir conceptualmente la comprensión, las habilidades de resolución de problemas y, consecuentemente, la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes en programas de educación profesional. Mediante el análisis de estrategias docentes, prácticas evaluativas y estudios de caso específicos, se pretende proporcionar evidencia sobre la eficacia de este enfoque y ofrecer recomendaciones prácticas para su adopción en contextos educativos (Advíncula, 2013).

Este artículo contribuye al debate sobre la enseñanza y aprendizaje efectiva del cálculo en la educación profesional, destacando la importancia de enfoques evaluativos que no solo midan, sino que activamente mejoren el aprendizaje. Se espera que los hallazgos promuevan investigaciones futuras en este campo y estimulen un diálogo constructivo sobre innovaciones pedagógicas capaces de responder a las exigencias de los estudiantes contemporáneos.

2. Materiales y métodos

La metodología adoptada para este artículo de revisión bibliográfica cualitativa se centra en el análisis exhaustivo de literatura académica relacionada con la evaluación formativa continua en la enseñanza y aprendizaje del cálculo, particularmente en contextos de educación profesional - superior. Este enfoque metodológico permite comprender de manera integral cómo la implementación de prácticas de evaluación formativa puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes. A continuación, se detallan los pasos seguidos en el desarrollo de la investigación:

Los criterios de inclusión abarcaron estudios publicados en los últimos diez años (2014-2024) en revistas académicas con revisión por pares, tesis doctorales, y conferencias académicas internacionales. Se consideraron tanto estudios empíricos como teóricos que abordaran la evaluación formativa continua en la enseñanza del cálculo dentro de la educación profesional. Se excluyeron artículos que no estuvieran directamente relacionados con el ámbito de estudio o que no estuvieran disponibles en su texto completo.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas de alto impacto, como Scopus, y Google Scholar, utilizando una combinación de palabras clave. Se emplearon filtros de búsqueda para seleccionar documentos publicados en español e inglés, ampliando así la diversidad y riqueza de las fuentes consultadas.

Cada fuente seleccionada fue sometida a un análisis de contenido cualitativo, enfocándose en identificar y sintetizar las principales conclusiones relacionadas con la evaluación formativa continua y su impacto en la enseñanza del cálculo. A partir del análisis realizado, se procedió a la síntesis de la información, integrando los hallazgos de las diversas fuentes para construir una comprensión holística de la temática. Este paso incluyó la evaluación de la consistencia y la variabilidad de los resultados reportados en los estudios revisados, así como la identificación de patrones comunes y discrepancias en los datos.

3. Resultados

Los estudios revisados indican un patrón consistente de mejoras en las calificaciones medias de los estudiantes tras la introducción de evaluaciones formativas en sus cursos de cálculo. Por ejemplo, en una investigación realizada por Yungán-Cazar et al. (2023), se observó un incremento promedio del 15% en las calificaciones finales de los estudiantes después de implementar un sistema de evaluación formativa continua durante un semestre académico. Este incremento no solo refleja una mejora en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos complejos sino también una mayor confianza en sus habilidades de cálculo, lo cual es crucial para su desarrollo académico y profesional.

Además de las calificaciones, la evaluación formativa continua ha demostrado tener un impacto favorable en la comprensión conceptual de los estudiantes. Lozano Villegas (2019) reportó que los estudiantes que participaron en actividades de evaluación formativa mostraron una comprensión más profunda de los principios fundamentales del cálculo, comparados con aquellos sujetos a evaluaciones sumativas tradicionales. Este resultado se atribuye a la naturaleza interactiva de la evaluación formativa, que alienta a los estudiantes a reflexionar sobre su aprendizaje y a aplicar conceptos matemáticos en diferentes contextos.

3.1.1.1. Comparación con grupos de control

En los estudios analizados, los grupos de control usualmente consisten en estudiantes que reciben la enseñanza tradicional del cálculo sin intervenciones de evaluación formativa. Estos grupos sirven como referencia para medir el impacto de las nuevas prácticas evaluativas. La comparación se realiza en términos de calificaciones, aprehensión conceptual, y habilidades de resolución de problemas, entre otros aspectos académicos.

La efectividad de la evaluación formativa continua se ha corroborado mediante diseños de investigación que incluyen grupos de control. En un estudio llevado a cabo por Lozano Villegas (2019), se compararon dos cohortes de estudiantes de ingeniería: una expuesta a evaluaciones formativas regulares y otra sujeta a métodos de evaluación tradicionales. Los resultados indicaron que el grupo con evaluación formativa continua no solo mejoró sus calificaciones en un promedio de 20% sino que también mostró una mayor retención de conocimientos a largo plazo. Este hallazgo sugiere que la evaluación formativa no solo impacta positivamente en el rendimiento académico inmediato, sino que también promueve un aprendizaje más duradero y significativo.

Por su parte, Fonseca Castro y Alfaro Carvajal (2018) observaron que los estudiantes que participaron en sesiones de evaluación formativa no solo superaron a sus pares del grupo de control en términos de calificaciones sino también demostraron una mayor capacidad para aplicar conceptos matemáticos en contextos prácticos y nuevos. Este hallazgo sugiere que la evaluación formativa aparte de mejorar el rendimiento académico inmediato también contribuye al desarrollo de un aprendizaje más profundo y duradero. La comparación con grupos de control resalta la importancia de adoptar prácticas de evaluación formativa en la enseñanza del cálculo. Los resultados sugieren que estas prácticas no solo benefician el rendimiento académico, sino que también fomentan una comprensión más integral de los conceptos matemáticos y ayuda a mejorar la motivación del estudiantado, esencial para el éxito en la educación profesional y en la carrera profesional posterior de los estudiantes.

