

LA EDUCACIÓN VIRTUAL EN EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DURANTE LA COVID-19. REVISIÓN TEÓRICA

VIRTUAL EDUCATION IN MATHEMATICS LEARNING DURING COVID-19. THEORETICAL REVIEW

Consuelo Elizabeth Soto-Meza^{1*}

¹Universidad Cesar Vallejo. Perú. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9282-7712>. Correo: consueloesoto@gmail.com

María del Rosario Soto-Meza²

² Universidad César Vallejo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7769-0888>. Correo: charitosotomeza@gmail.com

Juan Méndez Vergaray³

³Universidad César Vallejo. Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7286-0534>. Correo: jmvevaluaciones@hotmail.com

* Autor para correspondencia: consueloesoto@gmail.com

Resumen

En el marco de la pandemia por la COVID-19 se hace necesario realizar un estudio sobre sus efectos en el campo educativo. Objetivo: El presente artículo tiene como objetivo, analizar cuál es el impacto de la educación virtual en el aprendizaje de la matemática, en los estudiantes del nivel primaria y secundaria, en tiempos de pandemia. Método: Para la realización del trabajo se utilizó el análisis documental de literatura relacionada al aprendizaje virtual, aprendizaje de la matemática, propuestas para el aprendizaje de la matemática en pandemia y estudios comparativos de los resultados de aprendizaje pre y post pandemia, poniendo en práctica la técnica teórico-analítico (Gauchi, 2017). Se revisaron 51 artículos, a través de las bases de datos de Scopus y EBSCO y Redalyc. Resultados: Se obtuvo información relevante, relacionada al impacto del cierre de las escuelas por la pandemia en los aprendizajes de la matemática, Conclusiones: Se encontraron resultados favorables y desfavorables con respecto a las calificaciones pos pandemia en comparación con los de pre pandemia, se colige que aquellos resultados que visualizan un aumento en el rendimiento de los estudiantes no son confiables o se trata de la influencia de un factor determinante para esos resultados.

Palabras clave: Aprendizaje de la matemática; educación virtual; pandemia

Abstract

In the framework of the COVID-19 pandemic, it is necessary to carry out a study on its effects in the educational field. Objective: The objective of this article is to analyze the impact of virtual education on the learning of mathematics, in primary and secondary school students, in times of pandemic. Method: To carry out the work, the documentary analysis of literature related to virtual learning, mathematics learning, proposals for learning mathematics in a pandemic and comparative studies of pre- and post-pandemic learning results was used, putting into practice the theoretical-analytical technique (Gauchi, 2017). 51 articles were reviewed, through the Scopus and EBSCO and Redalyc databases. Results: Relevant information was obtained, related to the impact of the closure of schools due to the pandemic on mathematics learning, Conclusions: Favorable and unfavorable results were found regarding post-pandemic qualifications compared to pre-pandemic qualifications, it is concluded that those results that show an increase in student performance are not reliable or it is the influence of a determining factor for those results.

Keywords: Mathematics learning; virtual education; pandemic

Fecha de recibido: 11/01/2022

Fecha de aceptado: 21/05/2022

Fecha de publicado: 27/05/2022

Introducción

Aprendizaje virtual

El aprendizaje virtual es una transformación en el fortalecimiento de los conocimientos y el manejo de la información mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (Aguilar, 2020). El autor refiere también que el estudiante se convierte en un creador de información y el maestro se convierte en un mediador; de esa forma se logra un aprendizaje significativo y se fortalece la autonomía en los aprendizajes de los estudiantes. De acuerdo a Yustina et al. (2022), el aprendizaje virtual se convierte en el mejor modelo de aprendizaje durante el presente siglo y sobre todo en el contexto de la pandemia. El autor sostiene además que el aprendizaje virtual es muy útil para el desarrollo de habilidades del pensamiento superior.

Según Gordón (2020), el aprendizaje virtual se inicia en los años 90 con la implementación del internet, sin embargo nunca antes se había intensificado tanto su uso hasta el año 2020 con el inicio de la pandemia de la COVID-19, sin que las autoridades educativas se hayan preparado para ello, ni en la dotación de las tecnologías en las escuelas y mucho menos en el uso de las TIC y los aplicativos y herramientas virtuales que ofrece y que se adaptan al campo educativo. En ese sentido, Zhao et al. (2022) manifiestan que la educación virtual se tornó muy relevante en el contexto de la COVID-19, integrándose las tecnologías de la información y la comunicación que en cierta medida superó los límites del espacio y los tiempos destinados al aprendizaje, haciendo que los estudiantes pudieran estudiar desde sus hogares convirtiéndolo en una forma de aprender certero y de confianza.

Por otra parte, Jiang (2022) informa que se debe considerar que la educación virtual requiere de una serie de recursos para estar acorde con la equidad de la educación, sobre todo de las escuelas públicas. En ese sentido, Calder et al. (2021) mencionan que durante la pandemia se transformaron los recursos digitales para el aprendizaje en línea o aprendizaje virtual, generándose un nuevo enfoque con el uso de recursos digitales como videoconferencias, salas virtuales para las reuniones, plataformas educativas como Teams y classroom. Para los autores, el uso de estos recursos promovió mejoras en el aprendizaje de las matemáticas, por ejemplo los autores mencionan que las pizarras virtuales y el uso de diapositivas mejoran la comunicación matemática pues los estudiantes deben expresar sus aprendizajes mediante la creatividad y la reflexión.

Aprendizaje de la matemática

El aprendizaje de la matemática, siempre ha resultado una polémica pedagógica por los problemas que se presentan en el logro de los aprendizajes previstos, Sumaji et al. (2019) afirma que los estudiantes presentan dificultades para expresar los resultados de los problemas matemáticos, no utilizan adecuadamente las expresiones matemáticas y tampoco pueden representarlo gráficamente.

