

Innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas para estudiantes de bachillerato general unificado considerando tecnologías de información y comunicación

(Pedagogical Innovation in the Teaching-Learning Process of Mathematics for Unified General High School Students Considering ICT)

Josué Moncayo-Redin¹, Johnny Jiménez-Contreras² y Joe Llerena-Izquierdo³
Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
jmoncayor@est.ups.edu.ec, jjimenez@ups.edu.ec, jlllerena@ups.edu.ec

Resumen: Las TIC como herramientas de integración educativa han permitido el desarrollo de estrategias en áreas como las matemáticas, mejorando el proceso pedagógico de las concepciones, maximizando la calidad de los recursos y fortaleciendo el aprendizaje. A partir de la combinación de estrategias didácticas con actividades pedagógicas preinstruccionales o dirigidas, es fundamental desarrollar estructuras evaluativas que garanticen la plena implementación de las concepciones instruccionales. El propósito de esta investigación es establecer una estrategia de innovación pedagógica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato general unificado considerando las tecnologías de la información y la comunicación. Se desarrolla una metodología de investigación empírico-analítica cuantitativa. Se llevan a cabo dos fases. En la primera fase, se realiza una revisión de la literatura relevante. En la segunda fase, se aplica la técnica de la encuesta a un grupo de cincuenta profesores de secundaria. Se determina el impacto de la innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de bachillerato a partir de su labor educativa. Las estrategias de innovación pedagógica encontradas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas considerando las TIC se adoptan según la clasificación de preinstruccionales, instruccionales y postinstruccionales. El uso de estrategias pedagógicas en las tres etapas preinstruccionales, coinstruccionales y postinstruccionales en las diferentes áreas del conocimiento permiten aplicar formas de innovación con el apoyo de las TIC.

Palabras clave: proceso de enseñanza-aprendizaje, niveles de instrucción, enseñanza secundaria, matemáticas.

Abstract: ICT as tools for educational integration have allowed the development of strategies in areas such as mathematics, improving the pedagogical process of concepts, maximizing the quality of resources, and strengthening learning. From the combination of didactic strategies with pre-instructional or directed teaching activities, it is essential to develop evaluative structures to ensure that the instructional conceptions are fully implemented. The purpose of this research is to establish a pedagogical innovation strategy to improve the teaching-learning process of mathematics in unified general high school students considering information and communication technologies. A quantitative empirical-analytical research methodology is developed. Two phases are carried out. In the first phase, a review of relevant literature is carried out. In the second phase, the survey technique is applied to a group of fifty high school teachers. The impact of pedagogical innovation in the teaching-learning process of high school mathematics is determined from their educational work. The

pedagogical innovation strategies found to optimize the mathematics teaching-learning process considering ICT are adopted according to the classification of pre-instructional, instructional, and post-instructional. The use of pedagogical strategies in the three stages pre instructional, co instructional, and post instructional in the different areas of knowledge allow the application of forms of innovation with the support of ICT.

Keywords: teaching-learning process, instructional levels, high school, mathematics.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han tenido un impacto muy amplio en el ámbito educativo. A su vez, las TIC como herramientas de integración educativa y uso para la innovación, han permitido desarrollar estrategias en áreas como las matemáticas para sus diferentes niveles de educación, en educación básica como en el bachillerato [1], [2], mejorando el proceso pedagógico de conceptos, teorías, y ejercicios didácticos maximizando la calidad de los recursos y fortaleciendo el aprendizaje [3], [4].

Con la llegada de servicios tecnológicos, dispositivos inteligentes, conexiones de altas prestaciones y tecnologías nacientes, nuevas formas de trabajar para el docente se integran de forma disruptiva en su quehacer laboral [5]. Adquiriendo nuevas competencias tecno-pedagógicas al desarrollar contenidos programáticos que fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje [6].

La pandemia del COVID-19 evidenció carencias en el acceso al internet, así como el no estar preparados para un cambio radical hacia la virtualidad [7], pero dejó lecciones aprendidas en distintas investigaciones donde denotan un fortalecimiento de los resultados de aprendizaje con el soporte de dispositivos, la creación de recursos digitales y la integración de herramientas tecnológicas para un soporte digital [8].

El uso de las TIC fortalece los contenidos programáticos mediante estrategias que diseñan los profesores y en gran medida dan soporte a los estudiantes en la resolución de problemas de estudio, en especial en el ámbito de las matemáticas. Las tendencias de uso de las tecnologías y estrategias de aprendizaje aplicadas en el aula alcanzan resultados positivos en los procesos instruccionales y que lo validan desde observatorios de carácter académico y en distintos países [3], [9].

El propósito fundamental de esta investigación es establecer una estrategia de innovación pedagógica que permita mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de bachillerato general unificado considerando tecnologías de información y comunicación.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En los últimos años las TIC han tenido una gran influencia en el apoyo de la educación [5], [10]. Por medio de las nuevas tecnologías existentes el soporte en el desarrollo de contenidos programáticos de las jornadas de clases, luego de la pandemia del COVID-19 pasando de forma disruptiva de lo presencial a lo virtual y luego de forma híbrida, ha ido potenciado los procesos de enseñanza-aprendizaje debido al incremento y perfeccionamiento de teorías, técnicas y modelos, como el aula invertida, el aula interactiva, el aprendizaje experiencial de Kolb, entre otros [6], [11], [12]. Cabe resaltar que el proceso de enseñanza-aprendizaje fortalece a la transformación de resultados en la educación, y además potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje que busca que el estudiante adquiera una secuencia de contenidos y competencias presentes dentro del currículo de tal forma que se logre mantener la excelencia de la enseñanza y mejorar el desarrollo cognitivo [13], [14].

