



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

Entornos virtuales para la educación en tiempos de pandemia: perspectivas metodológicas

Coordinadoras
Alba Vico Bosch
Luisa Vega Caro
Olga Buzón García

Dykinson, S.L.

ENTORNOS VIRTUALES PARA
LA EDUCACIÓN EN TIEMPOS DE PANDEMIA:
PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

ENTORNOS VIRTUALES PARA
LA EDUCACIÓN EN TIEMPOS DE PANDEMIA:
PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

Coordinadoras

ALBA VICO BOSCH
LUISA VEGA CARO
OLGA BUZÓN GARCÍA

Dykinson, S.L.

2021

ENTORNOS VIRTUALES PARA LA EDUCACIÓN EN TIEMPOS DE PANDEMIA: PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS

Diseño de cubierta y maquetación: Francisco Anaya Benítez

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Dykinson S.L.

Madrid - 2021

N.º 33 de la colección Conocimiento Contemporáneo

1ª edición, 2021

ISBN 978-84-1377-640-8

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de Dykinson S.L ni de los editores o coordinadores de la publicación; asimismo, los autores se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

ALCANCE DIDÁCTICO DE LA APLICACIÓN *KBRUCH* EN LA ENSEÑANZA DE LAS FRACCIONES

BALTASAR ORTEGA BORT

Universidad Internacional de la Rioja

ISMAEL CABERO FAYOS

Universitat Jaume I

AITOR ALFONSO CASTELLÓ

Universitat Oberta de Catalunya

1. INTRODUCCIÓN

Los números fraccionarios son uno de los elementos clave para poder entender y dominar con soltura los conocimientos matemáticos, esta es una de las conclusiones de U.S. Department of Education [USDE] (2008) en uno de sus informes anuales. Su naturaleza de conjunto matemático le proporciona una relevancia incuestionable en la Clasificación de los Números ya que no solo forman conjunto en sí mismo, sino que engloban a los números Naturales y a los Enteros, siendo pues, una forma alternativa (y muy útil) de escribirlos.

De esta forma, su dominio es fundamental para poder alcanzar los niveles de excelencia en la rama de las matemáticas que esperamos en nuestro alumnado ya que “constituyen un nuevo sistema numérico y no una extensión de uno conocido” y, por tanto, exigen de una comprensión más profunda de las matemáticas (Skemp, 1999).

Buscando dicho nivel, los números fraccionarios aparecen en el temario de 3º de Educación Primaria en el sistema educativo español, aunque parece que esta premura en su estudio no se convierte en una comprensión completa por parte del alumnado, y menos todavía, que este domine a la perfección como realizar operaciones básicas con diferente

denominador con ellas en cursos como en 6° de primaria (Aliustaoğlu et ál., 2018).

Es más, estas dificultades no se solucionan tampoco en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y llega fácilmente a cursos superiores como 3° o 4° de ESO, donde los malos hábitos son ya difíciles de eliminar y, además, aparecen altos niveles de desánimo por parte de muchos alumnos que se sienten impotentes antes el estudio de las matemáticas ya que opinan que su dificultad les sobrepasa (Alsina y Domingo, 2007).

Ante estas circunstancias es evidente que los docentes debemos buscar alternativas en la enseñanza de este tipo de números. Nuestro estudio propone utilizar las tecnologías informáticas libres, en forma de la aplicación libre KBruch, para mejorar el alcance didáctico de las fracciones y conseguir:

- una mejor comprensión de las fracciones (en su interpretación parte-todo).
- optimizar la realización correcta de las operaciones básicas con números fraccionarios (suma, resta, multiplicación, división, comparación y operaciones combinadas) tanto con el mismo como con distinto denominador.
- devolver la confianza y el gusto por el aprendizaje de las matemáticas, sobre todo a alumnos que tienen la creencia que nunca podrán llegar a entenderlas o dominarlas.

Y todo ello de forma personalizada y al ritmo que cada alumno requiere, añadiendo elementos de gamificación, validaciones instantáneas y trabajo cooperativo. En otras palabras, utilizar una metodología alternativa y complementaria a las tradicionales.

1.1. LA IMPORTANCIA DE LAS FRACCIONES

Aunque es evidente que todo el conocimiento matemático es importante, parece ser que la competencia con las fracciones predice el rendimiento matemático posterior, no obstante, todavía no entienden bien el patrón de desarrollo entre el conocimiento de las fracciones y el rendimiento matemático (Bailey et ál., 2012).

