



TRABAJO FIN DE GRADO

EFICACIA DEL USO DE HERRAMIENTAS TIC DE MATEMÁTICAS SOBRE EL RENDIMIENTO

GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA E INFANTIL

Alumno: Carlos Javier Cazorla García

Director: Belén Urosa Sanz

Curso: 4º

Fecha: 19 de abril de 2023

Índice

Resumen/Abstract.....	2
Introducción.....	3
Objetivos de esta investigación	4
Justificación del tema escogido	5
Marco Teórico.....	6
Metodología y Diseño de investigación	19
Participantes	20
Variables e instrumentos	21
Procedimiento.....	22
Análisis de datos.	23
Resultados.....	23
Análisis descriptivos de la información.....	23
Contraste de hipótesis:	25
Discusión y conclusiones.....	28
Bibliografía	29
ANEXOS	32
ANEXO 1	32
ANEXO 2	33

Resumen/Abstract

En este trabajo se muestra una investigación aplicada sobre la eficacia del uso de herramientas TIC para el aprendizaje de las Matemáticas. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con tres grupos dos de ellos experimentales y un grupo control. Se llevaron a cabo medidas pre y postratamiento del rendimiento en matemáticas de los alumnos. Además, se recogió información sobre la capacidad de motivación hacia el aprendizaje de estas herramientas percibida por los alumnos, así como su percepción de aprendizajes. También se llevó a cabo una recogida de información cualitativa sobre la opinión de diferentes herramientas utilizando entrevistas y focus group. Los resultados mostraron que los alumnos que habían utilizado las herramientas TIC mejoraron su rendimiento significativamente más que los que habían seguido un procedimiento clásico. Se encontró evidencia empírica de una mejora en el rendimiento al comparar los alumnos que perciben como motivantes las herramientas con respecto a los que no. De igual manera se observaron diferencias estadísticamente significativas en la mejora del rendimiento en matemáticas entre los que tenían una percepción de haber aprendido con ellas con respecto a los que no. Complementariamente, los datos muestran que la mayoría de los alumnos perciben como motivantes estas herramientas y opinan que han aprendido con ellas.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), educación, matemáticas, rendimiento, motivación.

This final degree Project presents the applied research effectiveness of the ICT tools when applied to Mathematics teaching. A quasi-experimental design with three groups was made, two of the groups were experimental and the third was a control group. Pre- and post-application measurements were carried out to see the student's performance in mathematics. In addition, information was collected about the student's motivation capabilities as well as their learning sensations. Qualitative data collection was conducted on the opinion of different tools using interviews and focus groups. The results showed that the students who had used ICT tools improved their performance significantly more than those who had followed a classical procedure. Empirical evidence was found of a performance improvement when comparing students who perceived the tools as motivating with those who did not. Similarly, statistically significant differences were observed in the improvement of math performance between those who had a perception of having learned with the tools compared to those who did not. Additionally, the data show that most students perceive these tools as motivating and believe that they have learned with them.

Key words: Information and Communication Technologies (ICT), education, mathematics, performance, motivation.

Introducción

Estamos en la era de la revolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las TIC han cambiado nuestros comportamientos y nuestra manera de vivir, han afectado a lo que es nuestro día a día, pero también han incidido directamente en el mundo educativo.

Desde finales del siglo XX y principios de este siglo han ido incorporándose al ámbito educativo, transformando los procesos formativos.

Las TIC han cambiado la forma en la que los estudiantes aprenden y los profesores enseñan, en todas las áreas curriculares y especialmente en el área de las Matemáticas.

La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación indica que: *“...se hace necesario que el sistema educativo dé respuesta a esta realidad social e incluya un enfoque de la competencia digital más moderno y amplio, acorde con las recomendaciones europeas relativas a las competencias clave para el aprendizaje permanente”*. (Preámbulo)

Las TIC ofrecen una amplia gama de herramientas y recursos digitales que pueden mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos, hacer que el aprendizaje sea más interactivo y personalizado y aumentar la motivación de los estudiantes.

A continuación, se presentan algunas formas en que las TIC pueden mejorar el aprendizaje de las matemáticas:

1. **Visualización de conceptos:** Las TIC pueden ayudar a los estudiantes a visualizar conceptos matemáticos abstractos, haciendo que sean más concretos y fáciles de entender. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar manipulativos virtuales para experimentar con formas y patrones, o utilizar calculadoras gráficas para visualizar funciones y ecuaciones.

2. **Aprendizaje personalizado:** Las plataformas y recursos en línea pueden proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje personalizadas adaptadas a sus necesidades y habilidades individuales. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar en programas de matemáticas adaptativos que ajustan el nivel de dificultad de los problemas en función de su desempeño.

3. **Colaboración y comunicación:** Las TIC pueden permitir que los estudiantes colaboren y se comuniquen entre sí y con sus profesores, compartiendo ideas y resolviendo problemas juntos. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar en proyectos grupales utilizando herramientas en línea como Google Docs o participar en comunidades matemáticas en línea.

4. **Aplicaciones en el mundo real:** Las TIC pueden ayudar a los estudiantes a ver las aplicaciones prácticas de las matemáticas en el mundo real. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar simulaciones o herramientas de visualización de datos para explorar cómo se utilizan las matemáticas en campos como la ciencia, la ingeniería o las finanzas.

Objetivos de esta investigación

Este trabajo tiene como principales objetivos:

- Conocer el grado de motivación y la percepción de su aprendizaje que los alumnos obtienen utilizando herramientas TIC a la hora de aprender matemáticas
- Comprobar la incidencia del uso de herramientas TIC en el rendimiento de los alumnos en Matemáticas.

Concretamente se han formulado las siguientes hipótesis de investigación:

1. Los alumnos que utilizan herramientas TIC para su aprendizaje en matemáticas aprenden más que aquellos con los que se utiliza el procedimiento clásico de enseñanza
2. La utilización de herramientas TIC para el aprendizaje de las matemáticas es percibido por los alumnos como algo motivante.
3. Los alumnos perciben que aprenden cuando utilizan las herramientas TIC
4. Los alumnos que perciben que las TIC son motivantes tienen una mejora mayor en el rendimiento en matemáticas que los que perciben que no les motiva
5. Los alumnos que perciben que aprenden con las TIC como la de arriba mejora mayor en el rendimiento en matemáticas que los que perciben que no
6. Existe asociación entre la percepción de aprendizaje y la motivación que tienen los alumnos con el uso de herramientas TIC

Justificación del tema escogido

He escogido esta temática, relacionada con la aplicación de las TIC en el aprendizaje, debido a que considero que es un tema que goza de importancia y de actualidad en el sistema educativo con un papel cada vez más asentado dentro de este sistema. Aunque la incorporación de las TIC al ámbito educativo es una realidad, no se han llevado a cabo muchas investigaciones que comprueben la eficacia de su uso en entornos y situaciones específicas. Es necesario que se realicen investigaciones sobre la efectividad que tienen que ayuden a una incorporación a los procesos de enseñanza aprendizaje más adaptada a la evidencia empírica.

Además, considero que los maestros deberíamos conocer los recursos que nos ofrecen las TIC a la hora de enseñar y aportar andamiaje para todos los alumnos a la hora de comprender los contenidos, con mención en especial en las matemáticas ya que en primer lugar es una asignatura percibida como difícil y en segundo lugar por

la potencialidad que estas herramientas tienen para esta asignatura concreta ya que favorecen la visualización y manipulación de los conceptos matemáticos.