La mayor dificultad que enfrentan, tanto los estudiantes como los profesores, para el aprendizaje de la matemática, es su naturaleza abstracta; su aprendizaje requiere de habilidades especiales para la comprensión de los conceptos matemáticos (Nurjanah et al., 2021). Esta problemática se puede apreciar en los resultados de PISA-2018, donde el Perú ocupa el lugar 64 de una lista de 77 países participantes (Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2019).

El aprendizaje de la matemática debe contemplar habilidades para comprender los conceptos básicos, como soporte principal, no solo para resolver problemas matemáticos, sino también problemas de la vida diaria, que es el fundamento de la asignatura (Nurjanah et al., 2021). Los autores precisan que la comprensión conceptual de la matemática es también el fundamento para lograr otras habilidades como el razonamiento matemático, representación y comunicación matemática. Asimismo, la comprensión de la matemática evita que los estudiantes cometan errores de magnitud (Al-Mutawah et al., 2019).

Hasta antes de la pandemia, se han propuesto y aplicado diferentes estrategias y métodos con el fin de mejorar el logro de los aprendizajes matemáticos, las actividades prácticas que permiten al estudiante manipular objetos para conceptualizar propiedades matemáticas y el uso de la computadora como herramienta para la conceptualización y el razonamiento matemático, a través de diversos programas que permiten al estudiante modelizar y descubrir propiedades matemáticas (Nurjanah et al., 2021). El autor, en base a un estudio con un grupo de 243 estudiantes concluye que el uso de las herramientas informáticas y las actividades prácticas favorecen el desarrollo del razonamiento matemático.

De la misma forma, se dio notoriedad al aprendizaje práctico, el cual se basa en actividades de manipulación que favorecen el interés y motivación por aprender por parte de los estudiantes, pero sobretodo, mejora el rendimiento, lo que demuestra que supera la efectividad del método tradicional (Celik, 2018; Nurjanah et al., 2021). En este mismo enfoque, Nurjanah et al. (2019) desarrollaron un modelo de aprendizaje con sustento

en las actividades de carácter práctico, con la finalidad de obtener mejores resultados en la comprensión de conceptos matemáticos en los estudiantes de secundaria. En el estudio realizado, Nurjanah et al. (2021) concluyeron que estas actividades prácticas mejoraban los resultados de la comprensión de conceptos relacionados a la geometría plana.

Por otra parte, a través de los años se han realizado múltiples propuestas para la obtención de mejores logros de aprendizaje en el área de matemática, siendo uno de los últimos que se proponen a nivel del Ministerio de Educación de Perú, desde el 2016: la educación STEM, que es una integración de disciplinas afines; Ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, de acuerdo a las siglas, es decir, se trata de abordar un tema de una disciplina determinada e integrar los aprendizajes y habilidades con, por lo menos otra disciplina (CONCYTEC, 2020). Aunque, de acuerdo a Tovar Rodriguez (2019), se presenta reducida integración entre las disciplinas y las tecnologías digitales. Para esta propuesta se contó con los programas de Google for education, en cuya página se podía encontrar diferentes recursos para estudiantes y profesores; asimismo, el Khan Academy que presenta ejercicios prácticos y videos para un aprendizaje autónomo y de acuerdo al ritmo del estudiante, este era el más utilizado en el área de matemática.

Asimismo, las investigaciones turcas demuestran que la educación STEM permite mejorar el rendimiento académico, aplicándolo en diferentes niveles y con diversos métodos de aprendizaje (Cantuña & Cañar, 2020). Callaghan et al. (2020), visualizan que este programa tendrá un efecto favorable en el aprendizaje de las ciencias, en los estudiantes de secundaria.

A partir de la pandemia, se han propuesto diversas estrategias para el logro de los aprendizajes de la matemática, pero enmarcados en la virtualidad, el cual ha tomado mayor relevancia.

Propuestas para el aprendizaje de la matemática en pandemia

Según Pócsová et al. (2021), desde 1980 se ha discutido sobre las ventajas y desventajas de la educación on line, considerando finalmente que esta educación no puede sustituir a una enseñanza tradicional, aunque, con la llegada de la COVID-19, se ha generalizado la educación a distancia, sobretudo, el aprendizaje en línea. En este marco de la pandemia, las nuevas demandas requieren de propuestas de innovación por parte de los profesores, con el fin de implementar nuevas estrategias de aprendizaje con el uso de la tecnología y que respondan a las necesidades de los alumnos, aplicando actividades desafiantes, creativas, interactivas y motivadoras (Henriques et al., 2021; Nurjanah et al., 2019). En esta misma línea, Simonetti et al. (2020), van más allá con una propuesta de avanzada, utilizar la realidad virtual para la mejora de los aprendizajes en matemática y resaltan los logros obtenidos en la aplicación de técnicas de realidad virtual.

En el marco de la pandemia, el aprendizaje en línea de las matemáticas brinda también ciertas ventajas al estudiante como el estudiar desde casa, sin tener que movilizarse, pero, esta ventaja se convierte en una condicionante, pues depende de las condiciones que tengan los estudiantes con respecto a los equipos con que cuenta y el acceso al internet (Mulenga & Marbán, 2020). Por ello, es necesario resaltar la importancia que adquiere la tecnología en la mejora de los aprendizajes de los estudiantes, pues de acuerdo a estudios realizados, la matemática se aprende mejor utilizando tecnologías pertinentes (Perienen, 2020). Asimismo, Cherres-Lopez & Tolentino-Quñones (2021) manifiestan sobre la importancia del trabajo colaborativo en la

virtualidad, porque permite el desarrollo de competencias cognitivas y conductuales para el ámbito social. Considerando estos cambios, Mulenga & Marbán (2020) plantean la interrogante de cómo será en el futuro, después que desaparezca la COVID-19, el aprendizaje digital y su relación con el aprendizaje de la matemática.