Los paradigmas educativos, especialmente en el ámbito de la educación a distancia y su potencial beneficio cuando el acceso al internet de forma remota es efectivo, pueden favorecer a distintas formas de brindar una educación de calidad beneficiando especialmente a las personas

con escasos recursos [15], [16]. El impacto positivo del florecimiento de estrategias, buenas prácticas, así como herramientas didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha sido prometedor. Sin contar el efecto innovador de impulsar el uso de herramientas como la realidad aumentada, realidad virtual y el aprendizaje activo en línea [17], [18].

El uso de las TIC durante la pandemia trae consigo lecciones aprendidas sobre el rol del docente que, con capacidades tecno pedagógicas ha sabido tener un compromiso a seguir aprendiendo, unirse en red para fortalecer sus capacidades, y ser capaz de introducir herramientas digitales con mucha creatividad en su quehacer docente [19]-[21].

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas existen variadas herramientas TIC que apoyan el entorno de una educación en continuo cambio o evolución para su optimización [22], [23]. Las herramientas TIC permiten presentar las características de percepciones matemáticas con mayor efecto positivo que el uso del pizarrón tradicional, mejorar la vinculación entre conceptos con el uso de exploraciones digitales; además el docente desarrolla sus propios recursos para alcanzar los objetivos trazados en el aprendizaje mejorando sus habilidades informáticas; en cambio los estudiantes pueden involucrarse en el origen de conceptos matemáticos con herramientas multimediales y mejorar la comprensión como por ejemplo la derivada o las transformaciones de funciones [24], [25]. El impacto de las TIC es de gran escala a nivel educativo permitiendo ser la solución a dificultades de acceso a recursos físicos para los estudiantes y sus necesidades que se presentan en las instituciones educativas que en muchos casos se debe a la falta de recursos económicos [26], [27].

La ejecución de las actividades depende de la forma de recibir la instrucción que permita desembocar en adquisición de habilidades [28], [29]. Desde la combinación de estrategias didácticas con actividades preinstruccionales o de enseñanza dirigida, es primordial el desarrollo decisivo de estructuras evaluativas que permitan lograr que las concepciones responsables en la instrucción se lleve a cabalidad [30], [31].

La preinstrucción permite que las actividades didácticas en las asignaturas de bachillerato conlleven un conjunto de concepciones previas a consolidar. Con ello, el pensamiento estructurado de los estudiantes cuando inician una actividad se contrasta con el conocimiento previo empírico que han adquirido, que en muchos casos deben desaprender para aprender concepciones más científicas. Por esto, antes de producir un conflicto cognitivo por el cambio conceptual, se desarrollan instrucciones previas a la actividad principal [30], [32]. La instrucción logra que las concepciones en los estudiantes se desarrollen de acuerdo con la instrucción ofrecida por la actividad [31]. Es decir la calidad de una instrucción depende de la forma de integrar el contenido de una asignatura que sustente formas de mejorar las habilidades en los participantes posteriormente [33]. La posinstrucción permite medir finalmente el desempeño del estudiante así como el rendimiento en un espacio operativo y adecuado [34]. Con esto, los estudiantes son capaces de valorar cada una de las estrategias de enseñanza durante y después de la actividad [35], [36].

3. METODOLOGÍA

Se desarrolla una metodología de investigación empírico-analítica de corte cuantitativo. Se realizan dos fases. En la primera fase se realiza una revisión de literatura relacionada con los términos "innovación pedagógica", "estrategias de innovación educativa" y "adopción del uso TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje". En esta fase, se realiza el análisis de trabajos con énfasis en el ámbito de las matemáticas. Estos trabajos clasifican las estrategias de acuerdo con el criterio que proponen en el uso de las TIC, la clasificación depende del momento a utilizar: preinstrucciona (planificación de la clase), coinstrucciona (durante la clase) y posinstrucciona (después de clase). Para seleccionar una o varias estrategias de innovación pedagógica se adopta

estrategias acordes a nuestro contexto ecuatoriano. En la segunda fase se aplica la técnica de la encuesta a un conjunto de cincuenta profesores de bachillerato, mediante el uso de la herramienta de recolección de datos, de Google Forms. Se determina el impacto de la innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas de bachillerato desde su labor educativa.

En la primera fase, se realiza una revisión sistemática de literatura propuesta [37] para la identificación de trabajos relacionados a estrategias de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de las matemáticas de acuerdo con los tipos de instrucción, preinstruccional, coinstruccional y posinstruccional. Se determinan las siguientes preguntas de investigación.

Q1. ¿Qué conjunto de estrategias se evidencia relacionadas con la enseñanza-aprendizaje en matemáticas de acuerdo con el tipo de instrucción?

Q2. ¿Qué impacto se evidencia entre la innovación educativa, TIC y estrategias de aprendizaje en términos que determinen las diferentes direcciones de acuerdo con los ámbitos de estudio?

Para el proceso de búsqueda se utilizó la base de datos Scopus, mediante el conjunto de palabras clave y cadenas de búsqueda, (ver Tabla 1).

Tabla 1. Palabras clave y cadenas de búsquedas utilizadas en la base indexada de Scopus.

Palabras clave	Cadena
"instructional", "post-instruction"	instructional AND post-instruction
"instructional", "post-instructional"	instructional AND post-instructional
"instructional", "pre-instructional"	instructional AND pre-instructional
"instructional", "pre-instruction"	instructional AND pre-instruction
"instructional", "preinstruction"	instructional AND preinstruction
"instructional", "pre-instruction"	instructional AND pre-instruction
"instructional", "preinstruction"	instructional AND preinstruction
"instructional", "post-instruction"	instructional AND post-instruction
"instructional", "post-instructional"	instructional AND post-instructional
"instructional", "post-instruction"	instructional AND post-instruction
"instructional", "post-instructional"	instructional AND post-instructional
"instructional", "pre-instructional"	instructional AND pre-instructional
"instructional", "pre-instruction"	instructional AND pre-instruction
"instructional", "pre-instruction"	instructional OR pre-instruction
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional", "post-instruction"	instructional OR pre-instruction AND pre-instructional AND post-instruction
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional", "post-instruction"	instructional AND pre-instruction AND pre-instructional AND post-instruction
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional", "post-instruction"	instructional OR pre-instruction AND pre-instructional AND post-instruction
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional", "post-instruction"	instructional OR pre-instruction OR pre-instructional AND post-instruction
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional", "postinstructional"	instructional OR pre-instruction OR pre-instructional AND postinstructional
"instructional", "pre-instruction", "pre-instructional"	instructional OR pre-instruction OR pre-instructional
"instructional", "pre-instruction"	instructional AND pre-instruction
"instructional", "pre-instructional"	instructional AND pre-instructional
"instructional", "preinstruccional"	instructional AND preinstruccional
"instructional", "postinstruccional"	instructional AND postinstruccional