Marco Teórico

Aunque no existan muchas investigaciones experimentales sobre la eficacia de la utilización de estas herramientas, el uso de las TIC en las aulas ha sido un tema de interés para los investigadores del ámbito de la educación. En este trabajo analizaremos primero la importancia de las TIC en todas las asignaturas que se imparten en un aula en base a la literatura científica y con posterioridad. Haremos una breve reseña sobre si el uso de estas tecnologías aporta beneficios a alumnos con necesidades educativas especiales ya que podría darse el caso de que la aplicación de estas tecnologías no aportara beneficios a estos alumnos. Con posterioridad nos centraremos en analizar las investigaciones que se centran en la influencia de las TIC en el ámbito matemático, revisando tanto los aspectos positivos como los negativos que aparecen señalados en la literatura académica.

De forma reiterada los resultados en la formación matemática de los alumnos españoles se han situado por debajo de la media en estudios internacionales. Como podemos observar en el gráfico 1, los resultados de los estudiantes de España no sólo se encuentran por debajo de la media de la OCDE, además hemos visto cómo hemos bajado cinco puntos en comparación a 2015.

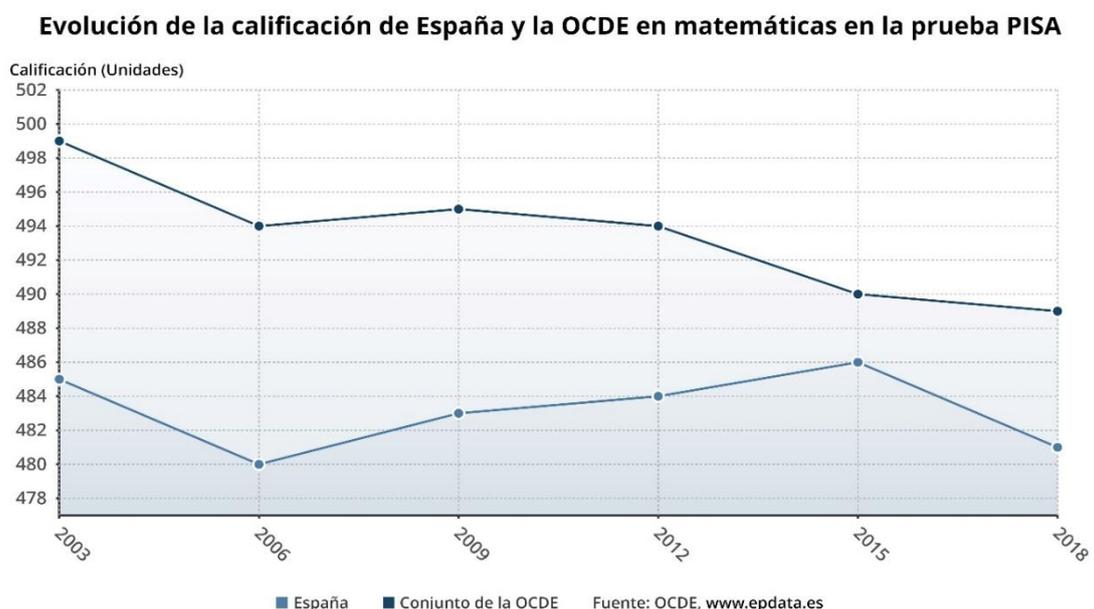


Gráfico 1: Evolución de los resultados en la prueba PISA en Matemáticas

Los datos más recientes son de 2018 ya que la pandemia impidió la realización de las pruebas, por lo que no podemos asegurar cómo han evolucionado las competencias matemáticas en España actualmente, por el lapso de tiempo transcurrido y por el impacto que tuvo el confinamiento y la pandemia ya que supuso un auge de las tecnologías de asistencia remota y de enseñanza autodidacta.

Además, también existen datos sobre los resultados de España en las pruebas de ciencia. Esta prueba incluye un apartado sobre la tecnología y la resolución de problemas ya que también en esta área la incidencia del uso de las TIC es importante. La evolución en esta área en la prueba PISA aparece reflejada en el gráfico 2.



Gráfico 2: Evolución de los resultados en la prueba PISA en Ciencias

Como podemos observar, los resultados en el ámbito matemático son mejorables, estos resultados han sido motivo suficiente como para que numerosos autores hayan investigado sobre este tema para poder paliar las carencias que pudieran existir en nuestro sistema educativo a la hora de enseñar matemáticas.

Estas investigaciones se orientan principalmente en los aspectos curriculares de las matemáticas y observamos que existen autores como Ángel Alsina con su pirámide

de la educación matemática, Elsa Santaolalla Pascual, Maria Antonia Canals o Fernández Bravo con su metodología didáctica que señalan como la mejor metodología de enseñanza la que orienta la enseñanza al mundo concreto y real, con unos contextos cercanos y entendibles para los estudiantes. Gómez, Silas y Miranda hablaban en 2015 del concepto de la matematización de la realidad con las siguientes palabras: “Para que las matemáticas cobren sentido es importante que el alumno parta de situaciones concretas de la realidad y que las piense en términos matemáticos, proceso al que se le puede llamar matematización de la realidad” (p. 12)

Además, centrándonos en la educación Primaria, podemos observar cómo, teniendo en cuenta la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (Mounoud, 2001) el pensamiento abstracto es una etapa que en Primaria no se alcanza. Es debido a esto que encontramos sentido a la falta de motivación y a la frustración que muchos alumnos tienen en su relación con las matemáticas y por esto mismo es necesario utilizar elementos que faciliten ese proceso de abstracción haciéndolo más manipulativo y con relación a su entorno. En este ámbito los recursos didácticos matemáticos como las regletas *cuisenaire* suelen predominar en las etapas iniciales y las tecnologías se utilizan posteriormente ya que le permiten al alumno experimentar de una forma más personal y con una gama más alta de posibilidades a la hora de realizar esos experimentos “de forma telemática”

Estos problemas que tenemos con las matemáticas no son nuevos, llevamos medio siglo sin obtener resultados buenos en matemáticas y con alumnos que llegan a despreciar las matemáticas y sentirse frustrados por estas (Bosch Betancor y Ruiz López, 2007) motivo por el cual se realza la importancia de estas nuevas corrientes didácticas de enseñanza de las matemáticas que pueden contribuir a mejorar la motivación de los alumnos a su aprendizaje. Si extrapolamos esta situación a la realidad de hoy, no podemos esperar que, sin cambiar nada de nuestra forma de enseñar, las TIC aumenten la calidad de los aprendizajes, si no cambiamos nuestra forma de enseñar y no nos adaptamos a las necesidades de nuestro entorno, la introducción de las TIC en el proceso no conllevará una mejora en la formación matemática de los alumnos.

LAS TIC EN LA EDUCACIÓN

Si analizamos el efecto de la incorporación de las TIC en la educación podemos encontrar autores como Parra (2012) que nos relata los beneficios de las TIC con una perspectiva histórica. Este autor habla de la capacidad de catarsis que tienen las tecnologías y sobre cómo no ha dejado indiferente al ámbito educativo y especialmente a los maestros su inclusión en los procesos formativos. También nos habla de la constante aparición de nuevas herramientas y cómo esta sensación de sobreexposición y de renovación constante de conocimientos y de herramientas nos lleva a los maestros a sentir un ligero rechazo hacia las TIC porque nos sentimos algunas veces desamparados, motivo por el cual muchos maestros trabajan lo menos posible con las TIC porque no se sienten cómodos al utilizarlas, por falta de control sobre ellas y por considerar que no tienen la suficiente competencia digital.

Pineida en 2011 nos habla de cómo las TIC han adquirido una relevancia significativa en la cotidianidad, en todas las cosas del día a día, y su empleo se ha incrementado de manera exponencial en los últimos años. Su uso es fundamental en distintas actividades, como la comunicación, el aprendizaje y el entretenimiento, lo que las convierte en un elemento fundamental en la vida de los estudiantes.

En el contexto educativo, las TIC tienen un gran potencial se pueden utilizar como un recurso didáctico que potencia la eficacia de la enseñanza, por lo que resulta relevante fomentar el desarrollo de las competencias tecnológicas tanto en el profesorado como en los alumnos, con el fin de adaptarse a las necesidades y desafíos que plantea la revolución tecnológica que estamos viviendo en el siglo XXI.