Y esta afirmación se constata en múltiples ocasiones en diferentes estudios. Por ejemplo, una de las dificultades más importantes para la resolución de simples ecuaciones de primer grado aparece cuando se trabaja con fracciones (Chavarría-Arroyo, 2014). De la misma forma, las dificultades con el manejo de las fracciones aparecen también en la comprensión de temas estadísticos o probabilísticos (Sánchez-Lujan y Moreno, 2018). En ambos casos la problemática no radica en la naturaleza de estos conocimientos sino en la poca destreza que tiene el alumnado al trabajar con números fraccionarios.

Todo lo anterior nos pone de sobre la mesa la importancia de afianzar bien el conocimiento de las operaciones básicas con fracciones en nuestro alumnado, como base de posteriores conocimientos académicos.

No obstante, quisiéramos remarcar que esta importancia pudiere parecer que se da únicamente en el ámbito académico y que no interfieren en el día a día de la población, pero los estudios demuestran que no es cierto. Según un estudio de Handel (2016) las fracciones son necesarias para el 68% de los adultos en sus puestos de trabajo de Estados Unidos.

Aunque podríamos ir un poco más lejos y afirmar que el dominio básico de las fracciones, como una simple comparación entre dos quebrados simples, suele ser estar alejado del conocimiento del ciudadano medio, como ejemplifica la periodista Elizabeth Green (Green, 2014) en un artículo para el *New York Times* donde relataba el fracaso comercial de A&W, una compañía rival de la cadena de comida rápida McDonald's, cuando lanzó su hamburguesa "*The Third Pounder*" como rival de la famosa "*Quarter Pounder*". A pesar de ser mejor en muchos parámetros relacionados con el sabor, también lo era en el más obvio, la cantidad de carne ($\frac{1}{3}$ es mayor que $\frac{1}{4}$). No obstante, los consumidores le dieron la espalda pues entendieron justo lo contrario, que la

hamburguesa de “*Quarter Pounder*” de McDonald’s tenía más carne que la “*The Third Pounder*” de A&W.

Vemos pues, que el conocimiento de las fracciones no es algo únicamente ligado al ámbito académico ya que están muy presentes en todos los aspectos de nuestro día a día y su comprensión es necesaria para vivir en una sociedad tan dinámica y competitiva como la nuestra.

1.2. LAS DIFICULTADES EN LA COMPRESIÓN DE LAS FRACCIONES

Como ya hemos comentado, es muy habitual detectar problemas en las operaciones con números fraccionarios incluso en cursos superiores de Secundaria (Braithwaite y Siegler, 2020). El concepto de fracción y las operaciones con ellas es algo que se escapa de la comprensión y dominio natural de nuestro alumnado que, en muchas ocasiones, no son capaces de interiorizar realmente su cálculo (Aliustaoğlu et al., 2018).

Al parecer, esta problemática se convierte en una barrera ya que Braithwaite y Siegler (2020) han constatado que las fracciones son uno de los contenidos matemáticos que más se trabajan y que consiguen un menor rendimiento, convirtiéndose así en un verdadero escollo para alcanzar futuros conocimientos matemáticos.

Varias podrían ser las razones por las cuales estas dificultades no se resuelven con la evolución de nuestros estudiantes, pudiendo ser algunas de ellas las que señala Figueroa et ál. (2014): falta de conocimientos previos por parte del alumnado, falta de interés, falta de material didáctico adecuado y estrategias eficientes por parte del docente o un ambiente inadecuado, contaminado por creencias grupales, que no facilita su comprensión.

Esta situación parece ser constante en numerosos países. Por ejemplo, en un estudio Almedia et al. (2017) nos muestran que los resultados positivos, en cuanto a dominio de las fracciones, es apenas un 25% de media en diversas pruebas en 2º ESO, subiendo solo al 50% de media en 4º ESO.

Además, en estudios realizados en otros países como Colombia, Argentina o México (Castaño, 2014; de Di Pego, 2012; Larrazolo et al., 2013)

nos muestran que es un problema generalizado que requiere nuevas metodologías en la didáctica de las matemáticas en general y las fracciones en particular.

1.3. TIC: NUEVAS METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS PARA LA ENSEÑANZA DE LOS NÚMEROS FRACCIONARIOS

Los trabajos mostrados apuntan que estamos ante un problema generalizado y que pone de manifiesto la necesidad de realizar algunos cambios didácticos ya que no es lógico afirmar que el problema se centra solo en el alumnado, sino que la metodología del profesorado también es parte del problema (de Di Pego, 2012).