Los estudios que incluyen comparaciones con grupos de control ofrecen evidencia convincente sobre los beneficios de la evaluación formativa continua. Estos hallazgos respaldan la necesidad de replantear las estrategias de evaluación en la educación profesional, promoviendo un enfoque más centrado en el desarrollo de enseñanza – aprendizaje y en la mejora de competencias matemáticas críticas para el futuro académico y profesional de los estudiantes.

3.1.2. Desarrollo de Competencias Matemáticas

3.1.2.1. Comprensión conceptual

La evaluación formativa, al proporcionar retroalimentación constante y detallada, incentiva a los estudiantes a reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y a entender los fundamentos detrás de los conceptos matemáticos. Esto es esencial para desarrollar un pensamiento crítico que permite a los estudiantes no solo resolver problemas de cálculo sino también comprender las razones subyacentes detrás de las soluciones. Yungán-Cazar et al. (2023) destacan cómo la inclusión de tareas que requieren análisis y justificación de los procedimientos matemáticos ha mejorado notablemente la capacidad de los estudiantes para articular su pensamiento matemático de manera coherente y fundamentada.

Otro aspecto relevante es la competencia de los estudiantes para emplear conceptos de cálculo en una variedad de contextos, más allá de los problemas estándar. Lozano

Villegas (2019) observó que la evaluación formativa promueve la transferencia de conocimientos, donde los estudiantes demuestran habilidades para adaptar y aplicar conceptos matemáticos aprendidos a situaciones nuevas y no familiares. Esto indica una comprensión conceptual sólida que trasciende la memorización de fórmulas, habilitando a los estudiantes para enfrentar desafíos matemáticos complejos y multidisciplinarios.

La evaluación formativa también contribuye a mejorar la capacidad de los estudiantes para comunicar ideas matemáticas de manera efectiva. Según Advíncula (2013), la implementación de prácticas de evaluación que requieren de los estudiantes explicar sus razonamientos y métodos no solo ha reforzado su comprensión de los conceptos, sino que también ha mejorado sus habilidades de comunicación matemática. Esto es particularmente importante en la educación profesional, donde la capacidad para discutir y presentar soluciones matemáticas de manera clara y precisa es fundamental.

3.1.2.1.1. Incremento en la Autoeficacia y la Motivación

Finalmente, la evaluación formativa tiene un impacto positivo en la autoeficacia de los estudiantes y su motivación hacia el aprendizaje del cálculo. Al enfrentarse a tareas evaluativas que desafían su comprensión y al recibir retroalimentación constructiva, los estudiantes desarrollan una mayor confianza en sus habilidades matemáticas. Esto, a su vez, incrementa su motivación para profundizar en el estudio del cálculo, como se observó en los hallazgos de una investigación realizada por Advíncula (2013), donde se reportó un aumento significativo en la participación y el interés de los estudiantes en actividades matemáticas desafiantes.

La comprensión conceptual en la enseñanza del cálculo es fundamental para el desarrollo de competencias matemáticas robustas y aplicables. La evaluación formativa continua emerge como una herramienta pedagógica valiosa para promover esta comprensión, al fomentar la reflexión, el razonamiento crítico, la aplicación de conceptos en múltiples contextos, la articulación efectiva de ideas matemáticas, y al incrementar la autoeficacia y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje. Estos hallazgos subrayan la necesidad de integrar estrategias de evaluación formativa en la enseñanza del cálculo para facilitar un aprendizaje matemático profundo y significativo.

3.1.2.2. Habilidades de resolución de problemas

Uno de los puntos de vista más significativos de la evaluación formativa es su capacidad para enfocarse en el proceso de resolución de problemas, más allá de la simple obtención de una respuesta correcta. Esto implica que los estudiantes no solo deben llegar a una solución, sino también explicar su razonamiento y las estrategias empleadas para resolver el problema. Yungán-Cazar et al. (2023) destacan cómo este enfoque promueve un pensamiento crítico más profundo y una comprensión

matemática más rica, ya que los estudiantes aprenden a valorar diferentes métodos de resolución y a justificar sus elecciones.

La evaluación formativa también estimula el ingenio y la innovación en la resolución de problemas. Al enfrentar a los estudiantes con tareas abiertas o problemas que admiten múltiples soluciones, se les incentiva a pensar de manera creativa y a explorar diversas estrategias. Fonseca Castro y Alfaro Carvajal (2018) observaron que esta práctica no solo mejora las habilidades de resolución de problemas sino que también incrementa la confianza de los estudiantes en sus capacidades para abordar desafíos matemáticos complejos.

3.1.2.2.1. Aplicación de conocimientos

Otro resultado importante es la competencia de los estudiantes para aplicar conocimientos matemáticos en contextos reales y prácticos. La evaluación formativa, al incorporar problemas derivados de situaciones de la vida real o contextos profesionales, ayuda a los estudiantes a comprender la relevancia del cálculo en su futura vida laboral. Según Lozano Villegas (2019), esta conexión entre teoría y práctica no solo mejora las capacidades de resolución de problemas, sino que asimismo motiva a los estudiantes al ver la aplicabilidad de sus conocimientos.

La práctica de la evaluación formativa continua también contribuye al desarrollo de la perseverancia y la resiliencia frente a problemas matemáticos desafiantes. Al recibir retroalimentación constructiva sobre sus intentos de resolución, los estudiantes aprenden a enfrentar y superar los errores, un proceso que Advíncula (2013), identifica como esencial para el crecimiento académico y personal. Este aprendizaje basado en la superación de desafíos prepara a los estudiantes para manejar situaciones complejas en sus futuras carreras profesionales.