Area Moreira en el 2010 se preocupa por esta falta de experiencia y de competencia en el uso de las TIC del profesorado, y analiza las prácticas de uso de las TIC en los centros y aulas, aunque este autor lo escribió hace 13 años no ha habido grandes cambios desde entonces. Area Moreira habla sobre cómo la realidad de las TIC ya no radica tanto en la falta de materiales, aunque el profesorado prefiere la utilización de otros materiales, también hace un especial hincapié en las dificultades que surgen en el proceso de implementación de las TIC en las aulas como la necesidad de un cambio

en el método que utilizamos los maestros a la hora de evaluar o la falta de tiempo y de formación de calidad en el profesorado en adecuadas competencias digitales.

¿Y qué es la competencia digital? Según la UNESCO (2018), la competencia digital implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad. Esta necesidad de desarrollar una competencia digital de calidad en los profesores fue considerada tan clave que el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado creó un “Marco Común de Competencia Digital Docente” que serviría como referencia para la formación, la evaluación y la acreditación de las capacidades y competencias de los maestros. En el Anexo 1 se pueden encontrar los distintos niveles de competencia digital docente que se pueden acreditar en España.

En este proyecto el INTEF concretó los descriptores de los niveles de competencia académica docente. En la tabla 1 se pueden consultar estos descriptores por nivel:

Básico	A1	Nivel básico y necesita asistencia para mejorar su competencia en este ámbito.
	A2	Aún con un nivel básico, puede mejorar su competencia con un nivel adecuado de apoyo y autonomía.
Intermedio	B1	Nivel intermedio, puede mejorar su competencia digital resolviendo problemas simples de manera independiente.
	B2	Nivel intermedio, puede mejorar su competencia digital al responder a sus propias necesidades y solucionando problemas específicos de manera autónoma y bien definida.
Avanzado	C1	Nivel avanzado, puede orientar a otras personas en el desarrollo de su competencia digital.
	C2	Nivel avanzado, puede desarrollar su competencia digital en contextos complejos al responder a sus propias necesidades y las de otros.

Tabla 1. Descriptores de desarrollo por nivel del Marco Común de Competencia Digital Docente (INTEF, 2017)

El Marco Común de Competencia Digital Docente (INTEF, 2017) define como básicas cinco áreas en las que los docentes deben tener un adecuado conocimiento y desempeño para tener las capacidades de integrar eficazmente las tecnologías en su enseñanza:

1. Información y alfabetización informática: habilidades para buscar, evaluar y gestionar información evaluando su relevancia
2. Comunicación y colaboración: habilidades para comunicarse y colaborar utilizando los entornos digitales teniendo una conciencia intercultural.
3. Creación de contenidos digitales: habilidades para crear y editar contenidos digitales de manera efectiva y creativa. Conocer las licencias de uso y los derechos de propiedad intelectual.
4. Seguridad: habilidades para proteger la información personal y la seguridad en línea, y para entender las implicaciones éticas y legales del uso de la tecnología.
5. Resolución de problemas: habilidades para resolver problemas técnicos teniendo en cuenta el propósito o la necesidad. Actualización de su competencia y de la de los demás.

La necesidad de conseguir acreditar los niveles de competencia digital, podría convertirse en un problema si la visión y el interés del profesorado es la mera acreditación de su nivel y no la incorporación de esta competencia a su quehacer docente. Aguilar en 2012 nos habla de la necesidad de “evitar una concepción reduccionista e instrumental de las TIC, pues no bastaría para hacer una incorporación adecuada a los procesos de formación. Es necesario promover en el profesorado habilidades para aprovechar al máximo las posibilidades de la tecnología en el contexto educativo, adaptándola e integrándola al proceso de enseñanza-aprendizaje”. Es decir, el que las TIC tengan un gran potencial no es suficiente para que su incorporación en el ámbito educativo sea un éxito. Para que las TIC tengan un rendimiento óptimo es necesario que los planteamientos estén bien pensados y que

los docentes gocen de una capacidad de utilizar estas tecnologías para que la tecnología esté al servicio del alumno y no al revés.

En esta misma línea Hernández (2017) señala que el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, haciendo uso de las TIC, requiere de un conjunto de competencias que el docente debe adquirir y que le lleve a aplicar una metodología didáctica capaz de aprovechar las herramientas tecnológicas. En resumen, podemos concluir que son los maestros los que deben estar formados adecuadamente para hacer un uso correcto de las TIC de tal manera que se aproveche al máximo su potencial para favorecer el aprendizaje de sus alumnos.

Recientemente, en 2022, Fernández y Dans Álvarez, siguen señalando la importancia clave del maestro en la utilización de nuevos materiales didácticos. Inciden en que las concepciones y creencias que poseen los docentes acerca de las TIC, así como sus conocimientos y criterios en relación a su empleo, tienen un impacto significativo en su práctica educativa y en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Este aspecto es fundamental para que se produzca una integración correcta y deseada de las TIC en los entornos educativos. De hecho, se sugiere que una comprensión sólida y positiva de las TIC, junto con habilidades y estrategias pedagógicas adecuadas, serían el catalizador ideal para que los maestros integren las TIC en sus aulas.

Aguilar (2012) incide en el beneficio que tiene el uso de las TIC en la educación ya que permite una comunicación inmediata que puede llevarse a cabo en cualquier espacio. Esta inmediatez también sirve para resolver las dudas de los alumnos ya que el acceso a la red les capacita potencialmente al acceso a todo el conocimiento y a la vez anima a los maestros a enseñarles a utilizar correctamente estos recursos para que puedan ser los alumnos los que utilicen de forma autónoma las TIC y estén en un entorno digital adecuado desarrollando sus propias competencias digitales.

Díaz-Barriga en 2013 también incide en la importancia de las TIC, no poniéndolas en el centro del proceso, sino utilizándolas como herramientas que permiten que los alumnos puedan colaborar con mucha más sencillez entre ellos, que las TIC proporcionan la posibilidad de fomentar la autonomía en el aprendizaje de los alumnos y una evaluación que se percibe como más auténtica y objetiva.

No obstante, este autor indica que el mero hecho de emplear las TIC no va a generar situaciones más inclusivas y no va a mejorar por sí mismo la calidad y los aprendizajes si las clases por sí mismas no merecen la pena. Díaz Barriga señala que este hecho plantea la necesidad de un cambio en los paradigmas educativos actuales, que conduzca a una integración entre los avances y usos novedosos de las TIC con enfoques provenientes de disciplinas como la pedagogía y la psicología del aprendizaje. A su juicio, es necesario seguir investigando e innovando sin olvidar que las TIC deberían de ser una herramienta al servicio de las necesidades de los alumnos.

¿LAS TIC AYUDAN A LOS ALUMNOS CON OTRAS NECESIDADES?

Es fundamental tener en cuenta desde una perspectiva inclusiva el efecto que puede tener la inclusión de las TIC en todos los alumnos. Es necesario observar y analizar los beneficios o problemas que pueden derivarse de su aplicación en cada uno de los alumnos y fundamentalmente en aquellos que pueden tener capacidades diversas y necesidades que específicamente deben ser atendidas.

Centrándonos en los casos de TDAH podemos observar que existen escasos estudios sobre la eficacia de la aplicación de herramientas informáticas en alumnos con déficit de atención e hiperactividad, no sólo en el plano pedagógico y educacional, que es el que nos interesa en este estudio, sino en cualquier otro plano de sus vidas.

Ford, Poe y Cox (1993) realizaron un estudio cuyo objetivo fue comparar los efectos que tienen los programas de ordenador de tipo juego sobre el comportamiento de los niños con TDAH. Los resultados, revelaron que los niños estaban más interesados en jugar que en hacer las actividades sugeridas; la falta de atención aumentaba con los programas que no eran de juego, lo que indica que hay elementos en estos programas informáticos que afectan la atención de los niños con TDAH.