Analizando un estudio de Sancho & Sánchez (2020), mencionan que los resultados en matemática muestran la importancia de implementar cambios en el aprendizaje de esta área, incidiendo sobre todo en el rol más activo de los estudiantes. Los autores mencionan que el aula invertida favorece la mejora en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y sobre una investigación ejecutada con estudiantes de tercero de ESO, este método incide significativamente en los aprendizajes, incrementándose los resultados obtenidos en forma significativa. En ese sentido, la metodología del aula invertida promueve que los estudiantes revisen los contenidos de los recursos que le aporta el docente, en forma autónoma; luego los estudiantes podrán compartir en el aula sus inquietudes y saberes adquiridos previamente para contrastarlos y fortalecerlos con apoyo del docente y sus compañeros. Los pasos a seguir en esta metodología son: elección de los conocimientos a desarrollar con los estudiantes, elaboración de materiales utilizando las tecnologías, revisión de los materiales en forma autónoma por los estudiantes, desarrollo de una sesión presencial y actividades prácticas para fortalecer lo aprendido (Cantuña & Cañar, 2020; Sancho & Sánchez, 2020). El aula invertida contribuye a la responsabilidad del estudiante y los trabajos en equipo que se incorporan hace que la matemática sea más entretenido (Arabacıoğlu et al., 2020). Asimismo, Márquez Díaz (2020), en su estudio sobre el impacto del aprendizaje móvil híbrido invertido (AMHI) aplicado en tres grupos de estudiantes, concluye que este método mejora el rendimiento del alumno en la matemática y que también podría ser aplicado en otras áreas. El autor fundamenta que la combinación de las tres estrategias permite ofrecer nuevas alternativas pedagógicas enmarcado en el uso de la tecnología móvil y el internet.

Por su parte, Calder et al. (2021) afirman que el aprendizaje virtual hace posible mayor colaboración entre docentes y estudiantes, además de crear un ambiente de interrelación para el trabajo conjunto entre maestros y promover la innovación en el uso de recursos digitales. Así, durante la pandemia, los maestros que tenían mayor experticia en el uso de las herramientas virtuales pudieron adecuarse mejor al aprendizaje virtual, haciendo uso de herramientas tecnológicas como las reuniones en línea a través del Teams, proyección de pantalla, aulas virtuales como google classroom, entre otros, así mismo implementaron algunas innovaciones en el área de matemática, de esta forma se mejoró las capacidades para la resolución de problemas. Los autores mencionan también que el uso de los recursos digitales en la resolución de problemas es muy positivo pues hacen posible que los estudiantes experimenten y promuevan el diálogo y la discusión, en ese sentido, cobran relevancia estrategias como el aprendizaje a través del juego, el aprendizaje digital, el aprendizaje utilizando herramientas tecnológicas como el geogebra, las cuales desarrollan además las competencias para la resolución de problemas, asimismo, las wikis, el padlet, los chats y salas de videoconferencia promueven la discusión y el trabajo colaborativo para la resolución de problemas.

En el mismo contexto de la pandemia, López et al. (2021) mencionan la relevancia de la gamificación en el aprendizaje de la matemática; por ejemplo, el uso de juegos virtuales utilizando medios electrónicos como los celulares y tablets, fomentó la competición y colaboración, sin embargo mencionan que el uso constante de

dichos elementos podría causar agotamiento mental en los alumnos, además, se pudo verificar que los estudiantes realizaban varios intentos hasta llegar a la respuesta correcta, lo cual no representa el logro de los aprendizajes, sino intentos de ensayo-error. Los autores también mencionan que la gamificación podría ser motivadora sólo al inicio pero posteriormente resultaría agotador y aburrido para los estudiantes. Según los autores, los docentes muestran buena predisposición hacia la gamificación en el aprendizaje de las matemáticas, pues consideran que incrementa la motivación, promueve que los alumnos se muestren satisfechos con sus logros e incrementa la atención y la curiosidad por insertarse en diferentes herramientas para el desarrollo del aprendizaje virtual, sin embargo, consideran necesario que se diseñen programas de capacitación docente de tipo crítico reflexivo, sobre sus propios saberes y experiencias en gamificación en el marco de la educación virtual.

De igual forma, Conde-Carmona et al. (2021) plantean los aspectos a tomar en cuenta en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje, como son, el trabajo de los contenidos curriculares integrados a los contenidos virtuales, las metodologías virtuales y las herramientas a utilizar que tendrían que permitir la autorregulación y el autoaprendizaje. De acuerdo a los autores, en el aprendizaje de las matemáticas, tanto los docentes como las tareas y las herramientas digitales son los que influyen en los resultados de aprendizaje, pero a pesar de todo, los estudiantes muestran muchas dificultades en el aprendizaje de esa disciplina debido a sus conceptos abstractos, lo que se ha visto agravado en la pandemia. Los autores plantearon una metodología con la inserción de las herramientas virtuales para el aprendizaje de las matemáticas, la cual partió de una prueba que sirvió como línea de base, el desarrollo de actividades integradas al aprendizaje de los límites de una función y el uso del geogebra, de acuerdo a la metodología propuesta por Van Hiele. De acuerdo a los autores, esta metodología permite que el estudiante aplique nuevas formas de análisis e interpretación, de forma que se promueve la mejora en los procesos de aprendizaje, permitiendo superar los desafíos que se dieron en el aprendizaje de las matemáticas en el contexto de la COVID 19, enfatizando en la función y explicación de los saberes matemáticos.

Cabero-Fayos & Muñoz (2021) mencionan que durante la pandemia los recursos digitales se transformaron en recursos que promovieron la continuidad de los aprendizajes por lo cual los docentes implementaron estrategias para la interacción a través de los recursos virtuales sin embargo, el uso masificado de estos recursos sacó a relucir algunos problemas como la falta de equidad en el uso de las tecnologías, por otra parte, no se implementó una pedagogía acorde al uso constante de las tecnologías debido a que éstas se masificaron sin base de un modelo pedagógico específico. Los autores mencionan que se deberían establecer modelos pedagógicos para la didáctica de las matemáticas en el entorno virtual, desarrollando la observación y explicación para la práctica de la resolución de problemas. Los docentes deben propiciar la identificación de relaciones entre el mundo real y las matemáticas, implementar recursos y materiales para el aprendizaje de las matemáticas, promover la investigación acción entre docentes para la mejora de la práctica pedagógica, implementar técnicas y estrategias para el aprendizaje significativo basado en el uso cotidiano de las matemáticas, formar el pensamiento matemático como un sistema en un contexto social, implementar acciones pedagógicas que involucren no sólo los conocimientos sino también las emociones de los estudiantes, integrar las matemáticas con las artes, todo ello conjuntamente con la reelaboración de la

planificación a partir de la reflexión ética, convirtiendo a la escuela y la enseñanza de la matemática, espacios para aprender a pensar.