La búsqueda de trabajos produjo un total de 190 artículos. De ellos se realiza el procedimiento de inclusión y exclusión de acuerdo con los siguientes criterios. Para la inclusión, se determinan, trabajos solo en idioma inglés y trabajos de investigación tipo artículos. Para los criterios de exclusión, todos aquellos trabajos que no estén en el ámbito de educación.

Se obtuvo un total de 144 artículos. De acuerdo con la lectura de los trabajos, se desarrolla una clasificación identificando por tipo de enseñanza-aprendizaje, preinstruccional, coinstruccional y posinstruccional, (ver Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de trabajos relevantes de acuerdo con el tipo de enseñanza-aprendizaje.

Tipo	Total de trabajo
Preinstruccional	49
Coinstruccional	13
Postinstruccional	82
Total	144

Además, se organizan los trabajos por años, determinando artículos del año 2001 al 2023 de acuerdo con la búsqueda, (ver Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de trabajos relevantes de acuerdo con el periodo de publicación.

Tipo	Total de trabajo
Menores a 2016	67
2017	7
2018	13
2019	19
2020	6
2021	9
2022	16
2023	7
Total	144

Finalmente se realiza una revisión de contenidos determinando la relación del tipo de instrucción en el ámbito de las matemáticas, obteniendo 22 trabajos de investigación para incluirlos en este estudio.

4. RESULTADOS

En respuesta a la pregunta de investigación Q1, se obtuvieron 22 artículos que se tabulan para conocer las estrategias de enseñanza aprendizaje, y se seleccionan los 10 trabajos con énfasis en la Enseñanza-aprendizaje de matemáticas, se clasifican las estrategias de acuerdo con el impacto que proponen los autores en el uso de TIC, (ver Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de estrategias relacionadas con la enseñanza-aprendizaje en matemáticas.

Estrategias	Tipo	Referencia
Aplicación móvil, aplicación online, aplicación de programación	Preinstruccional	[17]
Aplicación móvil, aplicación online, Moodle, redes sociales, blog, pizarra digital	Preinstruccional	[18]
Aplicación online, aplicación de programación, Moodle, redes sociales, hojas electrónicas, Smartboard	Preinstruccional	[20]
Aplicación online, Moodle, videos, diapositivas	Preinstruccional	[21]
Hojas electrónicas, diapositivas, aplicación de programación	Preinstruccional	[38]
Aplicación móvil, aplicación online, videos, diapositivas, redes sociales, hojas electrónicas	Coinstruccional	[29]
Aplicación móvil, aplicación online, blog, pizarra digital, videos	Coinstruccional	[25]
Aplicación online, Moodle, hojas electrónicas, diapositivas	Coinstruccional	[28]
Aplicación online, Moodle	Coinstruccional	[27]
Aplicación móvil	Posinstruccional	[39]

Las estrategias de innovación pedagógica halladas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas considerando las TIC, se adoptan de acuerdo la clasificación de preinstruccionales, como lo son: aplicación móvil y aplicación de programación para fortalecer las actividades de colaboración, comunicación, discusión, cálculo numérico y verificación de soluciones calculadas, explorar gráficos, funciones y relaciones geométricas, además de asignaciones como tareas y cuestionarios [17]; hojas electrónicas y diapositivas para graficar conceptos y problemas matemáticos [38]; el uso de redes sociales y aplicaciones online como foros con el propósito de compartir conocimientos y resoluciones de problemas o ejercicios, además de generar un debate acerca de los resultados obtenidos [18].

Se adopta como herramientas coinstruccionales: el uso de blogs, video y pizarra digital con el propósito de que exista una integración de la TIC visibles en las aulas, se despejen dudas con el docente, se active la participación del alumnado, la relación docente-estudiante sea dentro de un marco de diálogo y escucha [40]; uso del Moodle y de aplicaciones online durante las clases para fortalecer las actividades de comunicación y colaboración, gestión de la información y operaciones técnicas para acceder, recuperar, organizar información y realizar asignaciones [27].

Se adopta como estrategias posinstruccional: el uso de una aplicación móvil a fin de afianzar la aceptación y uso de la tecnología a la hora de aprender matemáticas luego del horario escolar [39] y aplicaciones online [29].

La Figura 1, representa las estrategias que se adoptan y se proponen para optimizar la enseñanza-aprendizaje.

sus estudiantes, frente actividades que contemplen los tres niveles de instrucción se encuentran altamente motivados, y un 40 % motivados (ver Figura 3).

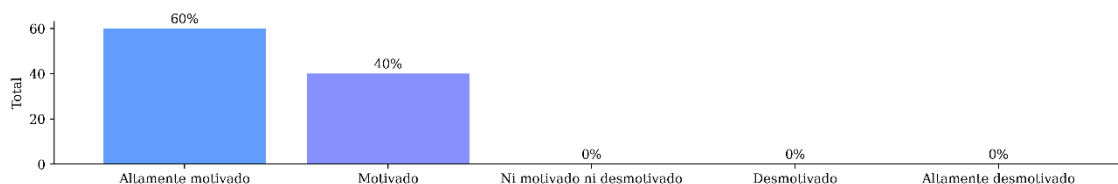


Figura 3. Porcentaje de estudiantes motivados frente a una actividad en clases que contemple los tres niveles de instrucción.