González y Oliver (2002) plantean que los programas educativos para personas con TDAH deben posibilitar actividades guiadas, autoevaluaciones, actividades

autónomas, construcción social positiva, responsabilidad, autoestima, autocontrol en la conducta, etc. Concluyen que el acercamiento de estos niños a la tecnología, potencia las habilidades y disminuye riesgos de incapacidad si los programas se establecen según las necesidades de los niños.

Solomonidou, Garagouni y Zafiropoulou (2004) investigaron los efectos del uso de un programa educativo con aplicaciones multimedia, construcción de escritura, ambiente abierto, Internet y sus ayudas (texto, narración, imágenes, video, etc.), para establecer el comportamiento de los alumnos con TDAH y las actividades de aprendizaje más adecuadas.

Martínez S. (2007) considera que la inclusión de las TIC favorece la educación al convertirse en un elemento didáctico y pedagógico que fortalece los comportamientos adecuados en niños con TDAH. Beamish, D. (2008) asegura que las tecnologías de la información y la comunicación, son herramientas que se deben incluir dentro del aula de clase para ayudar a niños con TDAH, tomando como punto a favor las normas legales que le favorecen.

En el ámbito de la tiflotecnología (forma de utilizar la tecnología para hacerla accesible a sujetos con problemas visuales) también existen pocos artículos sobre esta temática, Gonzáles, Villadiego y Rodríguez en 2022 realizaron una investigación sobre la importancia y las medidas de tiflotécnica en la enseñanza de las matemáticas. La investigación nos revela que la implementación de las tecnologías en el aula otorga un elemento ecualizador en comparación al resto de alumnos.

No obstante, y como ya se ha mencionado antes, la implementación de TIC por sí sola no supone una mejora en la calidad educativa de por sí, en este caso el alumno con necesidades puede entender y realizar cálculos matemáticos lo que le sitúa al mismo nivel que el resto de alumnos.

Por ello, en el caso de alumnos con problemas de visión las tecnologías son clave para acceder a esos conocimientos y son el elemento que les permite gozar de tantas oportunidades como los alumnos sin problemas de visión, lo cual, por fortuna o desgracia, les ubica ante el mismo problema que tienen el resto de alumnos a la hora

de aprender matemáticas y que suele radicar en la metodología de enseñanza que se emplea y en la motivación de los alumnos hacia su aprendizaje.

LAS TIC EN LAS MATEMÁTICAS.

Por todo lo que hemos visto, podemos considerar que las TIC tienen una acción positiva hacia el aprendizaje en los alumnos. Pasemos ahora a concretar el efecto que específicamente tienen en el ámbito de las matemáticas. Grisales-Aguirre en 2018 nos comenta que en la sociedad actual nos encontramos con necesidades y contextos que hacen que las tecnologías sean necesarias en la didáctica de las matemáticas. Pero es necesario que la metodología y las actividades formativas que se diseñen para el aprendizaje de las matemáticas sean adecuadas, su mero uso no implica un efecto positivo sin más, es preciso un diseño pedagógico adecuado del proceso formativo que lleve a aprendizajes de calidad.

La aparición de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) y de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) tales como puede ser el ClassDojo generan una nueva situación de comunicación para los maestros y los alumnos. De nuevo, está en manos del maestro el utilizar adecuadamente estas herramientas. Podemos crear mediante las tecnologías contenidos matemáticos y difundirlos a través de las redes sociales de los alumnos.

Incluimos un ejemplo de esto en la Figura 1. Actividad desarrollada por la profesora Elsa Santaolalla Pascual de la Universidad Comillas.

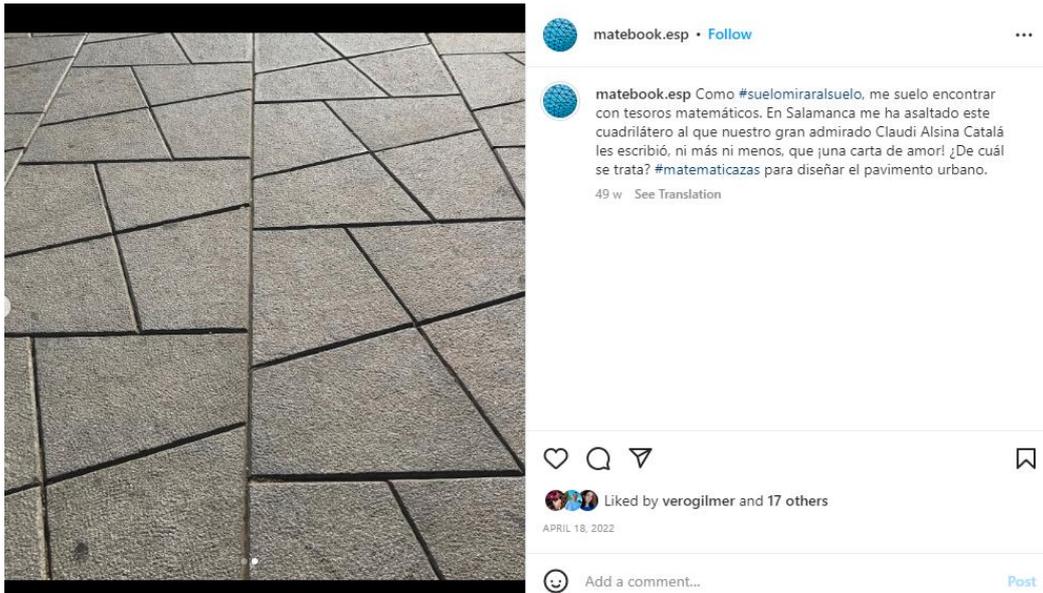


Figura 1. Foto con contenido matemático difundido en redes. Recuperado de Instagram@ Matebook.esp. Autora Elsa Santaolalla Pascual.

Es importante distinguir entre la didáctica de las matemáticas y lo que llamamos divulgación de las matemáticas. Nos referimos a la didáctica cuando hablamos del aprendizaje formal en entornos ordinarios de aprendizaje. Se desarrolla por el maestro con la intención de que los alumnos adquieran un determinado contenido o concepto matemático. Por el contrario, la divulgación de las matemáticas se lleva a cabo en entornos no formales e informales en los que el objetivo principal no es la adquisición de contenidos curriculares, sino el entretenimiento que puede fomentar una mejor visión de las matemáticas en el público general.

Nos encontramos en la era de las tecnologías y podemos hablar de que existen muchos influencers del ámbito matemático que gozan de una popularidad bastante alta, aun existiendo entre la población una visión generalmente establecida de que las matemáticas son algo aburrido.

Por ejemplo, Eduardo Sáenz de Cabezón es un creador de contenido que se centra en explicar conceptos matemáticos, como la explicación de por qué dividir entre cero da infinito, cuál sería la distribución y orden de embarque más rápida para un avión o el uso de los logaritmos en la vida. Basándonos en las visualizaciones de su canal y su número de suscriptores podemos asumir que su divulgación de contenidos matemáticos es un éxito.

¿Y este éxito de dónde viene? podemos tener en cuenta que estos influencers apelan a la curiosidad del público que consume su contenido y presentan de una forma atractiva este tipo de contenidos. Esto nos lleva a pensar que se puede presentar un contenido matemático a través de un titular muy impactante que llame la atención del alumno y le motive para ver por ejemplo un vídeo donde se presente un contenido. O crear vídeos cortos para que el alumno no pierda la atención y en caso de que la pierda pueda parar el vídeo y retroceder hasta el punto en el que se perdió o no entendió algo. Esta facilidad que tiene la tecnología para que el alumno interactúe con el contenido y que es algo que es muy sencillo con ellas, es sin embargo prácticamente imposible de aplicar para un único maestro en un contexto de aula. La tecnología otorga al alumno la capacidad de repetir y de detener el contenido en el momento en el que cada alumno lo considere necesario lo que permite a cada alumno aprender a su propio ritmo.