Para Christopoulos et al. (2020) la inserción de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación trae muchos beneficios pues hace posible que los maestros monitoreen los avances de los aprendizajes y brinden el acompañamiento y retroalimentación de forma inmediata, a la vez que los estudiantes regulan sus aprendizajes; sin embargo una dificultad que se presenta es la ausencia de softwares específicos acordes a los aprendizajes que se presentan en los currículos oficiales. Para los autores, las TIC deben ser adaptables para que los estudiantes puedan utilizarlos en la búsqueda de sus soluciones y facilitar el proceso de autorreflexión de sus aprendizajes. En ese sentido, los autores hacen referencia a la gamificación como estrategia que debería ser incorporada en el currículo para la representación objetiva de las operaciones matemáticas. Para los autores, el aprendizaje de las matemáticas se incentiva con el uso de diversas tecnologías como la gamificación, la evaluación automatizada y herramientas de acompañamiento, por ejemplo, hacen mención a la plataforma Eduten Playground, plataforma que presenta ejercicios matemáticos con autoevaluación y retroalimentación en el momento en donde los docentes pueden innovar contenidos y ejercicios mediante el tablero del docente, dicha herramienta permite recabar información sobre lo que están realizando los estudiantes, las respuestas que van dando, sus puntajes y detectar los errores para que los maestros puedan realizar la retroalimentación oportunamente. Así, dicha plataforma presenta varias aplicaciones que enfatizan los elementos que promueven la autosuficiencia y autorregulación de los aprendizajes en los estudiantes.

Visto la generalización de la educación virtual durante la COVID-19, sus bondades, dificultades y performance, enfocándonos en el aprendizaje de la matemática, el presente trabajo tiene como objetivo hacer un análisis sobre el impacto de la educación virtual en los resultados del aprendizaje de la matemática, en los estudiantes del nivel primaria y secundaria, en tiempos de pandemia.

Materiales y métodos

Para el presente trabajo de investigación se puso en práctica la técnica teórico-analítico (Gauchi, 2017), a partir del análisis documental de literatura relacionada al aprendizaje virtual, aprendizaje de la matemática y propuestas para el aprendizaje de la matemática en pandemia. La revisión de los artículos se realizó considerando las revistas científicas indexadas en EBSCO, Scopus y Redalyc, asimismo, para referenciar se recurrió al programa Mendeley.

En el proceso de indagación se encontraron 115 artículos que se relacionaban con la temática de investigación, de las cuales fueron seleccionados 72 artículos a través de criterios de inclusión relacionados a las palabras clave: Virtual education AND mathematics AND learning AND pandemic y sobretodo, enmarcados en los niveles de primaria y secundaria.

Criterios de inclusión: La literatura indexada en las bases de datos de alto impacto, comprendidos en los rangos 2020-2022, relacionada con la educación virtual, relacionados con la matemática y estudiantes de primaria y secundaria.

Criterios de exclusión: fueron aquellos artículos publicados en revistas no indexadas, artículos que no estaban enmarcados en la COVID-19, así como los resultados referentes a otras disciplinas que no era matemática y correspondientes a otras modalidades, como los enfocados en estudios superiores. De esta forma, se consideraron 51 artículos en el presente trabajo.

Resultados y discusión

Como afirma Salinas (2020) los maestros han hecho frente a las medidas de confinamiento que asumieron los gobiernos para afrontar la COVID-19, destacando experiencias innovadoras y transformación de la práctica pedagógica. Pócsová et al. (2021) Afirma que el impacto de la COVID-19 provocó un cambio de paradigma en términos de aprendizaje en todo el mundo, se implementaron diversas herramientas virtuales y se propusieron diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje enfocadas en asegurar los aprendizajes de los estudiantes, ante esta situación era imprescindible que los maestros estuviesen preparados para afrontar esta situación y asegurar la continuidad de los aprendizajes.

El presente documento aborda el tema de la implicancia de la virtualidad en el aprendizaje de la matemática en el marco de la COVID-19. Lo que sucedió a nivel mundial, fue la transición de una educación presencial a una educación virtual, lo cual tuvo un gran impacto en la educación (Doz, 2021; Zhao et al., 2022), por ello, este trabajo se enfoca en realizar una investigación sobre el impacto que tuvo la pandemia en los logros de aprendizaje de los estudiantes y considera el área de matemática en los estudiantes de los niveles de primaria y secundaria.

En primer lugar tenemos estas cuatro investigaciones donde resulta positivo el aislamiento para la mejora de los aprendizajes de la matemática; al respecto, Doz (2021), en su investigación cuantitativa no experimental llevada a cabo en Italia, realizó la comparación de las calificaciones de matemática, del final del primer semestre y del final del año escolar, correspondiente a 231 alumnos de secundaria y preparatoria; los resultados evidenciaron que las calificaciones de fin de año superaron a las del primer semestre, llegando a inferir que el aprendizaje de la matemática en tiempos de cuarentena por la COVID-19 había sido más favorable para los estudiantes; sin embargo, el autor afirma que los resultados podrían estar “inflados” y que no estarían representando el verdadero desarrollo de las competencias matemáticas en una educación a distancia.

De igual manera, Gonzalez et al. (2020), en su estudio realizado entre el 2019 y el 2020 sobre la comparación de las calificaciones de matemática obtenidas durante esos dos años, concluyeron que los resultados después de la etapa del confinamiento fueron mejores que antes de la pandemia; los autores argumentaron que estos resultados podrían ser el resultado de la aplicación de nuevos métodos de aprendizaje y al nuevo enfoque de evaluación; es decir, en la virtualidad se da mayor importancia a la entrega de trabajos y a la participación en línea; además, se puede considerar que haya habido trampa por parte de los estudiantes, en vista de que no pueden ser supervisados directamente, justificando de esta forma que los datos obtenidos no sean realmente confiables.