De esta forma, numerosos estudios (Suweken, 2020; Septian et al., 2020; Haryadi y Pujiastuti, 2020; Durango-Warnes y Ravelo-Méndez, 2020) demuestran que, utilizando herramientas informáticas, también llamadas Nuevas Tecnologías en las aulas (TIC), se pueden mejorar los resultados académicos ya que se enfocan las dificultades desde otro punto de vista o forma de interactuar con el conocimiento. Además, estas TIC nos pueden proporcionar una nueva forma de realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje nos ayudará a romper una barrera que crece con el paso de los cursos académicos: la motivación de nuestro alumnado (Miller et al., 2007)

El uso de estas TIC ya cuenta con algunos casos de éxito como puede ser el uso de Scratch para mejorar el aprendizaje de las técnicas de programación básica, la utilización de Geogebra para todo tipo de habilidades relacionadas con la geometría o PhET para comprender de forma eficiente los fundamentos de la física.

Todas estas experiencias son positivas, pero no podemos pensar que cualquier recurso TIC funciona. Según un estudio de Reinhold et al. (2020), hay que cerciorarse que estas aplicaciones, programas o recursos en línea se apoyen en los tres siguientes pilares básicos si queremos que sean eficientes:

- Contenido apropiado, ajustable al temario que se desea trabajar y con conceptos fraccionados en píldoras para una mejor comprensión.

- Diseño adaptado al aprendizaje del alumnado con apoyo multimedia y texto combinado con imágenes.
- Implementación tecnológica adecuada que nos proporcione no solo opciones de personalización del contenido sino retroalimentación.

1.4. SOFTWARE LIBRE PARA LA EDUCACIÓN

No obstante, si queremos mantener la educación de nuestro alumnado como un bien universal y no mercantilista debemos ser muy cuidadosos sobre qué tipo de herramientas TIC o de *Software* utilizamos.

Bajo nuestro punto de vista, siempre que haya alternativa deberíamos inclinarnos por el uso del Software Libre cuya utilización goza de todas las garantías que nos confiere sus cuatro libertades (Stallman, 2002):

- Libertad 0: La libertad de ejecutar el programa como se desee, con cualquier propósito.
- Libertad 1: La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- Libertad 2: La libertad de redistribuir copias para ayudar a otros.
- Libertad 3: La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros. Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

El Software Libre nos ofrece todavía más ventajas: pedagógicas (posibilidad de compartir mejoras en las aplicaciones docentes-desarrolladores de forma casi transparentes), de privacidad y seguridad (garantizadas por el código abierto), medioambientales (por permitir su uso aún en dispositivos considerados obsoletos y limitados por su potencia) o, las antes mencionadas, éticas (Rodríguez, 2017; Alvarado & Miguel, 2018). Sin olvidar que además nos permite combatir la brecha digital

(Adell y Bernabé-Muñoz, 2007), algo que no solo implica a nuestro alumnado, sino que afecta también a los países en vías de desarrollo.

Y esta es una de las razones por las que Comunidades de Software Libre, como el proyecto KDE, son muy activas a la hora de crear, mantener y mejorar aplicaciones didácticas libres educativas listas para ser utilizadas con todas las ventajas del Software Libre (KDE, 2021; KDE Edu, 2021).

De esta forma la Comunidad KDE tiene como una de sus líneas de desarrollo más importantes KDE Edu, una colección de más de 20 aplicaciones educativas libres y gratuitas que ayudan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando la filosofía del Software libre, tanto a docentes como a alumnos. Algunas de sus aplicaciones son GCompris, KGeography, Kalzium o, el protagonista de este estudio, Kbruch.

2. OBJETIVOS

Las operaciones básicas con los números fraccionarias deberían ser una habilidad aprendida y dominada a la perfección por todo el alumnado de secundaria. No obstante, el profesorado constata el hecho de que esta no es una realidad que se perciba día a día en el aula.

Nuestro estudio propone utilizar las tecnologías informáticas libres como recurso para mejorar tanto la comprensión de las fracciones, en su interpretación parte-todo, como las operaciones básicas con ellas, de forma que se adapte al ritmo de aprendizaje de cada alumno.