Además, estos materiales se apoyan en el uso de recursos visuales y de materiales muy concretos y comprensibles para el alumno. Un ejemplo de esto puede verse en el vídeo de *QuantumFracture* "El hotel infinito", en el que se explica el concepto de infinitos y cómo se gestionan desde un ámbito matemático. Los contenidos no se presenten con una orientación académica sino atractiva para conectar con el público objetivo. Este modo de hacer llegar conceptos matemáticos podría trasladarse al ámbito educativo para poder eliminar algunas de las barreras del aprendizaje de las matemáticas.

Lo más impactante es que el estudiante consume estos vídeos como parte de su tiempo libre y como un entretenimiento, los considera atractivos. El elemento que tienen en común la gran mayoría es que se utiliza el móvil o un software digital para la creación y visualización de estos contenidos. Deberíamos por tanto preguntarnos ¿Cómo podemos los docentes generar un material atractivo para que nuestros alumnos aprendan matemáticas disfrutando?

Es importante recalcar los beneficios que los usos de estas herramientas pueden tener en nuestros alumnos. Kaushik Das en 2019 profundizó en este aspecto y de su investigación podemos concluir que la aplicación de las TIC es una herramienta capaz

de fomentar el desarrollo del pensamiento crítico y científico entre estudiantes y docentes. Además, este enfoque innovador también ha demostrado su capacidad para motivar al estudiante a participar activamente en actividades de aprendizaje, sin limitaciones de tiempo o lugar.

También, la integración de las TIC en el proceso educativo ha permitido que los educadores compartan conocimientos y experiencias en tiempo real, promoviendo así su crecimiento profesional. El uso de herramientas TIC, tales como recursos educativos multimedia y pedagogías innovadoras, ha mejorado significativamente la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Las TIC han demostrado ser capaces de desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior en los estudiantes, gracias a su capacidad para ofrecer una gran variedad de modalidades de enseñanza y aprendizaje. Estas modalidades incluyen la integración de múltiples recursos multimedia, así como la inclusión de métodos de enseñanza que fomentan la reflexión crítica y la resolución de problemas complejos.

Granados (2015) señala que las TIC mejoran la enseñanza de las matemáticas, aunque en este caso el estudio se realizó con estudiantes mayores de edad por lo que nos vamos a centrar en las perspectivas que los alumnos tienen sobre el uso y manejo de las herramientas. Los estudiantes encuestados consideraron que el uso de diapositivas o presentaciones en PowerPoint, videos o software educativos incrementan la madurez cognitiva en el estudiante. Además, todos los estudiantes consideraron que el uso del internet como herramienta pedagógica fortalece el aprendizaje significativo de contenidos.

Gabarda Méndez et al. (2022) realizaron una investigación sobre cómo se utilizan las tecnologías y sus efectos en los alumnos. Dentro de las conclusiones más importantes que se extraen de este estudio, se observa que la investigación sobre la influencia de las tecnologías ha aumentado significativamente durante y después la pandemia por el COVID-19 ya que se ha necesitado llevar a cabo un uso masivo de la tecnología en los procesos de formación y evaluación de los alumnos desde los hogares.

Metodología y Diseño de investigación

Con el objetivo de comprobar la incidencia del uso de herramientas TIC en el aprendizaje de las matemáticas, se diseñó una investigación de metodología mixta, cualitativa y cuantitativa.

Desde el enfoque cuantitativo se ha llevado a cabo un diseño cuasi-experimental en un centro educativo de la Comunidad de Madrid donde se realizaron medidas pre y postratamiento sobre el rendimiento de los alumnos de 4º curso de Primaria en tres grupos de alumnos, dos de ellos (grupos experimentales) pasaron por el tratamiento que consistió en la utilización de herramientas TIC para el aprendizaje de Matemáticas y otro sirvió como grupo control en el que se llevó un proceso clásico de enseñanza. Se ha medido con posterioridad la motivación hacia el uso de estas herramientas y su percepción de aprendizaje en los dos grupos experimentales.

La utilización de dos grupos experimentales y un grupo de control, con medida pre y post tratamiento del rendimiento en matemáticas, permitió controlar el efecto de posibles variables extrañas que hayan podido modificar el rendimiento en matemáticas de los alumnos más allá de la intervención realizada a través del uso de herramientas TIC.

Para poder llevar a cabo el análisis del rendimiento en matemáticas, se utilizaron tres notas previas a la intervención de los exámenes de matemáticas del primer cuatrimestre y tres notas posteriores de los alumnos en matemáticas en exámenes del segundo cuatrimestre en los tres grupos de investigación.

El enfoque cualitativo consistió en la recogida de información sobre la opinión de los alumnos respecto a diferentes herramientas TIC para el aprendizaje de las matemáticas que utilizan los centros que participaron en la investigación.

En esta investigación, se llevaron a cabo una estrategia de investigación basada en la realización de entrevistas a alumnos de los centros educativos seleccionados. El objetivo principal de estas entrevistas era obtener información sobre la motivación y predisposición a aprender que tienen los niños en el contexto de la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de las TIC.

La realización de entrevistas a los actores implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje permitió obtener una visión detallada y completa de la experiencia que tienen los estudiantes y los maestros con el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. La información obtenida a través de estas entrevistas fué fundamental para la identificación de las fortalezas y debilidades del uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas y para la propuesta de posibles mejoras y ajustes a la estrategia educativa.

Participantes

Los participantes para este estudio fueron los alumnos de un colegio que ha mostrado su interés por participar en esta investigación. Los alumnos son pertenecientes al colegio Madres Mercedarias de Don Juan de Alarcón de Madrid. Este centro se encuentra en pleno corazón de Madrid, y se caracteriza por la cercanía que tiene con los alumnos y por su educación más centrada en la formación en valores y en una perspectiva más orientada hacia el arte y la literatura en comparación a la tecnología. Dentro de los tres grupos de alumnos que han participado se puede destacar que cada grupo contaba con veinticinco alumnos, la mayoría de alumnos tenían nueve años, con la excepción de algunos alumnos repetidores. Juntando a los setenta y cinco alumnos obtenemos una mayoría de chicas, siendo el 60% de los alumnos chicas y el 40% chicos. La realización de diseños experimentales que conllevan la intervención directa con alumnos suele no es sencilla y dificulta la posibilidad de utilizar grandes muestras por lo que supone de transformación del diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Este hecho deberá tenerse en cuenta en las conclusiones del mismo dado que no hemos podido utilizar muestras aleatorias por lo que la capacidad de representación de la muestra utilizada es relativa. Debe entenderse por tanto que los resultados se refieren a la muestra concreta utilizada en el estudio, que puede ser tomada como ejemplo, pero cuyos resultados no pueden ser automáticamente extrapolados a otros alumnos.

Los alumnos que participaron en la investigación dieron su consentimiento para formar parte del estudio sabiendo que los datos serían tratados de forma anónima.

Se utilizó un código numérico para anonimizar los datos de los alumnos sin que el investigador tuviera acceso a los nombres específicos de los alumnos. No se consideraron variables como el sexo en la selección de alumnos al no considerar que fuera una variable que pudiera provocar un efecto diferencial en el rendimiento de los sujetos.

Los alumnos entrevistados fueron un total de 50. Llevándose a cabo en cada una de las clases por separado. Además, se realizó un focus group para recoger las opiniones de los alumnos sobre las aplicaciones de manera específica, por lo que se ha recogido de ellos información cualitativa a través de dos herramientas (entrevistas y focus group).