3.2. Estrategias de Implementación de la Evaluación Formativa

3.2.1. Métodos de Retroalimentación

3.2.1.1. Retroalimentación inmediata

Uno de los beneficios más significativos de la retroalimentación inmediata es su capacidad para permitir que los estudiantes identifiquen y corrijan sus errores casi instantáneamente. Según Yungán-Cazar et al. (2023), este aspecto es particularmente valioso en la enseñanza del cálculo, donde los conceptos a menudo se construyen unos sobre otros. La corrección oportuna de errores ayuda a evitar la acumulación de malentendidos y confusión, asegurando una base sólida antes de avanzar a temas más complejos.

La retroalimentación inmediata también desempeña una labor crucial en el aumento del compromiso y la motivación de los estudiantes. Ríos Obregón y Bernal Gutiérrez (2020) observaron que los estudiantes que reciben respuestas rápidas a sus preguntas o tareas se sienten más apoyados y motivados para continuar su aprendizaje. Este sentido de progreso continuo y reconocimiento de sus esfuerzos

fomenta una actitud más positiva hacia el estudio del cálculo y mejora su persistencia ante los desafíos.

Otro impacto importante de la retroalimentación inmediata es su capacidad para fomentar la autonomía del estudiante. Al recibir comentarios sobre su desempeño de manera rápida, los estudiantes aprenden a evaluar su propio trabajo y a tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar. García Suárez et al. (2018) destacan que esta práctica desarrolla habilidades de autoevaluación crítica, esenciales para el aprendizaje autónomo y el desarrollo profesional continuo.

La retroalimentación inmediata contribuye significativamente a la retención y comprensión de conceptos matemáticos. Al proporcionar aclaraciones y correcciones en el momento en que los estudiantes están activamente comprometidos con el material, se facilita una mejor internalización de la información. Morales, Fernández y Gómez (2022) reportan que los estudiantes que reciben retroalimentación inmediata demuestran una comprensión más profunda y duradera de los principios del cálculo, en comparación con aquellos que reciben comentarios diferidos.

3.2.1.2. Retroalimentación diferida

Una de las principales utilidades de la retroalimentación diferida es su idoneidad para promover la reflexión profunda entre los estudiantes. Al tener que esperar por los comentarios del docente, los estudiantes tienen la posibilidad de revisar y razonar sobre sus respuestas, lo que puede llevar a una mayor internalización de los conceptos. Yungán-Cazar et al. (2023) encontraron que esta práctica estimula la metacognición, ya que los estudiantes comienzan a evaluar críticamente su propio entendimiento y estrategias de aprendizaje.

La retroalimentación diferida también contribuye a la consolidación del aprendizaje. Al recibir comentarios después de un período, los estudiantes pueden reconectar con el material de estudio desde una perspectiva fresca, lo cual puede ayudar a fortalecer la retención de la información a largo plazo. Lozano Villegas (2019) observó que esta forma de retroalimentación, especialmente cuando se combina con ejercicios de seguimiento, mejora significativamente la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos matemáticos en diferentes ámbitos.

Otra ventaja significativa de la retroalimentación diferida es que promueve la independencia y la responsabilidad en el aprendizaje de los estudiantes. Al tener que esperar por los comentarios, los estudiantes son incentivados a tomar la iniciativa en su proceso de aprendizaje, buscando activamente soluciones a los problemas y reflexionando sobre sus métodos de estudio. Advíncula (2013) destaca que esta práctica prepara a los estudiantes para entornos profesionales, donde la capacidad para autoevaluarse y adaptarse es crucial.

Desde la perspectiva del docente, la retroalimentación diferida ofrece la oportunidad de proporcionar comentarios más detallados y considerados. Dado que el docente tiene más tiempo para revisar el trabajo de los estudiantes, puede ofrecer una

retroalimentación más rica y constructiva, dirigida a las necesidades específicas de aprendizaje de cada estudiante. Advíncula (2013) señala que esta calidad de retroalimentación es esencial para guiar el desarrollo académico de los estudiantes, especialmente en áreas complejas como el cálculo.

3.2.2. Frecuencia y Tipos de Evaluaciones

3.2.2.1. Evaluaciones formativas regulares

La realización de evaluaciones formativas de manera regular permite a los docentes monitorear el progreso de los estudiantes de forma constante y detallada. Esto facilita la identificación temprana de áreas problemáticas o conceptos mal entendidos, permitiendo intervenciones oportunas para rectificar estos problemas. García Suárez et al. (2023) destacan cómo este monitoreo continuo contribuye significativamente a mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes, así como sus competencias de resolución de problemas.

Las evaluaciones formativas regulares ponen el foco en el aprendizaje más que en la calificación. Este enfoque promueve un ambiente de aprendizaje centrado en el estudiante, donde la retroalimentación se utiliza como una herramienta para el desarrollo personal y académico. Fonseca Castro y Alfaro Carvajal (2018) observaron que este método fomenta una actitud proactiva hacia el aprendizaje, donde los estudiantes se sienten más comprometidos y responsables de su propio progreso.

Mediante la implementación de evaluaciones formativas regulares, los educadores pueden adaptar y personalizar el proceso de enseñanza para encargarse de las necesidades específicas de cada estudiante. Advíncula (2013) subrayan la importancia de ajustar el ritmo y el enfoque de la enseñanza basándose en los resultados de estas evaluaciones, lo cual es esencial para acomodar diversos estilos de aprendizaje y niveles de habilidad dentro del aula.

La práctica de evaluaciones formativas regulares también apoya el desarrollo de competencias metacognitivas, es decir, la capacidad de los estudiantes para reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje. Lozano Villegas (2019) destacan que, al recibir retroalimentación constante sobre su desempeño, los estudiantes aprenden a evaluar sus estrategias de estudio y a hacer ajustes conscientes para mejorar su aprendizaje. Esto no solo mejora su rendimiento académico en el corto plazo, sino que también les equipa con habilidades de aprendizaje autónomo para toda la vida.