Con el uso de las herramientas TIC de aprendizaje, utilizándolas en una actividad de conocimiento matemático se les consultó a los profesores si consideran que la motivación mejora cuando los participantes conocen que existe una actividad con estructura preinstruccional en el desarrollo de los ejercicios matemáticos. Se obtuvo que el 22 % de los participantes estaban “fuertemente de acuerdo”, y un 78 % “de acuerdo”, (ver Figura. 4).

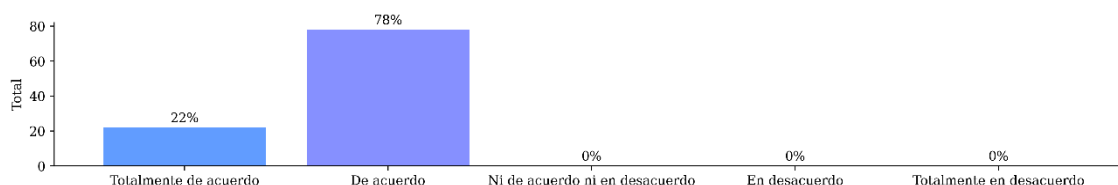


Figura 4. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo con el uso de una estructura preinstruccional en una actividad de conocimiento matemático.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento facilitando el aprendizaje de las matemáticas a nivel preinstruccional. Se obtuvo que el 28 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo”, el 68 % se encuentran “de acuerdo” y el 4 %, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, (ver Figura 5).

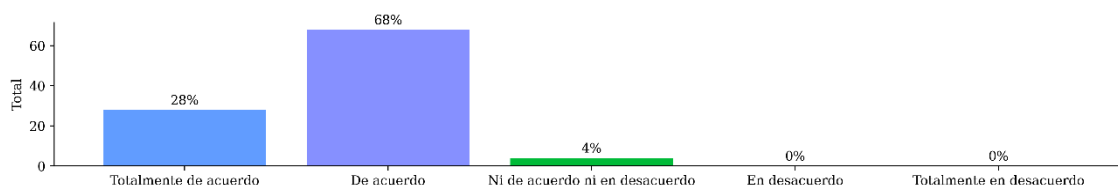


Figura 5. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento para facilitar el aprendizaje de las matemáticas a nivel preinstruccional.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento facilitando el aprendizaje de las matemáticas a nivel instruccional. Se obtuvo que el 32 % de los profesores se encuentran “fuertemente de acuerdo”, el 66 % se encuentran “de acuerdo” y el 2 %, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, (ver Figura 6).

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento facilitando el aprendizaje de las matemáticas a nivel posinstruccional. Se obtuvo que el 32 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo”, y el 68 % se encuentran “de acuerdo”, (ver Figura 7).

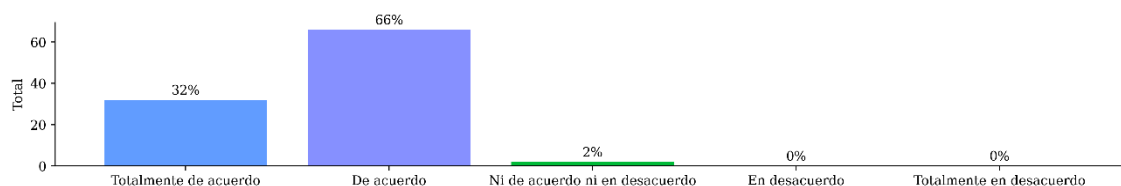


Figura 6. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento para facilitar el aprendizaje de las matemáticas a nivel coinstruccional.

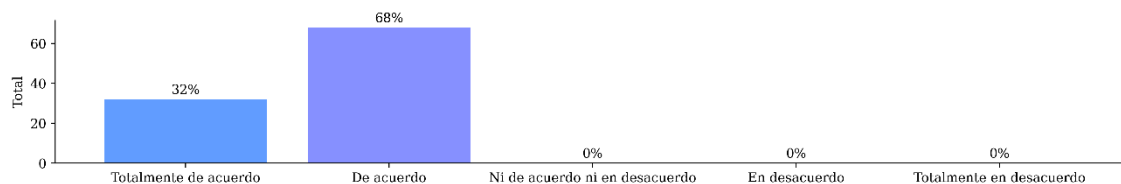


Figura 7. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de tecnologías de información y tecnologías de aprendizaje del conocimiento para facilitar el aprendizaje de las matemáticas a nivel posinstruccional.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles y tecnologías abiertas dentro del aprendizaje del conocimiento a nivel instruccional. Se obtuvo que el 34 % de los profesores se encuentran “fuertemente de acuerdo” y el 66 % se encuentran “de acuerdo”, (ver Figura 8).

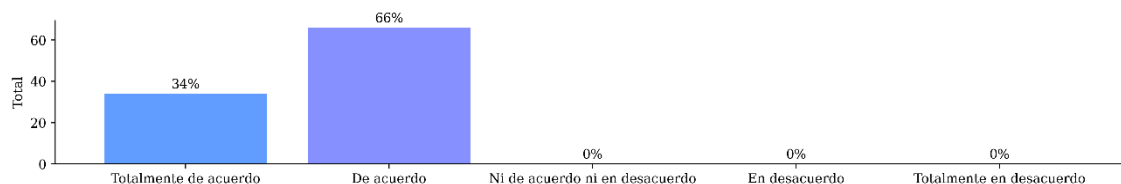


Figura 8. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles y tecnologías abiertas dentro del aprendizaje del conocimiento a nivel coinstruccional.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles y tecnologías abiertas dentro del aprendizaje del conocimiento a nivel posinstruccional. Se obtuvo que el 42 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo” y el 58 % se encuentran “de acuerdo”, (ver Figura 9).