En el contexto de la presente investigación, se han utilizado los focus group como instrumento de recolección de datos cualitativos para explorar y analizar el impacto de las TIC en la educación. Esta técnica de investigación cualitativa ha sido seleccionada por su capacidad para recopilar información detallada y rica acerca de las percepciones y experiencias de los participantes en relación a las TIC en la educación. Los focus group se componen de un grupo de personas seleccionadas en función de su relevancia para el tema a investigar, que son invitadas a participar en una discusión dirigida por un moderador. En el caso de la presente investigación, los participantes han sido profesores.

Variables e instrumentos

En el proceso cuantitativo de investigación y con el objetivo de comprobar la eficacia de uso de herramientas en los alumnos se ha recogido la información de las siguientes variables:

- Rendimiento en matemáticas: En esta variable nos centramos en la adquisición del conocimiento y aplicación de sus destrezas en matemáticas. La información sobre el rendimiento en matemáticas se ha recogido con pruebas de rendimiento, se han analizado los resultados de tres exámenes antes de la aplicación de las TIC y otros

tres exámenes posteriores a la aplicación de las TIC. Los exámenes que se han evaluado son exámenes centrados en la comprobación de la comprensión, representación y el uso de operaciones que tienen los alumnos.

- Motivación hacia el uso de las TIC y percepción de aprendizaje de los alumnos: Para recoger la información de estas variables se pasó un cuestionario de dos preguntas con respuestas con respuesta afirmativa o negativa. Además de esta recogida individual de datos se llevó a cabo un focus group para valorar la percepción de los alumnos con herramientas específicas.

En el proceso de investigación cualitativo se recogió la información sobre la opinión de los alumnos en la utilización de herramientas TIC específicas de aprendizaje de las matemáticas.

Procedimiento

Recolección de datos:

1. En enero se estableció contacto con varios colegios que expresaron interés por participar en la investigación, tras una entrevista con los profesores que permitirían el estudio en sus aulas se llegó a la conclusión de que era mejor centrarse en un colegio únicamente para poder evaluar las mismas aplicaciones TIC de enseñanza de las matemáticas.
2. En febrero se procedió a la visualización de las aplicaciones tecnológicas que usaban los centros, al tener una muestra amplia de aplicaciones se consideró importante poder recoger la opinión de los alumnos sobre las mismas y se decide llevar a cabo el focus group con los alumnos.
3. En marzo se realizaron los focus group con los alumnos, como se mencionó anteriormente la temática del focus group se lleva a cabo centrándonos en su opinión sobre las TIC, las aplicaciones específicas que usan en el aula, su motivación y si creen que aprenden. También se les pasa el cuestionario para que respondan de forma individual y anónima con código numérico.

4. En abril se obtienen los resultados de los exámenes y se procede al análisis de las variables y a la comprobación de las hipótesis

Análisis de datos.

Para poder comprobar el efecto que tiene sobre el rendimiento en matemáticas la utilización de herramientas TIC se han llevado a cabo análisis de datos de diferencias de medias para comprobar si la mejora en el rendimiento de los alumnos de los grupos experimentales era superior al grupo control y además para poder describir la percepción de la motivación del uso de estas herramientas y la creencia sobre su aprendizaje se han llevado a cabo análisis estadísticos descriptivos. Se llevaron a cabo concretamente análisis de t de student para muestras independientes asumiendo varianzas desiguales tras la aplicación de la prueba F de Fisher. También se llevó a cabo un Ji cuadrado entre las variables de motivación y percepción de aprendizaje para ver la asociación entre ambas variables.

Con respecto a los datos recogidos en el focus group se ha realizado una clasificación de las opiniones de los alumnos agrupando las opiniones similares. Se ha obtenido la frecuencia de aparición de respuestas en las agrupaciones así se han seleccionado las opiniones que con mayor frecuencia han sido expresadas por parte de los alumnos.

Resultados

Análisis descriptivos de la información

A continuación, se pueden observar en la Tabla 2 los datos de los grupos estudiados antes de la aplicación de las TIC.

Grupos de investigación	Número de sujetos	Medias	Desviaciones típicas
Grupo experimental 1	25	6.17	1.28
Grupo experimental 2	25	7.23	1.00
Grupo control	25	6.55	0.56

Tabla 2. Datos descriptivos de las medidas pretratamiento en los 3 grupos de investigación

Podemos comprobar cómo la media de los grupos supera la del aprobado, de hecho, el grupo control (GC) no tuvo nadie con media suspensa. Sin embargo, el segundo grupo (G2) tiene la media más alta de los tres. Observando los valores de la desviación típica el primer grupo (G1) es el grupo que presenta una mayor heterogeneidad y el grupo control resultó ser el más homogéneo.

Los datos obtenidos de los grupos tras aplicar las herramientas TIC pueden observarse en la Tabla 3.

Grupos de investigación	Número de sujetos	Medias	Desviaciones típicas
Grupo experimental 1	25	6.86	1.87
Grupo experimental 2	25	8.02	1.08
Grupo control	25	6.77	0.49

Tabla 3. Datos descriptivos de las medidas postratamiento en los 3 grupos de investigación

Las medias de los tres grupos han aumentado, el G2 es el grupo que ha experimentado un mayor aumento, con 0.79 de aumento. Las medias de los grupos experimentales han aumentado más aparentemente que la del grupo control. Las desviaciones típicas han aumentado también en todos los grupos.

Con respecto a las preguntas de la encuesta sobre motivación y percepción de aprendizaje, podemos observar en el gráfico 3 que el 74% de los alumnos sí se sienten motivados por las TIC (N=37) mientras que el 26% de los alumnos no consideran que les motive su uso (N=13)

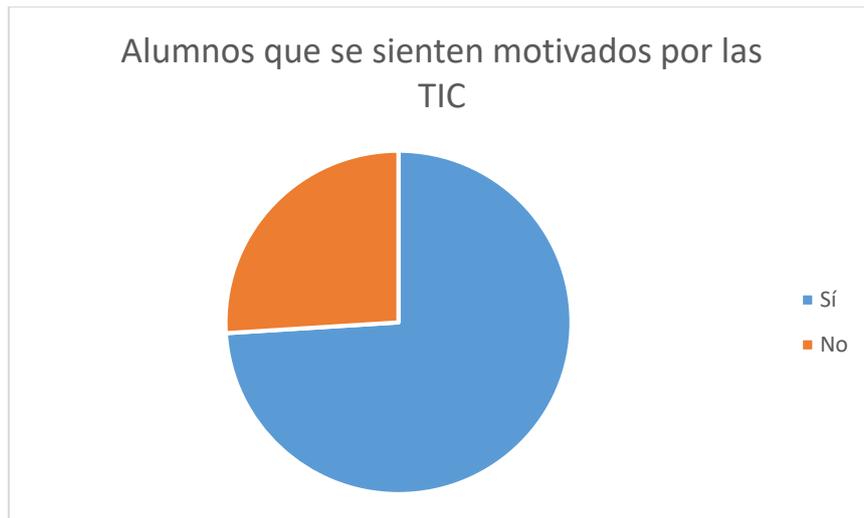


Gráfico 3. Percepción de las TIC como motivadoras

Analizando la percepción de aprendizaje tienen los alumnos con las herramientas TIC, se puede observar en el Gráfico 4 que los alumnos con mayor frecuencia creen que sí aprenden son concretamente el 72% (N=36) mientras que los alumnos que creen que no aprenden son el 28% (N=14)