Metodológicamente compararemos los resultados obtenidos entre un grupo control y un grupo experimental en dos pruebas objetivas antes (Pre-test) y después (Post-test) de realizar unas sesiones de repaso de fracciones con metodología tradicional (con una explicación magistral por parte del profesorado y las posteriores hojas de ejercicios para practicar) y con una metodología similar, pero aplicando la herramienta TIC llama *KBruch*.

De esta forma podremos ver el alcance didáctico de la aplicación *KBruch* en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las fracciones al tiempo que recogemos información del alumnado sobre sus

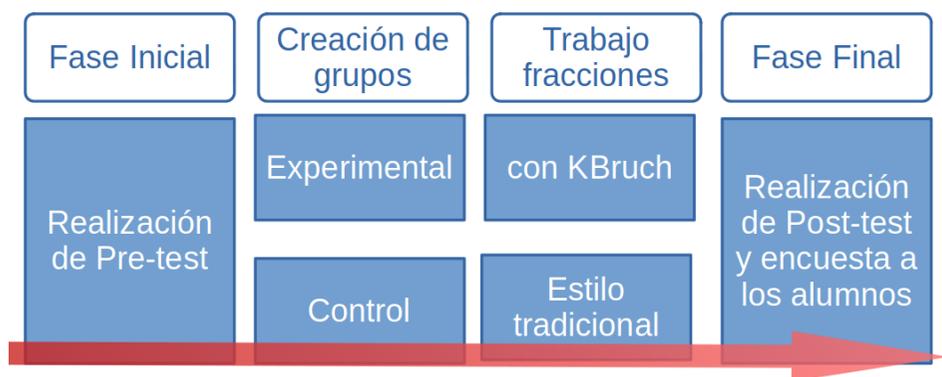
impresiones sobre la nueva herramienta empleada con el objetivo de aprender cómo mejorar tanto la aplicación empleada.

3. METODOLOGÍA

Hemos trabajado con 39 alumnos de 2.º y 3.º de ESO separándoles en un grupo experimental y otro de control. Tanto en el Pre-test como en el Post-test ambos grupos realizaron las mismas actividades, asimismo también tuvieron la misma inversión horaria en su aprendizaje-formación de las fracciones, pero el grupo experimental las realizó utilizando una aplicación informática.

Un resumen visual de la metodología empleada es la siguiente:

FIGURA 1. Proceso de la metodología empleada en el estudio.



Fuente: elaboración propia

3.1 APLICACIÓN INFORMÁTICA KBRUCH

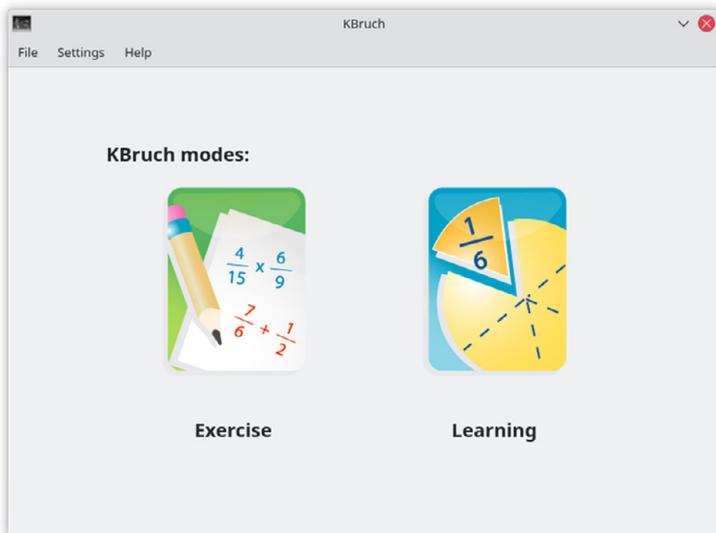
No existen demasiadas aplicaciones específicas libres para ordenadores dedicadas a la enseñanza de las fracciones, las que hay suelen ser propietarias y para sistemas operativos móviles o tabletas.

La aplicación informática seleccionada fue *KBruch*, un programa libre de la Comunidad KDE que cumple todos los requisitos del Software Libre y que parece muy apropiada para nuestro estudio por las siguientes razones.