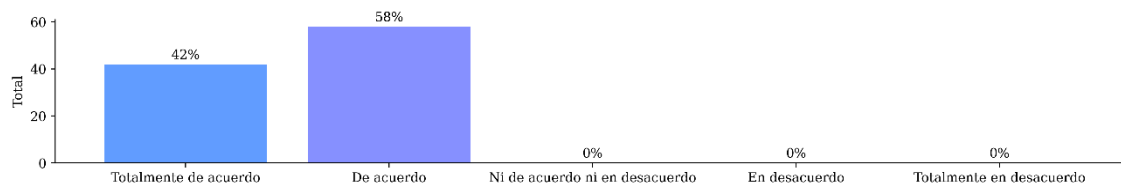


Figura 9. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles y tecnologías abiertas dentro del aprendizaje del conocimiento a nivel postinstruccional.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles abiertas como una estrategia para innovación en el proceso de aprendizaje de matemáticas. Se obtuvo que el 42 % de los profesores se encuentran “fuertemente de acuerdo” y el 58 % se encuentran “de acuerdo”, (ver Figura 10).

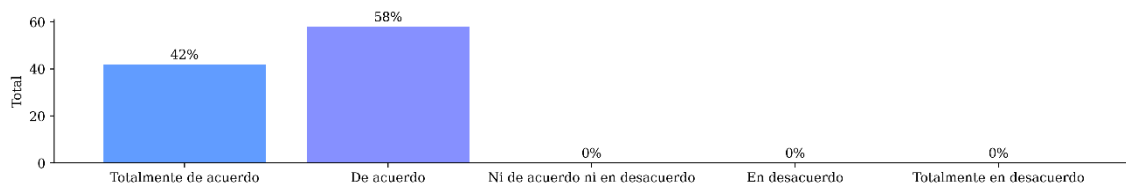


Figura 10. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que se debe considerar el uso de aplicaciones móviles abiertas como una estrategia para innovación en el proceso de aprendizaje de matemáticas.

A los profesores se les preguntó si están de acuerdo que el uso de aplicaciones TIC especializadas en el área de matemáticas mejora el rendimiento escolar. Se obtuvo que el 48 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo”, el 50 % se encuentran “de acuerdo”, y el 2 %, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, (ver Figura 11).

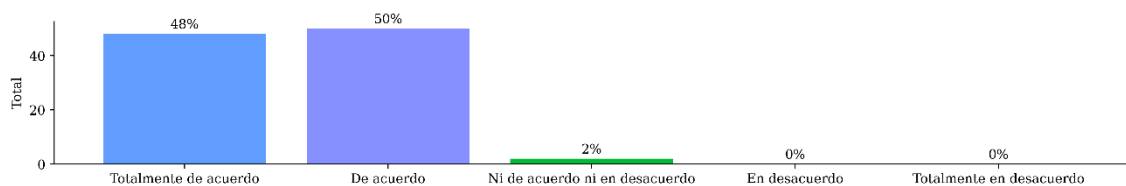


Figura 11. Porcentaje de profesores que se encuentran de acuerdo que el uso de aplicaciones TIC especializadas en el área de matemáticas mejora el rendimiento escolar.

A los profesores se les preguntó si observan en sus estudiantes estar de acuerdo en considerar el uso de aplicaciones de tecnología móviles para facilitar el aprendizaje de las matemáticas. Se obtuvo que el 9 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo”, el 59 % se encuentran “de acuerdo”, y el 32 %, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, (ver Figura 12).

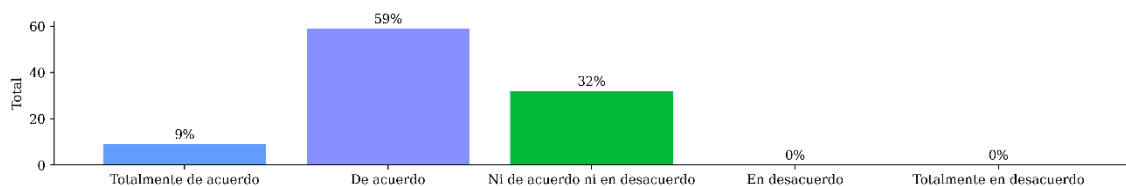


Figura 12. Porcentaje de profesores que observan en sus estudiantes estar de acuerdo en considerar el uso de aplicaciones de tecnología móviles para facilitar el aprendizaje de las matemáticas.

Finalmente, se les preguntó a los profesores si están de acuerdo que el uso de aplicaciones de tecnologías móviles ha permitido mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes en el ámbito de las matemáticas. Se obtuvo que el 18 % de los profesores están “fuertemente de acuerdo”, el 64 % se encuentran “de acuerdo”, y el 18 %, “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, (ver Figura 13).

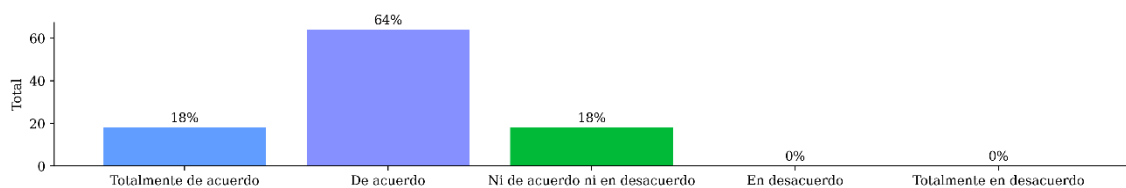


Figura 13. Porcentaje de profesores que están de acuerdo que el uso de aplicaciones de tecnologías móviles ha permitido mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes en el ámbito de las matemáticas.

5. DISCUSIÓN

El aprendizaje de las ciencias usando estrategias basadas en la experimentación y utilizando tecnologías de información mejoran significativamente el rendimiento académico considerando que el estudiante incrementa el entendimiento de los contenidos [41], [42]. El estudiante desarrolla competencias y destrezas en el área de matemáticas al aplicar las estrategias adecuadas de aprendizaje en una estructura de tres niveles instruccionales usando las herramientas digitales de tecnologías de información y comunicación [43], [44].