Por su parte Meeter (2021), en su estudio realizado en Holanda, comparó las calificaciones de 53 656 alumnos del nivel primaria, de 810 colegios, que durante la pandemia utilizaron un programa práctico adaptativo diseñado para el aprendizaje de la matemática (Snappet) con los resultados de un año anterior de otros estudiantes de las mismas características; los resultados mostraron que los aprendizajes superaron al año anterior, con mayor énfasis en los grados menores y con menor resultado en los colegios que pertenecían a zonas “desfavorecidas”; el autor expresa que el programa aplicado es la causa de estos resultados favorables y que su uso podría revertir los resultados desfavorables obtenidos por la pandemia; asimismo, es importante destacar que el software estaba diseñado en un entorno digital para estudiantes de primaria y se utilizó en una buena parte de colegios de los Países Bajos; asimismo, Spitzer & Musslick (2021) afirmaron que los resultados de aprendizaje de la matemática en la etapa de aislamiento por la COVID-19 aumentó en relación al año anterior a la pandemia, esto debido al uso de un programa informático de matemática fundamentado en el plan de estudios; asimismo, muestra que los estudiantes con mayores dificultades en el aprendizaje, mostraron mejores resultados, lo que no se evidencia en ningún otro estudio analizado. Los autores sostienen que la investigación se realizó con más de 2500 alumnos alemanes de K-12, quienes desarrollaron más de 124000 problemas de matemática.

Se puede analizar el caso de Gore et al. (2021), quienes presentan un estudio en base a la comparación de los calificaciones del 2020 de 51 colegios, con los datos del 2019 estudiantes de 62 colegios, correspondientes a niños de primero, segundo y tercer grado (year 3 y 4). El estudio se realizó en Nueva Gales del Sur y como conclusión se tiene que la diferencia del nivel de crecimiento entre los dos años fue mínima, en este caso los menos favorecidos fueron los menores grados, así como el área de matemática donde se observa también un menor crecimiento, pero, no se puede hablar de un gran descenso en los aprendizajes, lo cual es fundamentado por los autores en base al poco tiempo del cierre de las escuelas (8 semanas). Así mismo, Maldonado & De Witte (2022) en base a su estudio comparativo realizado con los exámenes estandarizados que se aplican cada año en la red de colegios católicos, en Bélgica, afirman que el impacto del cierre de los colegios en los aprendizajes de los estudiantes fue significativo, con un 0,17 de desviación estandar en el área de matemática, estudio realizado de manera precisa con los resultados del 2019 y 2020 de los estudiantes del sexto grado de primaria. De igual forma, exponen que la disminución de los aprendizajes se relacionan con las desigualdades que se dan dentro y entre los colegios, presentándose mayor disminución de los aprendizajes en las escuelas con familias que pertenecen a los grupos más desfavorecidos. En este caso no se puede hablar de un descenso ni de un ascenso en los resultados de aprendizaje de matemática, luego del confinamiento.

Por el contrario, se tiene otros resultados que no son tan favorables como los expuestos hasta el momento, así se tienen a Engzell et al. (2021), quienes realizan un estudio en los Países Bajos para evaluar la consecuencia del cierre de los colegios por la pandemia, lo realizan en función a las pruebas nacionales obligatorias, con gran fiabilidad, que se aplican, hasta dos veces, cada año en toda la primaria y cuyos resultados se convierten en puntajes percentiles para un mejor análisis estadístico. Los autores presentan un descenso de 3 por ciento aproximadamente en el aprendizaje de la matemática, así como en lectura y ortografía, a pesar que los Países Bajos presentan condiciones superiores a otros países, como un financiamiento equitativo en educación y con mayor posibilidades en el uso de las tecnologías, asimismo, el tiempo de cierre de los colegios fue muy corto. Los resultados negativos se agudizan en los casos de familias de sectores desfavorecidos lo que aumenta las

desigualdades socioeconómicas (Engzell et al., 2021; Hammerstein et al., 2021; Maldonado & De Witte, 2022; Meeter, 2021; Schult et al., 2022; Zierer, 2021).

Por su parte, Schult et al. (2022) se refieren a los resultados de su investigación realizada en base a la comparación de las evaluaciones del 2020 y de los tres años anteriores, de los estudiantes de quinto grado de los colegios de Alemania, con el objetivo de averiguar cuál es el impacto ocasionado por el cierre de los colegios durante dos meses por la COVID-19. Los autores llegan a la conclusión que las calificaciones del 2020 presentan una mínima disminución, asimismo, afirman que los estudiantes con menor rendimiento presentan mayores diferencias, así como los estudiantes que pertenecen a las zonas socioculturales menos favorecidas, quienes presentan mayores dificultades en los logros de aprendizaje en el área de matemática.

Siguiendo la misma línea, Zierer (2021) en su artículo de revisión rápida sobre el impacto de la pandemia, al cerrar los colegios en los países de EE.UU, Países Bajos, Alemania, Bélgica y Suiza llega a la conclusión que luego del cierre de las escuelas se presenta una disminución en el aprendizaje de los estudiantes con respecto al año anterior a la pandemia, pero que la característica del efecto está supeditado particularmente a la escuela y al profesor. Asimismo, se presenta la misma realidad que en los casos anteriores, los estudiantes más afectados son los que pertenecen a zonas más desfavorecidas (Engzell et al., 2021; Hammerstein et al., 2021; Maldonado & De Witte, 2022; Meeter, 2021; Schult et al., 2022; Zierer, 2021).