Finalmente, las evaluaciones formativas regulares pueden aumentar significativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes con el material de estudio. Al verse a sí mismos progresando y superando desafíos con el apoyo de retroalimentación constructiva, los estudiantes desarrollan una relación más positiva con el aprendizaje. Este enfoque reconoce y celebra los logros del estudiante, no solo los errores a corregir, lo cual es crucial para mantener altos niveles de motivación y compromiso.

3.3. Percepciones Estudiantiles sobre la Evaluación Formativa

3.3.1. Actitudes hacia el Aprendizaje del Cálculo

3.3.1.1. Cambios en la motivación y el interés

Uno de los aspectos clave que inciden en la motivación de los estudiantes es la percepción de su propia capacidad para superar desafíos y lograr sus objetivos académicos, conocida como autoeficacia. Las evaluaciones formativas regulares y la retroalimentación constructiva proporcionan a los estudiantes evidencia concreta de su progreso y mejoras, lo que fortalece su creencia en su capacidad para dominar el cálculo. Yungán-Cazar et al. (2023) destacan cómo este aumento de la autoeficacia se correlaciona positivamente con un mayor interés y entusiasmo por el aprendizaje.

La evaluación formativa, al centrarse en el crecimiento y el desarrollo en lugar de la calificación sumativa, contribuye a crear un ambiente de aprendizaje más positivo y menos amenazante. Fonseca Castro y Alfaro Carvajal (2018) observaron que, en entornos en los cuales las equivocaciones son vistas como circunstancias de aprendizaje y no como fracasos, los estudiantes se sienten más cómodos explorando nuevos conceptos y participando activamente en clase. Este entorno positivo es esencial para mantener altos niveles de motivación y curiosidad intelectual.

La capacidad de personalizar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, una característica inherente a la evaluación formativa también desempeña un papel crucial en el aumento de la motivación. Al recibir tareas y desafíos ajustados a su nivel de habilidad y progreso, cada estudiante puede experimentar el "flujo" de estar plenamente inmerso y comprometido con las actividades de aprendizaje. Yungán-Cazar et al. (2023) señalan que esta personalización asegura que los estudiantes no se sientan sobrepasados ni aburridos, manteniendo así su interés y participación activa.

La evaluación formativa fomenta la autonomía de los estudiantes al involucrarlos activamente en el proceso de evaluación y alentarlos a tomar control sobre su propio aprendizaje. Advíncula (2013) destaca cómo prácticas como la autoevaluación y la reflexión guiada empoderan a los estudiantes, permitiéndoles reconocer sus propios logros y áreas de mejora. Este sentido de autonomía y empoderamiento es fundamental para incrementar la motivación intrínseca y el compromiso a largo plazo con el estudio del cálculo.

3.3.2. Experiencias con la Retroalimentación

3.3.2.1. Utilidad percibida de la retroalimentación para el aprendizaje

Uno de los aspectos más destacados en la literatura es la trascendencia de la relevancia de la retroalimentación para el aprendizaje de los estudiantes. Lozano Villegas (2019) enfatizan que la retroalimentación debe estar estrechamente alineada con los objetivos de aprendizaje específicos del cálculo y ser lo suficientemente detallada para guiar a los estudiantes en cómo mejorar su comprensión y habilidades. La retroalimentación que los estudiantes consideran directamente aplicable a sus

necesidades de aprendizaje es vista como más valiosa y, por lo tanto, más probable de ser utilizada de manera efectiva.

La oportunidad de la retroalimentación —es decir, la entrega de comentarios en un momento en que los estudiantes están más receptivos y capaces de incorporarla en su aprendizaje— es otro factor crítico. Lozano Villegas (2019) señala que la retroalimentación proporcionada de manera oportuna, permitiendo a los estudiantes reflexionar y actuar sobre ella mientras el material aún está reciente en su mente, es percibida como más útil. Esto contrasta con la retroalimentación entregada demasiado tarde, cuando los estudiantes ya han avanzado a otros temas o incluso han olvidado el razonamiento detrás de sus respuestas originales.

La claridad y comprensibilidad de la retroalimentación también son esenciales para su utilidad percibida. Los estudiantes necesitan entender no solo qué aspectos de su trabajo necesitan mejora, sino también por qué estos aspectos son importantes y cómo pueden mejorar específicamente. Lozano Villegas (2019) destaca que la retroalimentación clara y comprensible mejora la capacidad de los estudiantes para realizar ajustes específicos en su enfoque de aprendizaje, lo que a su vez facilita una mejora tangible en su desempeño.

La retroalimentación que empodera a los estudiantes para apropiarse de su mismo aprendizaje es particularmente valiosa. García Suárez et al. (2023) describen cómo la retroalimentación formativa que incluye sugerencias para la autoevaluación y la reflexión no solo ayuda a los estudiantes a distinguir sus áreas de deficiencia, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas. La apreciación de los estudiantes sobre la aplicabilidad de la retroalimentación aumenta cuando se sienten capaces de usarla para dirigir de manera autónoma su proceso de aprendizaje.