El uso de estrategias pedagógicas en la tres etapas preinstruccional, instruccional y posinstruccional en las diferentes áreas del conocimiento y el diseño de la guías del aprendizaje permiten aplicar formas de innovación con el soporte de TIC [45]-[47]. La metodología de implementación del aprendizaje invertido y el uso de aplicaciones móviles especializadas permite a los estudiantes identificar potencialidades propias que incentiva el descubrimiento del conocimiento y la práctica de las matemáticas [48]-[50]. Los estudiantes mantienen una estructura de análisis mental matizados por la forma de comprensión conceptual y la actitud para explicarla, con esto el apoyo de estrategias didácticas, con una estructura de tres niveles de instrucción y soportados con tecnologías de la información y comunicación permite potenciar el proceso de aprendizaje y resultados de logros esperados [51]-[54].

6. CONCLUSIONES

Las experiencias de las estrategias pedagógicas en una estructura de tres niveles de instrucción que usan las herramientas TIC tienen efecto positivo en los estudiantes porque existe una asociación con el éxito académico y una relación positiva con el entretenimiento, pero utilizar TIC disminuye la interacción social de los estudiantes. Los docentes con una estructura de tres niveles de instrucción maximizan el impacto de TIC en la clase, los estudiantes aprenden a colaborar en grupos, los estudiantes aplican la resolución de problemas, el estudiante participa en el proceso de la solución, el pensamiento del estudiante aumenta en la transformación de información, los estudiantes combinan o cruzan ideas.

Las actividades experimentales desde un desarrollo instruccional de tres niveles benefician potencialmente a los procesos de aprendizaje en el aula, apoyados con equipos tecnológicos evidencian cada vez más ser un camino confiable capaz de producir resultados favorables, además de ser observables para brindar retroalimentación y mejorando los planes de estudio a futuro.

REFERENCIAS

- [1] B. G. Fabros and E. D. Ibañez, "Effectiveness of Utilizing Graphic Organizers in Improving Conceptual Understanding towards Operations of Fractions among Teachers," *Int. J. Instr.*, vol. 16, no. 1, pp. 507–526, jan. 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.29333/iji.2023.16128a>
- [2] F. B. Potes-Duque and J. J. Jiménez-Contreras, "Innovación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas para estudiantes de Educación General Básica considerando las Tecnologías de la Información y la Comunicación," *INNOVA Res. J.*, vol. 8, no. 3.1, pp. 25–44, nov. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v8.n3.1.2023.2319>.
- [3] B. Stein, H. Stein, and I. Galili, "The Concept of Observer in Science Teaching in Middle School: Pre-Instructional Knowledge as a Lever for Learning rather than an Obstacle," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 1, jan. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci13010095>
- [4] M. Isanoa-Sinche and J. Llerena-Izquierdo, "Towards a Meaningful Experience on the Use of Digital Educational Resources and Media created at Ardora," *2023 IEEE Seventh*

Ecuador Technical Chapters Meeting (ECTM), pp. 1–5, nov. 2023. [En línea]. Disponible en: 10.1109/ETCM58927.2023.10308988.

- [5] J. Rivadeneira and E. Inga, “Interactive Peer Instruction Method Applied to Classroom Environments Considering a Learning Engineering Approach to Innovate the Teaching-Learning Process,” *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 3, mar. 2023. [Online]. Available: 10.3390/educsci13030301.
- [6] N. Pilapaxi-Cunalata and J. Llerena-Izquierdo, “Experience of the Disruption of Educational Technologies Based on the UTAUT Model,” in *2023 IEEE Seventh Ecuador Technical Chapters Meeting (ECTM)*, pp. 1–5, nov. 2023. [Online]. Available: 10.1109/ETCM58927.2023.10308981.
- [7] J. Zapata-Martínez and J. Llerena-Izquierdo, “Las TIC después del COVID-19: la perspectiva de los profesores universitarios,” *Congr. Docencia en Educ. Super. CODES*, vol. 5, nov. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.15443/codes1988>
- [8] A. Cedeño-Tello and J. Llerena-Izquierdo, “Impact of homogeneous use of virtual classrooms based on a management model for teaching-learning processes,” in *2023 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)*, IEEE, pp. 1–8, mar. 2023. [Online]. Available: 10.1109/EDUNINE57531.2023.10102905.
- [9] S. Y. Ng, Y.-L. Kuo, and C.-L. Lin, “Low-Cost and Easily Fabricated Ultrasound-Guided Breast Phantom for Breast Biopsy Training,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 16, Aug. 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/app11167728>
- [10] A. Volkov *et al.*, “Using Digital Tools to Teach Soft Skill-Oriented Subjects to University Students during the COVID-19 Pandemic,” *Educ. Sci.*, vol. 12, no. 5, may 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci12050335>
- [11] L. P. Ewe and T. Galvin, “Universal Design for Learning across Formal School Structures in Europe—A Systematic Review,” *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 9, p. 867, aug. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci13090867>.
- [12] T. M. Wut, J. (Bill) Xu, S. W. Lee, and D. Lee, “University Student Readiness and Its Effect on Intention to Participate in the Flipped Classroom Setting of Hybrid Learning,” *Educ. Sci.*, vol. 12, no. 7, jun. 2022. [Online]. Available: 10.3390/educsci12070442.
- [13] T. Fletcher, “Using a virtual learning environment to enhance reflective practice in work-based learning,” *High. Educ. Ski. Work. Learn.*, vol. ahead-of-p, no. ahead-of-print, jan. 2023. [Online]. Available: 10.1108/HESWBL-10-2020-0231.
- [14] H. Tinoco-Giraldo, E. M. Torrecilla Sánchez, and F. J. García-Peñalvo, “E-Mentoring Pilot Program in Academic Internships: Effectiveness in Improving Participants’ Competencies,” *Sustainability*, vol. 14, no. 7, pp. 1-20, Mar. 2022. [Online]. Available: 10.3390/su14074025.
- [15] A. Almusaed, A. Almssad, I. Yitmen, and R. Z. Homod, “Enhancing Student Engagement: Harnessing ‘AIED’’s Power in Hybrid Education—A Review Analysis,” *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 7, p. 632, jun. 2023. [Online]. Available: 10.3390/educsci13070632.
- [16] I. E. F. Costa, S. R. B. Oliveira, I. S. Elgrably, A. dos S. Guerra, E. M. Soares, and I. V. F. Costa, “Using Active Methodologies for Teaching and Learning of Exploratory Test Design and Execution,” *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 2, p. 115, jan. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci13020115>
- [17] B. Chimmalee, “Analysis of Elements of Mathematics Learning on Cloud Technology for Pre-Service Teachers,” *Int. Conf. ICT Knowl. Eng.*, vol. 2020-Novem, pp. 20–24,