Hammerstein et al. (2021) también realiza una revisión sistemática en base a estudios con evidencias sobre el impacto del cierre de los colegios por la COVID-19, en relación a estudiantes de primaria y secundaria, los autores exponen siete resultados negativos en el aprendizaje de la matemática, aspecto negativo que se presenta más con los estudiantes menores y con los provenientes de familias más desfavorecidas (Engzell et al., 2021; Schult et al., 2022; Zierer, 2021). De igual forma los autores se refieren a una posible disminución de hasta 38 puntos en la evaluación PISA, explican también que los resultados están acorde a lo esperado por el cierre de los colegios y al poco tiempo que tuvieron los docentes, estudiantes y padres de familia para adaptarse al aprendizaje en línea. Por otra parte, los autores presentan 3 estudios más con resultados positivos en el aprendizaje de la matemática, pero utilizando un programa informático de matemática determinado, de esta forma sustentan que los estudiantes ya manejaban el software, no les costó el adaptarse a ello y durante el aislamiento tuvieron mayor oportunidad de utilizarlo por más tiempo y en la comodidad de sus hogares. Asimismo un último caso positivo para el aprendizaje de matemática, pero que lo fundamentan porque la evaluación fue programada con anticipación y se pudo preparar a los estudiantes para obtener mejores resultados.

En relación al mismo cuestionamiento sobre el impacto que pueda tener la COVID-19 en el aprendizaje de la matemática, Azevedo et al. (2021) expone simulaciones realizadas con los datos de 174 países, mostrando una posible pérdida mayor correspondiente hasta 1,1 años escolares, asimismo, manifiestan que podría causar el abandono de estudios por parte de 11 millones de educandos de los niveles de primaria y secundaria, además del aumento de la desigualdad por parte de los grupos menos favorecidos. Es necesario que se propongan nuevos planteamientos de aprendizaje de la matemática, considerando estrategias mixtas que respondan a las

necesidades y realidad de los estudiantes (Attard & Holmes, 2020), con el fin de revertir esta proyección de pérdida que sería tan perjudicial para todos los países.

Si bien es cierto que entre las investigaciones halladas sobre el impacto de la COVID-19 en diferentes países, ninguno procedente de América Latina, se presentan 4 casos que demuestran un avance en los resultados de aprendizaje de la matemática en comparación con los resultados antes de la pandemia, se tiene claro que estos resultados no necesariamente demuestran la realidad, los mismos autores, manifiestan que puede tratarse de “datos inflados” o como en dos casos de ellos, que corresponden a experiencias con software matemáticos que ya venían utilizando los estudiantes antes de la pandemia y que se intensificaron con el aislamiento. Esta realidad nos invita a reflexionar sobre la importancia de las herramientas tecnológicas, en el contexto de las clases virtuales, para el desarrollo de las competencias en las diferentes áreas y sobretodo en el área de matemática que es el objeto de estudio. Todo depende del tipo de herramienta y metodología que se seleccione para facilitar la conceptualización y por ende el desarrollo de problemas matemáticos y relacionados a la vida diaria (Calder et al., 2021; Gordón, 2020; Jiang, 2022; Yustina et al., 2022; Zhao et al., 2022).

Conclusiones

El aprendizaje a distancia proporciona una serie de desafíos con respecto a la evaluación de los aprendizajes de los alumnos y en la etapa virtual, muchos profesores obtaron por otorgar mayor valor a la participación y a la presentación del trabajo terminado; en consecuencia, las calificaciones que se obtienen en los casos presentados con resultados favorables en tiempos de pandemia, no representan realmente el logro de aprendizaje en una educación a distancia, no es posible determinar el impacto de la educación virtual en los estudiantes (Schramm et al., 2021), salvo por los casos presentados a partir de pruebas estandarizadas que se aplican periódicamente en algunos países, los cuales permiten realizar comparaciones y análisis de los resultados en el contexto en que se encuentren (Engzell et al., 2021; Maldonado & De Witte, 2022; Schult et al., 2022).

Con respecto a los resultados desfavorables, es lo más cercano a la hipótesis que pudiéramos habernos planteado, definitivamente el confinamiento y por ende el cierre de los colegios, resultó una realidad completamente inesperada para todos, a nivel mundial y el responder a esta realidad, buscar las herramientas que se tenían a la mano para que las clases continuaran fue todo un reto. Por ello se entiende que los resultados de los aprendizajes hayan disminuido en la etapa de la pandemia. Es una situación que afecta a la educación en general, se habla de “pérdidas” difíciles de recuperar, en unos países más que en otros (Bojović et al., 2020), lo que está supeditado al tiempo del cierre de las escuelas y sobretodo al aspecto socioeconómico de los estudiantes, escuelas y país. Se habla también de un incremento en las brechas de oportunidades, lo cual es evidente con la realidad de muchos sectores de donde provienen los estudiantes y que no tienen las herramientas necesarias para seguir una clase en línea. Esta es una situación que debiera ser asumida prontamente por todos los gobiernos y buscar alternativas para recuperar prontamente esas perdidas de aprendizaje. El verdadero impacto del cierre de las escuelas se verá a largo plazo, cuando los estudiantes terminen sus estudios básico, ingresen a estudios superiores y cuando se integren al campo laboral (Schramm et al., 2021).

En el trabajo realizado no se ha encontrado investigaciones realizadas en América latina sobre el impacto de la pandemia en los resultados de aprendizaje de la matemática, sería importante poder contar con datos reales como los que se han producido en otros países como en Bélgica, Alemania, Estados Unidos, Países Bajos. Estos datos nos darían mayor luz para poder afrontar la realidad y mitigar los efectos negativos que se pudieran encontrar, sobretodo en el caso de la matemática, siendo que es una de las áreas que mayor dificultades presenta para su aprendizaje.