- Se trata de una aplicación de software publicado bajo licencia GNU (Software Libre) con lo que no se tienen problemas de utilización de ningún tipo: ni coste en licencias, ajustable a equipos con pocos recursos, etc.
- Su interfaz es sencilla y clara, con lo que tiene una curva de aprendizaje suave.
- Disponible en multitud de idiomas.
- Respetuoso con la privacidad del alumnado ya que no requiere la introducción de ningún tipo de información personal.
- Pertenece a una *suite* de aplicaciones educativas llamada KDE Edu de la Comunidad KDE, la cual mantiene la aplicación en continuo desarrollo y abierta a todo tipo de consideraciones por parte de los docentes.

La aplicación *KBruch* se compone de dos módulos: uno de aprendizaje (*Learning*) y el otro de ejercicios (*Exercise*). Su aspecto inicial (Figura 2), el cual invita al alumno a iniciarse en cualquiera de sus dos modalidades de forma muy visual.

FIGURA 2. Pantalla de inicio de *KBruch*.

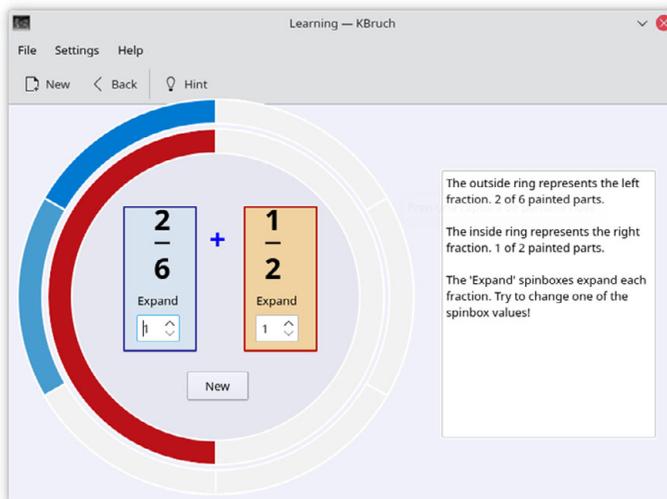


Fuente: elaboración propia

Si se inicia el modo *Learning* nos dirige a una pantalla donde se ofrece de forma visual del concepto el mínimo común múltiplo, necesario para las operaciones con fracciones de diferente denominador. Su funcionamiento es el siguiente:

- Una corona circular de color azul dividida en partes según el denominador representa una fracción, la otra de color rojo sigue el mismo esquema.
- En el interior de los círculos nos encontramos con las fracciones a operar.
- El selector inferior de las fracciones nos permite expandir el denominador, y por tanto el numerador, y modificar el tamaño y el número las divisiones de las coronas.
- El texto de la derecha nos explica los pasos que estamos realizando, desde el estadio inicial hasta las acciones que vamos realizando hasta poder llegar a realizar la operación.
- Hasta que no tengan las dos fracciones el mismo denominador no se podrá efectuar la operación.

FIGURA 3. Pantalla del módulo de aprendizaje de KBruch.



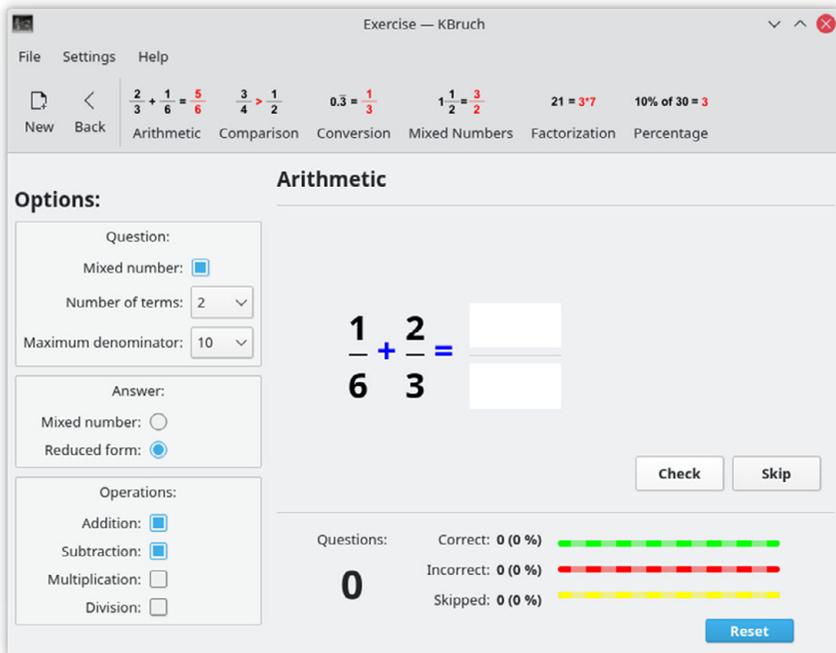
Fuente: elaboración propia

En el modo *Exercise* se nos plantean ejercicios de operaciones de fracciones de nivel ajustable y que se corrigen de forma instantánea por la aplicación.