December 2020, doi: 10.1109/ICTKE50349.2020.9289893.

- [18] T. Tran, H. A. Phan, H. Van Le, and H. T. Nguyen, "ICT integration in developing competence for pre-service mathematics teachers: A case study from six universities in Vietnam," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 15, no. 14, pp. 19–34, jul. 2020. [Online]. Available: 10.3991/ijet.v15i14.14015.
- [19] K. L. Nielsen, "Why Can the Flipped Classroom Frustrate Students? Experiences from an Engineering Mathematics Course," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 4, p. 396, apr. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci13040396>
- [20] O. Birgin, K. Uzun, and S. G. Mazman Akar, "Investigation of Turkish mathematics teachers' proficiency perceptions in using information and communication technologies in teaching*," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 25, no. 1, pp. 487–507, August 2020. [Online]. Available: 10.1007/s10639-019-09977-1.
- [21] L. Verschaffel, F. Depaepe, and Z. Mevarech, "Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature," *Educ. Res. Int.*, vol. 2019, sep. 2019. [Online]. Available: 10.1155/2019/3402035.
- [22] K. Kim, H.-S. Kim, J. Shim, and J. S. Park, "A study in the early prediction of ict literacy ratings using sustainability in data mining techniques," *Sustainability*, vol. 13, no. 4, p. 2141, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13042141>
- [23] A. C. Schwartz and A. C. Burrows, "Listening for Integrated STEM Discourse: Power and Positioning in a Teacher Professional Development Dataset Activity," *Educ. Sci.*, vol. 12, no. 2, jan. 2022. [Online]. Available: 10.3390/educsci12020084.
- [24] E. M. Torres-Madroño, M. C. Torres-Madroño, and L. D. Ruiz Botero, "Challenges and Possibilities of ICT-Mediated Assessment in Virtual Teaching and Learning Processes," *Futur. Internet*, vol. 12, no. 12, p. 232, dec. 2020. [Online]. Available: 10.3390/fi12120232.
- [25] J. Batista, "Cartographic narratives: the teaching of mathematics and ICT," *J. Res. Knowl. SPREADING*, vol. 1, no. 2020, pp. 1–13, dec. 2020. [Online]. Available: <https://www.seer.ufal.br/index.php/jrks/article/view/11645>
- [26] J. C. Bustamante, M. Segura-Berges, M. Lizalde-Gil, and C. Peñarrubia-Lozano, "Qualitative Analyses of e-Learning Implementation and Hybrid Teaching during the COVID-19 Pandemic at Spanish Universities," *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 12003, sep. 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su141912003>
- [27] S. Meggiolaro, "Information and communication technologies use, gender and mathematics achievement: evidence from Italy," *Soc. Psychol. Educ.*, vol. 21, no. 2, pp. 497–516, dec. 2018. [Online]. Available: 10.1007/s11218-017-9425-7.
- [28] C. Namome and M. Moodley, "ICT in mathematics education: an HLM analysis of achievement, access to and use of ICT by African Middle School Students," *SN Soc. Sci.*, vol. 1, no. 9, p. 224, sep. 2021. [Online]. Available: 10.1007/s43545-021-00230-6.
- [29] W. Daher, N. Baya'a, and R. Anabousy, "In-service mathematics teachers' integration of ict as innovative practice," *Int. J. Res. Educ. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 534–543, 2018. [Online]. Available: 10.21890/ijres.428945.
- [30] J. Schneiderhan-Opel and F. X. Bogner, "Between Environmental Utilization and Protection: Adolescent Conceptions of Biodiversity," *Sustainability*, vol. 11, no. 17, aug. 2019. [Online]. Available: 10.3390/su11174517.
- [31] S. Farahani, I. Farahani, B. B. Burckhardt, H. Schwender, and S. Laeer, "Self-Instruction

Video Versus Face-to-Face Instruction of Pharmacy Students' Skills in Blood Pressure Measurement," *Pharmacy*, vol. 8, no. 4, november 2020. [Online]. Available: 10.3390/pharmacy8040217.