De igual forma, la pandemia de la COVID-19 se ha convertido en el acelerador del cambio y la toma de conciencia para la transformación social, le ha otorgado una relevancia al uso de las TIC como medio para una educación de calidad; de esta forma, los maestros han reinventado una práctica más personalizada, aplicando el acompañamiento y la retroalimentación constante a los estudiantes empleando los medios informáticos y en línea (Montenegro et al., 2020). El proceso de enseñanza – aprendizaje en una educación a distancia demanda del manejo de herramientas de e-learning y habilidades informáticas; Es importante considerar la capacitación de los maestros en el uso pedagógico de las tecnologías de la información, haciendo uso de plataformas colaborativas y programas interactivos que permitan desarrollar la conceptualización matemática para luego aplicarlo en la solución de problemas (Don Anton & Riah, 2020; Muñoz, 2020). Es necesario que se entienda que no basta con manejar los programas, es imprescindible que el maestro sepa qué es lo que necesita y pueda seleccionar la herramienta que le permita lograr lo que se propone. Asimismo, debemos valorar y reproducir las experiencias exitosas, así como toda experiencia adquirida en estos tiempos de pandemia (Basilaia & Kvavadze, 2020; Cherres & Barboza, 2021). Finalmente, es recomendable que las estrategias desarrolladas en el campo virtual puedan ser incorporadas en el sistema educativo con el fin de mejorar la calidad educativa

Referencias

- Aguilar, F. del R. (2020). From face-to-face learning to virtual learning in pandemic times. *Estudios Pedagogicos*, 46(3), 213–223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Al-Mutawah, M., Thomas, R., Eid, A., Mahmoud, E., & Fateel, M. (2019). Conceptual understanding, procedural knowledge and problem-solving skills in mathematics: High school graduates work analysis and standpoints. *International Journal of Education and Practice*, 7(3), 258–273. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2019.73.258.273>
- Arabacıoğlu, T., Yazıcı, E., & Özen-Ünal, D. (2020). Flipped Classroom Experiences of Preservice Teachers: Implications from a Mathematics Course. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 9(3), 527–544. <https://doi.org/10.14686/buefad.659164>
- Attard, C., & Holmes, K. (2020). An exploration of teacher and student perceptions of blended learning in four secondary mathematics classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/S13394-020-00359-2/TABLES/1>

- Azevedo, J., Hasan, A., Goldemberg, D., Geven, K., & Aroob, S. (2021). Simulación de los impactos potenciales del cierre de escuelas por COVID-19 en los resultados de escolarización y aprendizaje: un conjunto de estimaciones globales. *The World Bank Research Observer*, 36(1), 1–40. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkab003>
- Basilaia, G., & Kvavadze, D. (2020). Transition to Online Education in Schools during a SARS-CoV-2 Coronavirus (COVID-19) Pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, 5(4), 1–9. <https://doi.org/10.29333/PR/7937>
- Bojović, Ž., Bojović, P., Vujošević, D., & Šuh, J. (2020). Education in times of crisis: Rapid transition to distance learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1467–1489. <https://doi.org/10.1002/CAE.22318>
- Cabero-Fayos, I., & Muñoz, M. (2021). Una pedagogía virtual desde la didáctica de las matemáticas. *Utopía y Praxis Latinoamericana: Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría Social*, 27(96), 1–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5790318>
- Calder, N., Jafri, M., & Guo, L. (2021). Mathematics education students' experiences during lockdown: Managing collaboration in elearning. *Education Sciences*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11040191>
- Callaghan, N., Cadavid, J., Chang, H., Co, I., Ivanov, N., Tran-Nguyen, N., Rubianto, J., Huyer, L., & Kilkenny, D. (2020). Discovery: Differential student impact is evident within an inquiry-focused secondary/post-secondary collaborative STEM program (Evaluation). *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2020-June*. <https://doi.org/10.18260/1-2--34469>
- Cantuña, A., & Cañar, C. (2020). Revisión sistemática del aula invertida en el Ecuador: aproximación al estado del arte. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 46(3), 45–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300045>
- Celik, H. (2018). The Effects of Activity Based Learning on Sixth Grade Students' Achievement and Attitudes towards Mathematics Activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1963–1977. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ejmste/85807>
- Cherres-Lopez, Z., & Tolentino-Quñones, H. (2021). Trabajo y aprendizaje colaborativo en la educación remota en la Educación Básica Regular. 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(6–1), 364–374. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.6-1.872>

- Cherres, R., & Barboza, A. (2021). EDUCATIONAL STRATEGIES IN TIMES OF PANDEMIC. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1, 1–28. <https://doi.org/10.31876/IE.VI.133>
- Christopoulos, A., Kajasilta, H., Salakoski, T., & Laakso, M.-J. (2020). Limits and Virtues of Educational Technology in Elementary School Mathematics. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 59–81. <https://doi.org/10.1177/0047239520908838>
- CONCYTEC. (2020). *STEM - CONCYTEC*. Observatorio Der Iniciativas STEM Para Educación Básica. <http://stem.concytec.gob.pe/>
- Conde-Carmona, R., Fontalvo, A., & Padilla-Escorcía, I. (2021). El uso de la tecnología en la enseñanza del límite, para el fortalecimiento de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria en tiempos de Pandemia. *Revista Educación y Ciudad*, 41, 147–170. <https://doi.org/10.36737/01230425.N41.2496>
- Don Anton, B., & Riah, E. (2020). Challenges and relationships of e-learning tools to teaching and learning. *Proceedings of the European Conference on E-Learning, ECEL, 2020*, 48–56. <https://doi.org/10.34190/EEL.20.114>
- Doz, D. (2021). Students' Mathematics Achievements: A Comparison between Pre- and Post-COVID-19 Pandemic. *Education and Self Development.*, 16(4), 36–47. <https://doi.org/10.26907/esd.16.4.04>
- Engzell, P., Frey, A., & Verhagen, M. D. (2021). Learning loss due to school closures during the COVID-19 pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(17), 1–7. https://doi.org/10.1073/PNAS.2022376118/SUPPL_FILE/PNAS.2022376118.SAPP.PDF
- Gauchi, V. (2017). Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(2), e175–e175. <https://doi.org/10.3989/REDC.2017.2.1333>
- Gonzalez, T., De la Rubia, M., Hincz, K., Comas-Lopez, M., Subirats, L., Fort, S., & Sacha, G. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLOS ONE*, 15(10), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>
- Gordón, F. del R. A. (2020). From face-to-face learning to virtual learning in pandemic times. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 213–223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Gore, J., Fray, L., Miller, A., Harris, J., & Taggart, W. (2021). The impact of COVID-19 on student learning in New South Wales primary schools: an empirical study. *Australian Educational Researcher*, 48(4), 605–637. <https://doi.org/10.1007/S13384-021-00436-W/TABLES/15>