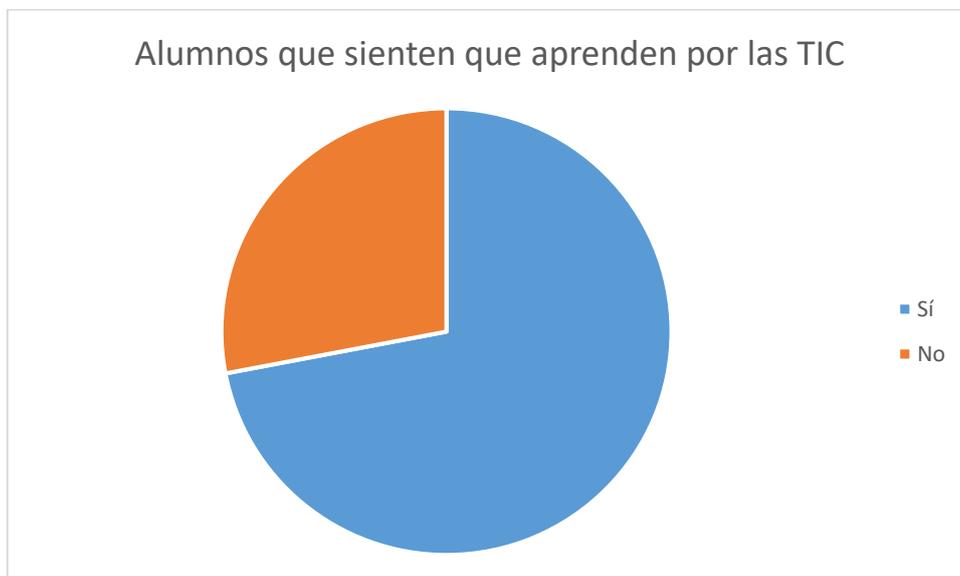


Gráfico 4. Percepción de aprendizaje con las TIC

Contraste de hipótesis:

Además de los análisis descriptivos se llevaron a cabo análisis estadísticos para poder contrastar las hipótesis formuladas en la investigación.

Para verificar la hipótesis: **Los alumnos que utilizan herramientas TIC para su aprendizaje en matemáticas aprenden más que aquellos con los que se utiliza el procedimiento clásico.** Se realiza una t de student para muestras independientes y varianzas desiguales teniendo en cuenta la variable mejora. Esta variable se ha calculado en base a la diferencia para cada alumno en la media de las pruebas postratamiento y la media de las pruebas pretratamiento.

Con los datos que disponemos al realizar la t de Student hemos obtenido el valor $t=3.95$ y se ha comprobado que $p<0.05$. En vista de estos resultados, tenemos evidencia empírica de que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles medios en la mejora del rendimiento en matemáticas de los alumnos. Para saber el tamaño del efecto usamos la D de Cohen y obteniendo como resultado $d=0.88$.

Con estos resultados podemos decir que hemos demostrado que el grupo experimental (GE1+GE2) ha mejorado significativamente más su rendimiento en matemáticas que el grupo control. Además, a través del valor del tamaño del efecto podemos también comprobar que la diferencia entre estos dos grupos es grande.

La aplicación de herramientas TIC tiene un efecto positivo en la mejora del rendimiento de los alumnos.

Para comprobar la hipótesis: **Los alumnos que perciben que las Tic son motivantes tienen una mejora mayor en el rendimiento en matemáticas que los que perciben que no les motiva.** Se realiza también una t de student para muestras independientes y varianzas desiguales teniendo en cuenta la variable motivación como clasificadora de los dos grupos y la variable mejora. Los sujetos se han agrupado atendiendo a si han considerado el uso de las TIC como factor motivante o no.

Con los datos que disponemos al realizar la t de Student hemos obtenido el valor $t=2.07$ y se ha comprobado que $p<0.05$. En vista de estos resultados, tenemos evidencia empírica para indicar que existen diferencias entre las medias de mejora en el rendimiento de los alumnos que sienten que les motiva el uso de las TIC y los que no. Para saber el tamaño del efecto usamos la D de Cohen obteniendo un valor de $d=0.72$.

Estos resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa en la mejora del rendimiento en matemáticas de los alumnos que han considerado el uso de las TIC como motivante y los que no. Podemos también concluir que esta diferencia es moderada-alta.

Para verificar la hipótesis: **Los alumnos que perciben que aprenden con las Tic como la de arriba mejora mayor en el rendimiento en matemáticas que los que perciben que no.** Se realiza nuevamente una t de student para muestras independientes y varianzas desiguales teniendo en cuenta la variable percepción de aprendizaje y la variable mejora. Se agrupa a los sujetos en aquellos que perciben que han aprendido usando TIC y los que no.

Con los datos que disponemos al realizar la t de Student hemos obtenido el valor $t=3.09$ y se ha comprobado que $p<0.05$. En vista de estos resultados, tenemos evidencia empírica para concluir que existen diferencias estadísticamente significativas en la mejora en el rendimiento en matemáticas entre los alumnos que sienten que aprenden con las TIC y los que no. Para saber el tamaño del efecto usamos la D de Cohen obteniendo un valor de $d=1.07$.

Con estos resultados podemos concluir que los alumnos que perciben que aprenden con las TIC han mejorado su rendimiento en matemáticas más que los que no y además hemos comprobado que esta diferencia es muy grande.

Para la hipótesis: **Existe asociación entre la percepción de aprendizaje y la motivación.** Se realiza un Ji cuadrado teniendo en cuenta la variable aprendizaje y la variable motivación.

Se aplica el Ji cuadrado y se obtiene $Ji\ cuadrado=37.93$ y $p<0.001$. Tenemos evidencia empírica de nuevo para indicar la existencia de una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables. El coeficiente de contingencia es de 0.87 lo cual nos indica que la motivación y el aprendizaje tienen una alta asociación. Aquellos alumnos que perciben las TIC como motivantes también perciben que han aprendido con ellas.

Con respecto a los resultados cualitativos, en el Anexo 2 se puede encontrar una tabla con las opiniones más generales de las aplicaciones que se utilizan en las aulas de

los colegios. Dentro de estas aplicaciones lo que con mayor frecuencia se señaló en general es la preferencia por aplicaciones como Mathletics, Prodigy, Sumdog y sobretodo MinecraftEdu. Lo más destacado en estas aplicaciones es el factor de cambio de rutina cuando se les permite un uso didáctico, además cada alumno progresa de forma individual con su propio ritmo. No obstante, hay aplicaciones que no les han resultado tan atractivas como por ejemplo Mathway o KhanAcademy. En general los comentarios más negativos que han surgido es la falta de contexto y de ayudas a la hora de utilizar la herramienta y las dificultades a la hora de responder a preguntas, por ejemplo, a la hora de responder introduciendo a mano una cifra numérica. Si el incluye un espacio en su respuestas hay aplicaciones que dan la respuesta por incorrecta y eso genera frustración.

Discusión y conclusiones

Los datos obtenidos en esta investigación son claramente positivos. La posibilidad de llevar a cabo esta investigación en un entorno real ha sido claramente gratificante.

Hemos podido confirmar todas las hipótesis formuladas, todas han sido estadísticamente significativas lo que sustenta el que, como han indicado otros autores previamente, el uso de herramientas TIC es claramente positivo para la mejora del rendimiento en matemáticas de los alumnos y para que estas herramientas didácticas sean percibidas como motivantes y potenciadores de su aprendizaje.

Estas conclusiones, coherentes con las obtenidas por otros estudios, permiten a los profesores de matemáticas de este centro, confirmar que la elección del material didáctico y de las aplicaciones está dando resultados positivos en la formación de los alumnos.

En cuanto a las posibles líneas de trabajo a futuro, podrían llevarse a cabo experimentaciones específicas para las diferentes herramientas con la finalidad de tener juicios específicos sobre ellas. También podrían llevarse a cabo investigaciones que recojan la opinión del profesorado y la estabilidad de estos resultados en el tiempo.

Otra línea de investigación podría desarrollarse comparando diferentes materiales didácticos de enseñanza de las matemáticas que por ejemplo comparen materiales manipulativos y tecnológicos, o que comprueben la eficacia en la formación de nuevos materiales didácticos. Como se puede observar en el análisis de las aplicaciones y se ha mencionado anteriormente la facilidad de interfaz de usuario, flexibilidad para las respuestas y el otorgar una experiencia distinta a la que normalmente se tiene en clase son los elementos más motivadores, además si la aplicación es interactiva y fomenta una competencia sana podremos llegar a los alumnos distintos.