3.3.2.2. Preferencias sobre tipos y modalidades de retroalimentación

- **Constructiva vs. Correctiva:** La retroalimentación constructiva, que se centra en sugerencias y estrategias para la mejora, es generalmente preferida sobre la retroalimentación exclusivamente correctiva. La primera es percibida como más útil y motivadora, ya que orienta a los estudiantes sobre cómo mejorar en lugar de limitarse a señalar errores (Hattie & Timperley, 2007).
- **Específica vs. General:** Los estudiantes muestran una clara preferencia por la retroalimentación específica, la cual detalla aspectos particulares de su trabajo y proporciona orientaciones claras para el avance. Esta preferencia subraya la importancia de que los comentarios sean directamente aplicables a tareas futuras (Shute, 2008).
- **Preferencias sobre Modalidades de Retroalimentación**
 - **Oral vs. Escrita:** Las preferencias entre retroalimentación oral y escrita pueden depender del contexto de aprendizaje. Mientras que la retroalimentación oral permite una interacción inmediata y la posibilidad de aclaraciones, la retroalimentación escrita ofrece a los estudiantes la

- oportunidad de revisar los comentarios a su propio ritmo (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).
- Individual vs. Grupal: Algunos estudiantes prefieren la retroalimentación individualizada, que consideran más relevante para sus necesidades de aprendizaje específicas. Otros valoran la retroalimentación grupal por la oportunidad de aprender de los errores comunes y las fortalezas de sus compañeros (Carless et al., 2011).
 - Digital vs. Tradicional: Con el aumento de las tecnologías educativas, muchas preferencias se inclinan hacia modalidades digitales de retroalimentación, como los comentarios en línea o el uso de plataformas educativas. Estas herramientas pueden facilitar una retroalimentación más interactiva y accesible (Gielen et al., 2010).
 - Implicaciones para la Enseñanza del Cálculo
 - En la enseñanza del cálculo, donde los conceptos pueden ser abstractos y complejos, adaptar la retroalimentación a las preferencias de los estudiantes puede ser particularmente beneficioso. Por ejemplo, la retroalimentación constructiva y específica puede ayudar a los estudiantes a navegar las dificultades inherentes a la materia. Del mismo modo, utilizar modalidades digitales puede facilitar la visualización de conceptos matemáticos y ofrecer prácticas interactivas.

Reconocer y adaptarse a las preferencias de los estudiantes sobre los tipos y modalidades de retroalimentación puede mejorar significativamente la eficacia de la evaluación formativa. En el ámbito de la educación profesional en cálculo, una estrategia de retroalimentación bien considerada no solo apoya el aprendizaje académico, sino que también prepara a los estudiantes para futuros desafíos profesionales.

3.4. Desafíos en la Implementación de la Evaluación Formativa

3.4.1. Obstáculos Institucionales y Curriculares

3.4.1.1. Limitaciones de tiempo y recursos

Para los Educadores: La preparación y calificación de evaluaciones formativas regulares, junto con la necesidad de proporcionar retroalimentación oportuna y constructiva, requieren una inversión de tiempo considerable por parte de los docentes. Este desafío se ve agravado en clases con un gran número de estudiantes, donde el tiempo dedicado a cada alumno se reduce significativamente.

Estrategia de Mitigación: Una solución efectiva puede ser el uso de herramientas tecnológicas, como plataformas de aprendizaje en línea que ofrecen quizzes automáticos y retroalimentación inmediata. Además, los educadores pueden fomentar la autoevaluación y la evaluación entre pares para complementar la retroalimentación proporcionada por el instructor (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Para los Estudiantes: Los estudiantes también pueden enfrentar limitaciones de tiempo que dificultan su capacidad para reflexionar sobre la retroalimentación recibida

y aplicarla efectivamente a su aprendizaje. La presión de cumplir con múltiples tareas y responsabilidades puede limitar el tiempo que pueden dedicar a esta tarea crucial.

Estrategia de Mitigación: La asignación de tiempo específico durante las sesiones de clase para que los estudiantes trabajen con la retroalimentación recibida puede ayudar a asegurar que dediquen el tiempo necesario para procesar y aplicar los comentarios de manera efectiva (Gibbs & Simpson, 2004).

Limitaciones de Recursos

Recursos Materiales: La falta de acceso a recursos materiales, como libros de texto actualizados, software especializado para la enseñanza del cálculo, o tecnologías educativas, puede limitar las oportunidades para la implementación efectiva de la evaluación formativa.

Estrategia de Mitigación: Los educadores pueden buscar recursos gratuitos o de bajo costo disponibles en línea, como aplicaciones educativas, plataformas de cursos abiertos masivos (MOOCs), y recursos educativos abiertos (REA), que pueden proporcionar materiales complementarios y oportunidades de aprendizaje interactivo (Weller, 2014).

Recursos Humanos: En instituciones con limitaciones de personal, la carga de trabajo para los docentes existentes aumenta, dificultando la realización de evaluaciones formativas detalladas y el seguimiento individualizado de los estudiantes.

Estrategia de Mitigación: La colaboración entre docentes para compartir responsabilidades y recursos puede ser una estrategia valiosa. Además, el reclutamiento de asistentes de enseñanza o tutores, posiblemente estudiantes avanzados, puede proporcionar apoyo adicional para la gestión de las tareas de evaluación y retroalimentación (Boud & Molloy, 2013).

3.4.1.2. Resistencia al cambio en las prácticas docentes

Comprender las razones detrás de la resistencia es el primer paso para abordarla efectivamente. A menudo, los docentes pueden estar preocupados por el aumento percibido en la carga de trabajo que conlleva la evaluación formativa o pueden sentirse incómodos con las tecnologías educativas requeridas para su implementación. La falta de evidencia clara sobre los beneficios de cambiar las prácticas de evaluación también puede contribuir a la resistencia (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Ofrecer oportunidades de formación y desarrollo profesional puede contribuir a los educadores a alcanzar las habilidades y conocimientos necesarios para implementar prácticas de evaluación formativa. Estas oportunidades pueden incluir talleres, seminarios web, y acceso a recursos educativos que demuestren las mejores prácticas y la eficacia de la evaluación formativa en mejorar el aprendizaje estudiantil (Guskey, 2002).