- Hammerstein, S., König, C., Dreisörner, T., & Frey, A. (2021). Effects of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement-A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–8. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.746289/BIBTEX>
- Henriques, S., Correia, J., & Dias-Trindade, S. (2021). Portuguese primary and secondary education in times of covid-19 pandemic: An exploratory study on teacher training and challenges. *Education Sciences*, 11(9), 1–11. <https://doi.org/10.3390/educsci11090542>
- Jiang, C. (2022). Design of an E-Learning Resource Allocation Model from the Perspective of Educational Equity. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(3), 50–67. <https://doi.org/10.3991/IJET.V17I03.29425>
- López, P., Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2021). Brazilian and Spanish mathematics teachers' predispositions towards gamification in STEAM education. *Education Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11100618>
- Maldonado, J., & De Witte, K. (2022). The effect of school closures on standardised student test outcomes. *British Educational Research Journal*, 48(1), 49–94. <https://doi.org/10.1002/BERJ.3754>
- Márquez, J. (2020). Tecnologías emergentes aplicadas en la enseñanza de las matemáticas Emerging technologies applied in mathematics education. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 38, 1–10. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/371576>.
- Meeter, M. (2021). Primary school mathematics during the COVID-19 pandemic: No evidence of learning gaps in adaptive practicing results. *Trends in Neuroscience and Education*, 25, 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.TINE.2021.100163>
- Montenegro, S., Raya, E., & Navaridas, F. (2020). Percepciones docentes sobre los efectos de la Brecha Digital en la Educación Básica durante el Covid -19. *Revista Internacional de Educación Para La Justicia Social*, 9(3), 317–333. <https://doi.org/10.15366/RIEJS2020.9.3.017>
- Mulenga, E., & Marbán, J. (2020). Is COVID-19 the Gateway for Digital Learning in Mathematics Education? *Contemporary Educational Technology*, 12(2), 1–11. <https://doi.org/10.30935/CEDTECH/7949>
- Muñoz, D. (2020). Educación virtual en pandemia: una perspectiva desde la Venezuela actual. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 24(3), 387–404. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1377>

- Muñoz, M. (2022). Herramientas del aula virtual en la enseñanza de la matemática durante la pandemia, una revisión literaria. *Revista Conrado*, 18(84), 310–315. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100310
- Nurjanah, Dahlan, J., & Wibisono, Y. (2019). Development of media model based on hands-on activity to improve conceptual understanding abilities of junior high school students in Bandung district. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(4), 1–7. <https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/1280/4/042001>
- Nurjanah, Jarnawi, A., & Wibisono, Y. (2021). The Effect of Hands-On and Computer-Based Learning Activities on Conceptual Understanding and Mathematical Reasoning. *International Journal of Instruction*, 14(1), 143–160. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.1419A>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD*. OECD. <https://doi.org/10.1787/5F07C754-EN>
- Perienen, A. (2020). Frameworks for ICT Integration in Mathematics Education - A Teacher's Perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), 1–12. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/7803>
- Pócsová, J., Mojžišová, A., Takáč, M., & Klein, D. (2021). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Teaching Mathematics and Students' Knowledge, Skills, and Grades. *Education Sciences*, 11(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11050225>
- Salinas, J. (2020). Educación en tiempos de pandemia: tecnologías digitales en la mejora de los procesos educativos. *Innovaciones Educativas*, 22(Especial), 17–21. <https://doi.org/10.22458/IE.V22IESPECIAL.3173>
- Sancho, A., & Sánchez, M. (2020). Metodología mixta Flipped Classroom y Aprendizaje Basado en Proyectos para el aprendizaje de la geometría analítica en Secundaria. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(2), 135–156. <https://doi.org/10.14201/ET2020382135156>
- Schramm, H., Rubin, I., & Schramm, N. (2021). Covid-19 and high school grades: An early case study. *Significance*, 18(2), 6–7. <https://doi.org/10.1111/1740-9713.01500>
- Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., & Lindner, M. (2022). Did students learn less during the COVID-19 pandemic? Reading and mathematics competencies before and after the first pandemic wave. *School Effectiveness and School Improvement*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014>
- Simonetti, M., Perri, D., Amato, N., & Gervasi, O. (2020). Teaching Math with the Help of Virtual Reality. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and*

Lecture Notes in Bioinformatics), 12255 LNCS, 799–809. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58820-5_57

Spitzer, M., & Musslick, S. (2021). Academic performance of K-12 students in an online-learning environment for mathematics increased during the shutdown of schools in wake of the COVID-19 pandemic. *PLOS ONE*, 16(8), e0255629. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0255629>

Sumaji, Sa'Dijah, C., Susiswo, & Sisworo. (2019). Students' problem in communicating mathematical problem solving of Geometry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/243/1/012128>

Tovar Rodriguez, D. L. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante (Spanish). *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 1–7. <https://n9.cl/bfwcf>

Yustina, Mahadi, I., Ariska, D., Armentis, & Darmadi. (2022). The Effect of E-Learning Based on the Problem-Based Learning Model on Students' Creative Thinking Skills During the Covid-19 Pandemic. *International Journal of Instruction*, 15(2), 329–348. <https://doi.org/10.29333/IJI.2022.15219A>

Zhao, W., Zhang, J., Liu, X., & Jiang, Z. (2022). Application of ISO 26000 in digital education during COVID-19. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3). <https://doi.org/10.1016/J.ASEJ.2021.10.025>

Zierer, K. (2021). Effects of Pandemic-Related School Closures on Pupils' Performance and Learning in Selected Countries: A Rapid Review. *Education Sciences*, 11, 1–12. <https://doi.org/10.3390/educsci11060252>