- [32] D. Messig and J. Groß, "Understanding Plant Nutrition—The Genesis of Students' Conceptions and the Implications for Teaching Photosynthesis," *Educ. Sci.*, vol. 8, no. 3, aug. 2018. [Online]. Available: 10.3390/educsci8030132.
- [33] D. S. K. Girish Sharma, "A Research Framework And Evaluation Of The Efficiency Of Online Teaching Pedagogy In Individual Skill Development," *J. Pharm. Negat. Results*, pp. 743–753, nov. 2022. [Online]. Available: 10.47750/pnr.2022.13.S09.85.
- [34] J. Medrano, J. Jaffe, D. Lombardi, M. A. Holzer, and C. Roemmele, "Students' Scientific Evaluations of Water Resources," *Water*, vol. 12, no. 7, jul. 2020. [Online]. Available: 10.3390/w12072048.
- [35] J. Benegas and M. Villegas, "Introducing Pre-Service Math and Biology Teachers to Physics PCK," *J. Sci. Teacher Educ.*, vol. 33, no. 3, pp. 227–246, Apr. 2022. [Online]. Available: 10.1080/1046560X.2021.1909809.
- [36] D. Cross Francis, A. Eker, J. Liu, K. Lloyd, and P. Bharaj, "(Mis)alignment between noticing and instructional quality: the role of psychological and cognitive constructs," *J. Math. Teach. Educ.*, vol. 25, no. 5, pp. 599–632, aug. 2022. [Online]. Available: 10.1007/s10857-021-09509-0.
- [37] B. Kitchenham, L. Madeyski, and D. Budgen, "How Should Software Engineering Secondary Studies Include Grey Material?," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 49, no. 2, pp. 872–882, feb. 2023. [Online]. Available: 10.1109/TSE.2022.3165938.
- [38] A. Perienen, "Frameworks for ICT Integration in Mathematics Education - A Teacher's Perspective," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 16, no. 6, feb. 2020. [Online]. Available: 10.29333/ejmste/7803.
- [39] K. Açıkgül and S. N. Şad, "High school students' acceptance and use of mobile technology in learning mathematics," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, no. 4, pp. 4181–4201, feb. 2021. [Online]. Available: 10.1007/s10639-021-10466-7.
- [40] J. E. B. dos Santos, "Cartographic narratives: the teaching of mathematics and ICT," *J. Res. Knowl. Spreading*, vol. 1, no. December 2020, pp. 1–13, 2020.
- [41] E. J. Theobald *et al.*, "Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 117, no. 12, pp. 6476–6483, mar. 2020. [Online]. Available: 10.1073/pnas.1916903117.
- [42] K. Bundock, L. S. Hawken, S. A. Kihara, B. V O'Keeffe, R. E. O'Neill, and M. B. Cummings, "Teaching Rate of Change and Problem Solving to High School Students With High Incidence Disabilities at Tier 3," *Learn. Disabil. Q.*, vol. 44, no. 1, pp. 35–49, nov. 2021. [Online]. Available: 10.1177/0731948719887341.
- [43] S. V. Novikova, S. A. Sosnovsky, R. R. Yakhina, N. L. Valitova, and E. S. Kremleva, "The specific aspects of designing computer-based tutors for future engineers in numerical methods studying," *Integr. Educ.*, vol. 21, no. 2, pp. 322–343, jun. 2017. [Online]. Available: 10.15507/1991-9468.087.021.201702.322-343.
- [44] J. A. Kaminski and V. M. Sloutsky, "The use and effectiveness of colorful, contextualized, student-made material for elementary mathematics instruction," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 7, no. 1, p. 6, feb. 2020. [Online]. Available: 10.1186/s40594-019-0199-7.

- [45] J. C. Orozco Alvarado and A. A. Díaz Pérez, “Un reto de innovación pedagógica: Las guías de aprendizajes,” *Rev. Electrónica Conoc. Saberes y Prácticas*, vol. 1, no. 1, pp. 54–71, oct. 2018. [En línea]. Disponible en: 10.30698/recsp.v1i1.4.
- [46] J. Scheid, A. Müller, R. Hettmannsperger, and W. Schnotz, “Improving learners’ representational coherence ability with experiment-related representational activity tasks,” *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, vol. 15, no. 1, p. 10142, jun. 2019. [Online]. Available: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010142.
- [47] S. S. Klein-Gardner, S. P. Brophy, M. J. Aston, and C. B. Paschal, “Biomedical imaging education: Safe, inexpensive hands-on learning,” *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 26, no. 5, pp. 1061–1071, jan. 2010.
- [48] F. J. Hinojo Lucena, J. López Belmonte, A. Fuentes Cabrera, J. M. Trujillo Torres, and S. Pozo Sánchez, “Academic Effects of the Use of Flipped Learning in Physical Education,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 1, dec. 2019. [Online]. Available: 10.3390/ijerph17010276.
- [49] B. W. Dreyfus, J. R. Hoehn, A. Elby, N. D. Finkelstein, and A. Gupta, “Splits in students’ beliefs about learning classical and quantum physics,” *Int. J. STEM Educ.*, vol. 6, no. 1, p. 31, sep. 2019. [Online]. Available: 10.1186/s40594-019-0187-y.
- [50] M. Bakker, M. van den Heuvel-Panhuizen, and A. Robitzsch, “First-graders’ knowledge of multiplicative reasoning before formal instruction in this domain,” *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 39, no. 1, pp. 59–73, jan. 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.11.001>.
- [51] A. Ozcan Edeer and N. Rust, “Effectiveness of Interprofessional Education Modules on Cultural Competency of Physical Therapy and Occupational Therapy Students,” *Internet J. Allied Heal. Sci. Pract.*, vol. 20, no. 2, p. 15, mar. 2022. [Online]. Available: 10.48550/arXiv.2305.10646.
- [52] D. A. French and A. C. Burrows, “Evidence of Science and Engineering Practices in Preservice Secondary Science Teachers’ Instructional Planning,” *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 27, no. 6, pp. 536–549, jul. 2018. [Online]. Available: 10.1007/s10956-018-9742-4.
- [53] M. Vandermaas-Peeler, K. Massey, and A. Kendall, “Parent Guidance of Young Children’s Scientific and Mathematical Reasoning in a Science Museum,” *Early Child. Educ. J.*, vol. 44, no. 3, pp. 217–224, may. 2016. [Online]. Available: 10.1007/s10643-015-0714-5.
- [54] D. E. Meltzer, “The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible ‘hidden variable’ in diagnostic pretest scores,” *Am. J. Phys.*, vol. 70, no. 12, pp. 1259–1268, dec. 2002. [Online]. Available: 10.1119/1.1514215.