Establecer comunidades de práctica dentro de las instituciones educativas puede fomentar un entorno de apoyo donde los docentes puedan compartir experiencias, estrategias y recursos relacionados con la evaluación formativa. Estas comunidades pueden facilitar el aprendizaje colaborativo y ofrecer un espacio seguro para la experimentación y el intercambio de feedback entre colegas (Wenger, 1998).

Proporcionar incentivos y reconocimiento a los educadores que adopten y experimenten con nuevas prácticas de evaluación puede motivar el cambio. Esto podría incluir reconocimiento formal, oportunidades de desarrollo profesional avanzado, o apoyo en la investigación educativa. Reconocer los esfuerzos y logros de los docentes en la implementación de la evaluación formativa puede reforzar su valor dentro de la comunidad educativa (Deci et al., 1999).

Presentar evidencia empírica sobre la eficacia de la evaluación formativa para mejorar el rendimiento y la satisfacción estudiantil puede ayudar a convencer a los docentes escépticos. Estudios de caso, investigaciones y testimonios de otros educadores pueden servir como poderosos catalizadores para el cambio, mostrando los beneficios tangibles de adaptar las prácticas de evaluación (Black & Wiliam, 1998).

Ofrecer flexibilidad en la implementación de nuevas prácticas y asegurar un fuerte apoyo institucional son aspectos críticos para vencer el rechazo al cambio. Esto incluye proporcionar espacios para la planificación y reflexión, así como recursos materiales y tecnológicos necesarios para facilitar la transición hacia enfoques de evaluación más formativos (Fullan, 2007).

3.4.2. Desafíos desde la Perspectiva Docente

La implementación de la evaluación formativa, particularmente en cursos con grandes cohortes de estudiantes, puede significar un aumento considerable en la carga de trabajo para los docentes, quienes deben diseñar, aplicar y calificar evaluaciones continuas, además de proporcionar retroalimentación detallada y constructiva. Estrategia de Mitigación: Automatizar parte del proceso de evaluación mediante herramientas digitales puede ayudar a gestionar esta carga. La evaluación entre pares también puede ser una estrategia valiosa, alentando a los estudiantes a implicarse activamente en el proceso de aprendizaje y evaluación (Gikandi et al., 2011).

Muchos docentes pueden no estar familiarizados con las mejores prácticas en evaluación formativa o pueden carecer de las habilidades necesarias para implementarlas efectivamente. Esto puede ser particularmente desafiante con respecto a la integración de tecnologías educativas. Estrategia de Mitigación: Ofrecer oportunidades de desarrollo profesional continuo, incluidos talleres, cursos y recursos en línea, puede proporcionar a los docentes el conocimiento y las habilidades necesarios para llevar a cabo la evaluación formativa de manera efectiva (King, 2015).

La implementación eficaz de la evaluación formativa a menudo requiere el uso de plataformas y herramientas digitales, lo que puede representar un desafío para los docentes no familiarizados con estas tecnologías. Estrategia de Mitigación: La

capacitación técnica específica y el soporte continuo son esenciales para ayudar a los docentes a adaptarse y aprovechar las tecnologías educativas en su enseñanza (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Algunos docentes pueden ser reacios a renovar sus prácticas de enseñanza y evaluación, especialmente si han tenido éxito con métodos tradicionales en el pasado. Esta resistencia puede deberse a la percepción de riesgos, la falta de incentivos o el escepticismo sobre la efectividad de nuevos enfoques. Estrategia de Mitigación: Fomentar una cultura de innovación educativa que valore y reconozca el esfuerzo y la disposición para experimentar con nuevas prácticas puede ayudar a superar el rechazo al cambio. Crear oportunidades para que los docentes compartan sus experiencias y aprendizajes puede fortalecer el compromiso con la innovación (Almarghani & Mijatovic, 2017).

La necesidad de equilibrar las responsabilidades de enseñanza con otras obligaciones, como la investigación y el servicio a la comunidad, puede dificultar la ejecución de prácticas de evaluación formativa que son percibidas como más intensivas en tiempo. Estrategia de Mitigación: La administración del tiempo y la priorización eficaz de tareas son cruciales. Las instituciones pueden apoyar a los docentes mediante el reconocimiento de la enseñanza y la innovación pedagógica como componentes valiosos de su carga laboral académica (Houston & Thompson, 2017).

3.4.2.1. Necesidad de formación y desarrollo profesional

La evaluación formativa exige una comprensión profunda de la pedagogía y las estrategias específicas que fomentan el aprendizaje activo y el pensamiento crítico. Los docentes necesitan estar familiarizados con técnicas como la formulación de preguntas efectivas, la interpretación de respuestas de los estudiantes y la entrega de retroalimentación constructiva que motive y guíe el aprendizaje (Black & Wiliam, 1998; Shute, 2008).

La tecnología determina un aspecto crucial en la implementación moderna de la evaluación formativa, ofreciendo plataformas para la creación de pruebas interactivas, sistemas de gestión del aprendizaje para el seguimiento del progreso y herramientas para la comunicación y retroalimentación instantánea. La formación en el uso efectivo de estas tecnologías es esencial para integrarlas de forma efectiva en el proceso educativo (Bennett, 2011).

Una comunicación efectiva es fundamental para la evaluación formativa, ya que la calidad de la retroalimentación puede influenciar significativamente en el rendimiento y la motivación de los estudiantes. Los docentes deben desarrollar habilidades para proporcionar feedback claro, específico y orientado hacia el crecimiento, así como para fomentar un ambiente de aula que invite a la discusión abierta y el intercambio de ideas (Hattie & Timperley, 2007).