Como podemos ver en la imagen inferior en la columna de la izquierda tenemos los modificadores para los ejercicios con las fracciones, en el centro la operación a realizar y los botones de comprobar (*check*) y saltar u omitir (*skip*), y en la parte inferior los resultados de la serie, tanto en número de aciertos, error y omitidos.

Por otra parte, en la parte superior de la imagen tenemos el tipo de ejercicio que podemos realizar: aritmética, comparación, conversión, números mixtos, factorización y porcentaje. En nuestro estudio nos centramos en los dos primeros.

FIGURA 4. Pantalla del módulo de ejercicios de KBruch.



Fuente: elaboración propia

La flexibilidad de uso está garantizada ya que cualquier alumno puede en todo momento pasar de un módulo a otro, así como modificar los parámetros de los ejercicios a realizar o volver a los valores iniciales en cuanto al número de ejercicios resueltos, las puntuaciones obtenidas y el tiempo empleado.

3.2 GRUPOS EXPERIMENTAL Y CONTROL

Para realizar la selección de los grupos de trabajo se realizó a todo el alumnado de 2º y 3º de Secundaria de un Centro Concertado de una línea un Pre-test con la siguiente estructura:

- Seis preguntas con cuatro apartados cada una y con valor de un punto por apartado.
- Cada pregunta centrada en una operación matemática: adición, sustracción, multiplicación, división, comparación y operaciones combinadas.
- Cada apartado presentaba las variaciones típicas (mismo y distinto denominador, simplificable o no, etc).

Una vez realizados los Pre-test se realizó la selección del alumnado participante en el estudio, descartando a casi todo el alumnado que obtuvieron un resultado perfecto en el Pre-test ya que consideramos que no hay opción de mejora.

De esta forma quedaron 38 alumnos participantes, admitiendo a 2 con todas las respuestas correctas en cada grupo para completar las plazas en el aula de informática y comprobar, también, si cometían algún error en el Post-test.

Finalmente, se realizó la división de los dos grupos (experimental y de control) de forma aleatoria quedando dos bloques de 19 alumnos que realizarían sus actividades de forma paralela.

3.3 TEMPORALIZACIÓN Y TRABAJO DE LOS GRUPOS

A lo largo de 3 sesiones de 40 minutos cada una, los grupos control y experimental trabajaron de forma paralela en aulas separadas.

El alumnado del grupo control recibió en todas las sesiones clases clásicas en las que el profesor realizaba una lección magistral y, posteriormente, realizaban ejercicios de práctica de forma autónoma.

Por otra parte, el alumnado del grupo experimental realizó las siguientes actividades en su horario de la asignatura de matemáticas:

- Una pequeña sesión introductora de 15 minutos donde se presentó la aplicación *KBruch* y se explicó su funcionamiento.
- Tres sesiones donde el alumnado trabajó con la aplicación, teniendo libertad absoluta tanto para ir de un módulo a otro de la aplicación como de modificar los parámetros de sus ejercicios, así como de interactuar entre ellos.

3.4 POST-TEST Y REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA

Una semana más tarde de la finalización del trabajo en el aula por parte del grupo experimental y control se realizó el Post-test sin avisar al alumnado ya que no se deseaba que éstos se prepararan para la prueba.

Por otra parte, poco tiempo después el alumnado del grupo experimental realizaron una encuesta sobre el uso de la herramienta *KBruch* siguiendo los criterios de calidad de aplicaciones educativas digitales de Kay y Knaack (2009) en las que se miden parámetros como la percepción que tiene el alumnado de su nivel de aprendizaje, la calidad de la aplicación y el compromiso que ofrece la herramienta a sus usuarios, lo cual nos ofrecerá la visión propia del alumnado de su propio aprendizaje así como los elementos de mejora de la aplicación.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS POST-TEST Y POST-TEST

Después de realizar las correcciones a los Pre-test y Post-test de los dos grupos estudiados, se obtuvieron una colección de datos que se podrían resumir en las siguientes tablas:

TABLA 1. Resultados del grupo Experimental

Índice de Alumno	Ejercicios correctos Pre-test (sobre 24)	Ejercicios correctos Post-test (sobre 24)	Variación
1	6	13	29,17%
2	11	23	50,00%
3	23	23	0,00%
4	23	23	0,00%
5	21	24	12,50%
6	13	19	25,00%
7	14	20	25,00%
8	13	20	29,17%
9	24	23	-4,17%
10	7	21	58,33%
11	8	19	45,83%
12	13	13	0,00%
13	23	24	4,17%
14	9	15	25,00%
15	20	21	4,17%
16	14	21	29,17%
17	13	22	37,50%
18	22	24	8,33%
19	12	22	41,67%

Fuente: elaboración propia

TABLA 2. Resultados del grupo control

Índice de Alumno	Ejercicios correctos Pre-test (sobre 24)	Ejercicios correctos Post-test (sobre 24)	Variación
1	17	14	-12,50%
2	19	22	12,50%
3	15	23	33,33%
4	24	24	0,00%
5	20	23	12,50%
6	0	3	12,50%
7	15	24	37,50%
8	22	23	4,17%
9	18	20	8,33%
10	19	24	20,83 %
11	18	24	25,00%
12	12	20	33,33%
13	15	24	37,50%
14	21	23	8,33%
15	23	24	4,17%
16	16	19	12,50%
17	10	7	-12,50%
18	20	23	12,50%
19	10	17	29,17%

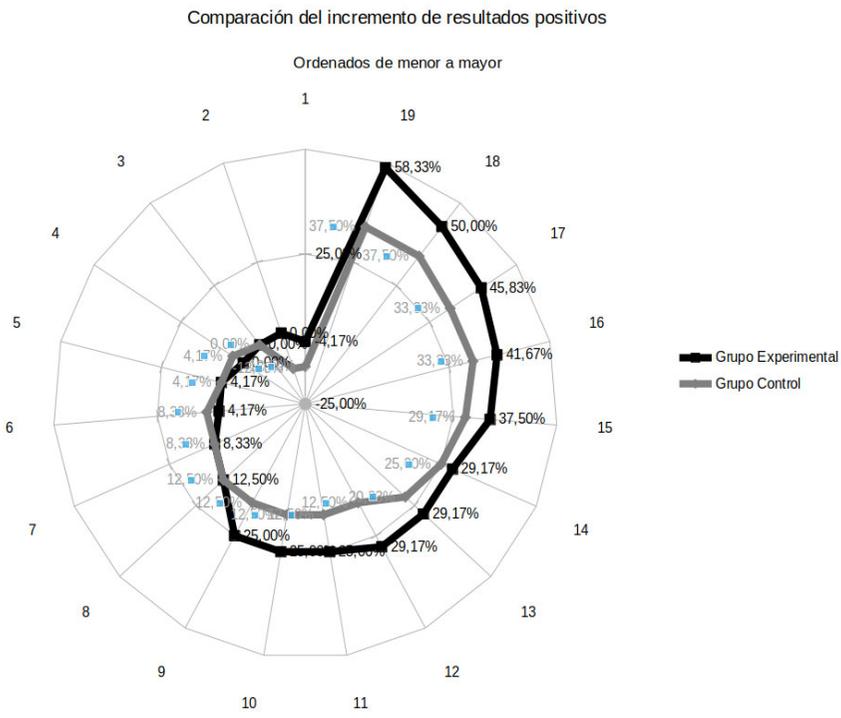
Fuente: elaboración propia

Se puede comprobar que la mayor parte del alumnado, tanto del grupo experimental como de control, ha mejorado sus resultados: casi todas las variaciones son positivas, como era de esperar, como consecuencia de las recientes clases de refuerzo de la asignatura que ha recibido todo el alumnado.

No obstante, se observa que en el grupo control es donde más alumnos han empeorado (concretamente dos con un -12,5% de mejora los alumnos 1 y 17) y, además, con una variación mayor que el único alumno del grupo experimental (alumno 9) que solo ha bajado un 4%.

Por otra parte, y con el objetivo de realizar una comparación alumno por alumno, realizamos una gráfica circular donde se muestran emparejados el incremento de aciertos de todo el alumnado ordenados de menor a mayor, para comprobar que la mayor parte del alumnado del grupo experimental ha mejorado más que el grupo control, hecho que se ve más claramente a medida que las mejoras son más acusadas, concretamente del alumno número 9 al 12 y del alumno 15 al 19.