Bibliografía

- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (2), 801- 811.
- Alsina, Á. (2010). La "pirámide de la educación matemática": una herramienta para ayudar a desarrollar la competencia matemática. *Aula de Innovación Educativa*(189). 12-16
- Area Moreira, M. (2004). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. *Revista de Educación*, 352. 77-97
- Biniés, P. (2008). *Conversaciones matemáticas con Maria Antònia Canals*. Barcelona: Graó.
- Bosch Betancor, J. y Ruiz López, N. (2007): La educación matemática en España. *Práxis Educativa*, 2(2). 151.160
- Cabero-Almenara, J. (2005). Las TIC y las universidades: Retos, posibilidades y preocupaciones. *Revista de la Educación Superior*, 34(135). 77.100
- Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4). 19-28

- Díaz-Barriga Arceo, Frida (2009). *La innovación en la enseñanza soportada en TIC. Una mirada al futuro desde las condiciones actuales*. OEI: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fernández Bravo, J. (2007). Metodología didáctica para a la enseñanza de las matemáticas. *Aprender matemáticas. Metodologías y modelos europeos*.
- Fernández Olivares, M. D. y Dans Álvarez de Sotomayor, I. (2022). Las TIC para enseñar ¿también en Matemáticas? *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 19 (38), 109-119
- Gabarda Méndez, V., Colomo Magaña, E., Ruiz Palmero, J., & Cívico Ariza, A. (2022). El aprendizaje de las matemáticas mediante tecnología en Europa: revisión de literatura. *Texto Livre*, 15, e40275.
- González B., E. A., Villadiego F., K. J., & Rodríguez B, E. E. (2022). Tiflotecnología en el Aprendizaje de las Matemáticas en Estudiantes con Discapacidad Visual. *Conocimiento, investigación y educación CIE*, 2(15). 41-54
- Gomez, J.A. (9 de febrero de 2018): El profesor de matemáticas que ha conquistado a 360.000 personas en YouTube. *El español*.
- Gómez López, L.F., Silas Casillas, J.C. y Miranda Montoya, E. (2015): Un modelo para la enseñanza de las matemáticas en secundaria, *Diálogos sobre educación* (10).
- Granados, A. (2015). Las TIC en la enseñanza de los métodos numéricos. *Sophia* 11(2). 143-154
- Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2). 198-214
- Hernández, R.M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1). 1-83
- INTEF. (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente. Octubre 2017.
- *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953.*

- MOUNOUD. P. (2001): El desarrollo cognitivo del niño: desde los descubrimientos de Piaget hasta las investigaciones actuales. *Contextos Educativos* (4). 53-77
- Parra Mosquera, C. A., (2012). Tic, conocimiento, educación y competencias tecnológicas en la formación de maestros. *Nómadas* (Col), (36). 145-159
- Pineida, Felipe. (2011). Competencies for the 21st Century: Integrating ICT to Life, School and Economical Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 28. 54-57
- QUANTUM FRACTURE [QuantumFracture] (2013, 12 de marzo): EL hotel Infinito [Archivo de vídeo].
- Santaolalla, E. (2011). Marchando una de matemáticas. *Padres y Maestros*(341).10-13
- Tébar, F. (2016). Metodologías didácticas en clases de Matemáticas. *Suma*, 82. 59-66
- UNESCO. (2018). Competencia digital.

ANEXOS

ANEXO 1



Niveles competenciales. Fuente: INTEF (2017). Marco Común de Competencia Digital docente.

ANEXO 2

Análisis cualitativo de las aplicaciones información recogida en el focus group				
Nombre	Descripción	Motivadora	Ayuda al aprendizaje	Enfoque
Kahoot!	Herramienta de aprendizaje basada en juegos que permite a los estudiantes responder preguntas en tiempo real.	Sí, fomenta la participación y la competencia en un ambiente lúdico	Sí, a través de la retroalimentación inmediata y la revisión de conceptos	Colaborativo
Mathway	Resuelve problemas matemáticos en línea, incluyendo álgebra, trigonometría y cálculo.	No particularmente motivadora, es más bien una herramienta de solución de problemas	Sí, proporciona soluciones paso a paso y ayuda a comprender la resolución de problemas	Individual

GeoGebra	Herramienta de matemáticas interactiva que permite explorar gráficos, geometría y álgebra.	Sí, permite a los estudiantes explorar conceptos matemáticos de manera interactiva	Sí, los estudiantes pueden visualizar conceptos y aplicar habilidades matemáticas a través de ejemplos interactivos	Individual y colaborativo
Desmos	Calculadora gráfica avanzada y herramienta de visualización de matemáticas.	Sí, permite a los estudiantes experimentar y ver cómo cambian los gráficos en tiempo real	Sí, permite a los estudiantes comprender visualmente las funciones matemáticas y experimentar con ellas	Individual y colaborativo

<p>Mathletics</p>	<p>Ofrece ejercicios interactivos, juegos y competiciones para ayudar a los estudiantes a mejorar sus habilidades matemáticas.</p>	<p>Sí, a través de una plataforma de juego y un sistema de recompensas</p>	<p>Sí, a través de actividades de práctica y juegos interactivos que cubren varios temas de matemáticas</p>	<p>Individual y colaborativo</p>
<p>Prodigy</p>	<p>Juego de rol educativo que utiliza elementos de juegos para enseñar matemáticas.</p>	<p>Sí, a través de un sistema de juego de rol y de la retroalimentación inmediata</p>	<p>Sí, a través de la resolución de problemas matemáticos y la retroalimentación inmediata</p>	<p>Individual y colaborativo</p>

<p>Khan Academ y</p>	<p>Ofrece videos educativos, ejercicios interactivos y herramientas de seguimiento del progreso.</p>	<p>No particularment e motivadora, es más bien una herramienta de aprendizaje</p>	<p>Sí, proporciona una amplia variedad de recursos de aprendizaje y la oportunidad de aprender a tu propio ritmo</p>	<p>Individual</p>
<p>Sumdog</p>	<p>Juegos educativos que ayudan a mejorar el aprendizaje de matemáticas.</p>	<p>Sí, a través de una plataforma de juego y de la retroalimentación inmediata</p>	<p>Sí, a través de actividades de práctica y juegos interactivos que cubren varios temas de matemáticas</p>	<p>Individual y colaborativo</p>

Quizlet	Aplicación de estudio que permite crear tarjetas de estudio y pruebas personalizadas.	Sí, porque ofrece una forma interactiva de estudiar y permite la gamificación del aprendizaje.	Sí, porque ofrece recursos didácticos variados y permite la personalización del aprendizaje.	Individual y colaborativo
IXL	Ofrece ejercicios de práctica interactivos que cubren una amplia gama de temas de matemáticas.	Sí, porque ofrece un sistema de recompensas y desafíos para mantener a los estudiantes motivados.	Sí, los problemas están diseñados para ser desafiantes pero no frustrantes, lo que puede ayudar a los estudiantes a mejorar su comprensión	Individual

<p>Minecraft Edu</p>	<p>Es una aplicación de construcción y exploración de mundos virtuales en 3D que fomenta la creatividad y el pensamiento lógico. Los estudiantes pueden trabajar en proyectos de grupo, lo que promueve el trabajo en equipo.</p>	<p>Sí, la capacidad de construir y explorar mundos puede ser muy motivadora para los estudiantes</p>	<p>Sí, la plataforma permite a los estudiantes aprender conceptos matemáticos y científicos de una manera práctica y aplicada, fomentando la resolución de problemas y el pensamiento crítico</p>	<p>Colaborativo/Individual</p>
----------------------	---	--	---	--------------------------------