El campo de la educación está en constante evolución, con nuevas investigaciones que emergen sobre el aprendizaje y la enseñanza efectivos. Los programas de desarrollo profesional deben incluir componentes que ayuden a los docentes a mantenerse actualizados con estos cambios, promoviendo la adaptabilidad y la innovación en sus prácticas pedagógicas (Fullan, 2007).

- **Programas de Capacitación Continua:** Instituciones educativas deben ofrecer programas de capacitación continua que cubran tanto las bases teóricas de la evaluación formativa como aplicaciones prácticas, incluyendo el uso de tecnología en el aula.
- **Comunidades de Práctica:** Crear comunidades de práctica dentro de las instituciones permite a los docentes compartir experiencias, estrategias y recursos, fomentando un aprendizaje colaborativo y el apoyo mutuo (Wenger, 1998).
- **Mentoría y Coaching:** La implementación de programas de mentoría o coaching puede proporcionar a los docentes guía personalizada y apoyo en la adopción de nuevas prácticas de evaluación formativa.
- **Evaluación y Reflexión Propia:** Fomentar que los docentes participen en la autoevaluación y reflexión sobre sus prácticas educativas puede ayudarles a identificar áreas de mejora y buscar formación relevante.

3.4.2.2. Gestión del tiempo y carga de trabajo

Priorización de Tareas: Los docentes pueden beneficiarse de técnicas de gestión del tiempo que impliquen priorizar tareas basadas en su importancia y urgencia. Esto puede incluir la identificación de actividades de evaluación formativa que ofrezcan la mayor repercusión en el aprendizaje de los estudiantes con el menor consumo de tiempo (Covey, 2004). **Planificación y Organización:** Una planificación cuidadosa y la organización del calendario académico pueden ayudar a distribuir las actividades de evaluación formativa a lo largo del semestre, evitando la acumulación de tareas y permitiendo tiempo suficiente para la preparación y la retroalimentación (Allen, 2001).

Uso de Tecnologías Educativas: Incorporar herramientas tecnológicas que automatizan ciertos aspectos de la evaluación puede aliviar la carga de trabajo. Las plataformas de aprendizaje en línea y los sistemas de gestión del aprendizaje pueden facilitar la creación, entrega y calificación de evaluaciones, así como la distribución de retroalimentación (Bates, 2015).

Delegación y Colaboración: Trabajar colaborativamente con colegas y delegar responsabilidades, cuando sea posible, puede ayudar a distribuir la carga de trabajo. La co-enseñanza o el apoyo de asistentes de enseñanza también pueden ser recursos valiosos (Hargreaves & Fullan, 2012). **Evaluación entre Pares:** Implementar estrategias de evaluación entre pares puede reducir la carga laboral del docente al incluir a los estudiantes en el proceso de evaluación. Esta técnica no solo alivia a los educadores, sino que también promueve el aprendizaje activo y las habilidades críticas de evaluación entre los estudiantes (Topping, 1998).

Retroalimentación Efectiva y Eficiente: Desarrollar métodos para proporcionar retroalimentación que sean tanto efectivos para el aprendizaje del estudiante como eficientes en términos de tiempo puede ser crucial. Esto puede incluir el uso de comentarios generales para la clase, retroalimentación audiovisual y bancos de comentarios que se pueden adaptar y reutilizar (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Una reflexión continua sobre la práctica docente y el ajuste de estrategias en función de la efectividad y la eficiencia pueden contribuir significativamente a la gestión del tiempo y la carga de trabajo. Mantener un diálogo abierto con los estudiantes sobre estos ajustes puede ayudar a alinear las expectativas y optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Schön, 1983). La gestión efectiva del tiempo y la carga de trabajo es fundamental para la ejecución exitosa de la evaluación formativa en la enseñanza del cálculo. A través de la adopción de estrategias de priorización, organización, uso de tecnologías educativas, colaboración y evaluación entre pares, los educadores pueden abordar estos desafíos de manera efectiva, mejorando así la calidad de la educación y el bienestar tanto de docentes como de estudiantes.

4. Discusión

Los hallazgos indican que la implementación de evaluaciones formativas regulares y la retroalimentación inmediata mejoran significativamente la comprensión conceptual en cálculo, lo cual está en consonancia con estudios previos que resaltan la eficacia de estas prácticas (Black & Wiliam, 1998). Sin embargo, difiere de investigaciones que sugieren una adaptación más gradual de estas estrategias en contextos educativos tradicionales (Brown, 2011).

El avance en el rendimiento académico y la motivación estudiantil subraya la importancia de una retroalimentación constructiva y personalizada, reforzando la teoría de que el feedback efectivo es crucial para el aprendizaje autónomo (Hattie & Timperley, 2007). Este aspecto destaca la necesidad de preparar a los docentes en técnicas de evaluación formativa para maximizar su impacto (Guskey, 2002). Los hallazgos apoyan la implementación de la evaluación formativa como un instrumento pedagógico clave para la enseñanza del cálculo, sugiriendo que su adopción podría ser fundamental en la reforma de las prácticas educativas en disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) (Smith & Gorard, 2005).

Aunque los resultados son prometedores, la generalización de los hallazgos está limitada por el tamaño y diversidad de la muestra. Futuras investigaciones podrían explorar la aplicación de la evaluación formativa en un rango más amplio de contextos educativos y con grupos estudiantiles más diversos (Boud & Molloy, 2013). Se reafirma la vitalidad de la evaluación formativa continua en el aprendizaje del cálculo, subrayando su capacidad para mejorar tanto el rendimiento académico como la motivación estudiantil. A pesar de las limitaciones, este estudio contribuye significativamente al cuerpo de conocimiento existente, ofreciendo una base sólida para futuras exploraciones en este campo.

5. Conclusiones

Este estudio ha demostrado que la implementación de evaluaciones formativas regulares y la provisión de retroalimentación inmediata y constructiva tienen un impacto significativo en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes en cursos de cálculo dentro de programas de educación profesional. Los datos recopilados sugieren una mejora notable en la aprehensión teórica y las capacidades de resolución de problemas de los estudiantes, corroborando la hipótesis de que las estrategias de evaluación formativa son herramientas pedagógicas valiosas en la enseñanza del cálculo.

Los hallazgos de este estudio resaltan la importancia crítica de adoptar prácticas de evaluación formativa en la enseñanza del cálculo, no solo para mejorar el rendimiento académico sino también para fomentar un entorno de aprendizaje más inclusivo y motivador. Al ofrecer retroalimentación oportuna y relevante, los educadores pueden orientar a los estudiantes mediante su proceso de aprendizaje, ayudándoles a identificar y superar sus dificultades de manera efectiva.

Desde una perspectiva práctica, los resultados sugieren que las instituciones educativas deberían considerar la integración de evaluaciones formativas como un componente estándar en los programas de cálculo, asegurando que los educadores estén debidamente capacitados en estas metodologías. Conceptualmente, el análisis aporta en la literatura actual al suministrar evidencia empírica sobre la eficacia de la evaluación formativa en contextos específicos de educación profesional, reforzando la argumentación a favor de su adopción más amplia en la educación en STEM.

A pesar de los resultados positivos, es importante reconocer las limitaciones del estudio, incluida su muestra limitada y el enfoque en un solo contexto educativo. Investigaciones futuras deberían explorar la aplicabilidad de la evaluación formativa en una variedad más amplia de disciplinas y contextos educativos, así como examinar los efectos a largo plazo de estas prácticas en el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

En conclusión, este estudio subraya el valor pedagógico de incorporar la evaluación formativa continua en la enseñanza y aprendizaje del cálculo, evidenciando su potencial para enriquecer la experiencia educativa y mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes en educación profesional. Al adoptar y adaptar estas prácticas evaluativas, los educadores pueden desempeñar un papel crucial en la formación de los estudiantes para los desafíos académicos y profesionales futuros, fomentando habilidades críticas de pensamiento, resolución de problemas y aprendizaje autónomo. La investigación refuerza la necesidad de un compromiso continuo con la innovación pedagógica y el desarrollo profesional, asegurando que la educación en cálculo sea tanto rigurosa como relevante en el siglo XXI mediante su aplicabilidad en diferentes áreas académicas.

Referencias Bibliográficas

- Advíncula, E. M. (2013). Experimentando la evaluación continua en un curso de Matemática dirigido a estudiantes de las carreras de Humanidades.
- Allen, D. (2001). *Getting Things Done: The Art of Stress-Free Productivity*. Penguin Books.
- Almarghani, E. M., & Mijatovic, I. (2017). Factors affecting the adoption of e-learning in higher education: a comparative study. *Information & Learning Science*, 118(5/6), 315-338.
- Bates, A. W. (2015). *Teaching in a Digital Age*. BCcampus.
- Bennett, R. E. (2011). Formative assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5-25.
- Black, P., & William, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). *Feedback in higher and professional education: Understanding it and doing it well*. London: Routledge.
- Brown, S. (2011). Bringing about positive change in the higher education student experience: A case study. *Quality Assurance in Education*, 19(3), 195-207.
- Carless, D., Salter, D., Yang, M., & Lam, J. (2011). Developing sustainable feedback practices. *Studies in Higher Education*, 36(4), 395-407.
- Covey, S. R. (2004). *The 7 Habits of Highly Effective People*. Free Press.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627-668.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Fonseca Castro, J. L., & Alfaro Carvajal, C. R. (2018). El cálculo diferencial e integral en una variable en la formación inicial de docentes de matemática en Costa Rica. *Revista Educación*, 289–305. <https://doi.org/10.15517/revedu.v42i2.25844>
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.
- García Suárez, J., Guzmán Martínez, M., & Monje Parrilla, F. J. (2023). Estudio descriptivo de la ansiedad matemática en estudiantes mexicanos de

- ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, e1619. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1619
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, 1, 3-31.
- Gielen, S., Peeters, E., Dochy, F., Onghena, P., & Struyven, K. (2010). Improving the effectiveness of peer feedback for learning. *Learning and Instruction*, 20(4), 304-315.
- Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333-2351.
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3), 381-391.
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2012). *Professional Capital: Transforming Teaching in Every School*. Teachers College Press.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Houston, D., & Thompson, J. N. (2017). Developing an institutional framework to support e-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(5), 673-686.
- King, F. (2015). Evaluating the impact of teacher professional development: An evidence-based framework. *Professional Development in Education*, 41(4), 639-657.
- Lozano Villegas, G. (2019). Transformación digital y didáctica crítica: retos y barreras en la enseñanza del cálculo infinitesimal. Universidad Externado de Colombia. <https://doi.org/10.57998/BDIGITAL.HANDLE.001.3769>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action*. Basic Books.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189.
- Smith, E., & Gorard, S. (2005). 'They don't give us our marks': The role of formative feedback in student progress. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 12(1), 21-38.

- Topping, K. (1998). Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68(3), 249-276.
- Weller, M. (2014). *The battle for open: How openness won and why it doesn't feel like victory*. Ubiquity Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Yungán-Cazar, J. C., Cáceres-Veintimilla, D. A., Merino-Villa, K. A., & Salazar-Álvarez, E. G. (Eds.). (2023). Estudio comparativo de conocimientos para determinar el rendimiento en matemática básica en la facultad de ciencias utilizando el algoritmo del Test de Scheffé (Vol. 8, Número 8). *Polo de Capacitación, Investigación y Publicación*. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8>