GRÁFICO 1. Comparación del incremento de resultados positivos entre alumnos del grupo control y experimental.



Fuente: elaboración propia

En otras palabras, vemos que las mejoras de los alumnos del grupo experimental son más acusadas cuando el incremento de resultados positivos es más elevado, es decir, las grandes mejoras las observamos en los alumnos del grupo experimental, donde algunos alumnos han

mejorado un 50% y hasta un 58,83%, mientras que en el grupo control nos encontramos con un máximo de 37,5%.

En las tablas anteriores (Tabla 1 y 2) se ha comentado la variación individual de cada alumno, aunque es interesante visualizar la tabla 3, la cual resume el resultados de los dos grupos para poder comparar directamente su evolución y las variaciones.

TABLA 3. Resumen de medias de la variación

	Grupo Experimental	Grupo Control
% de aciertos Pre-test	63,38 %	68,86 %
% de aciertos Post-test	85,53 %	83,55 %
Diferencia	22,15 %	14,69 %

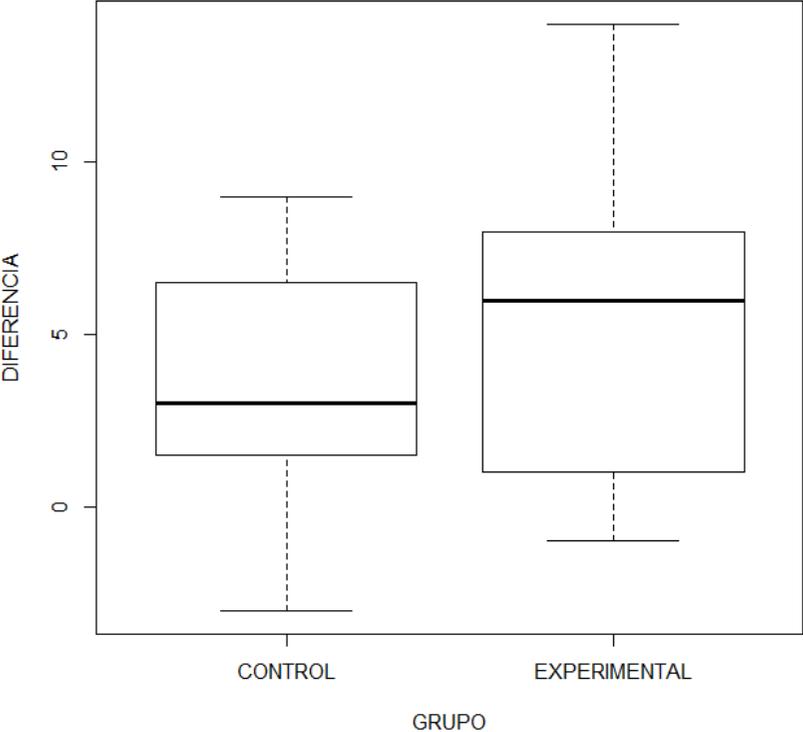
Fuente: elaboración propia

La división aleatoria de los alumnos de cada grupo nos proporcionó dos grupos bastante equilibrados, no obstante, el grupo experimental partía de un ligero menor número de aciertos (63,38% frente a un 68,86%) También es destacable que al finalizar el estudio fue este grupo experimental el que obtuvo mejor índice de aciertos (85,53% frente a un 83,55%), aunque es cierto que por muy poco.

No obstante, creemos que lo importante es la variación o mejora de resultados. Como se puede comprobar, ambos grupos han mejorado sus resultados, pero es el grupo experimental el que ha obtenido un mayor crecimiento (+7,46%), lo cual es significativo.

Se puede observar mejor en el diagrama de cajas de la variable diferencia donde se ve que la diferencia es superior (y positiva) en el grupo experimental, su media está por encima.

GRÁFICO 2. Comparación de las diferencias en cajas de variable entre alumnos del grupo control y experimental.



Fuente: elaboración propia

4.2 ENCUESTA

El segundo conjunto de resultados del presente estudio fue la encuesta realizada al alumnado del grupo experimental. Por motivos ajenos a nuestra voluntad la encuesta se realizó a 18 de los 19 alumnos.

Esta encuesta está basada en la herramienta Learning object evaluation survey—students de Kay y Knaack (2009) que pregunta al alumnado sobre la aplicación TIC empleada para su aprendizaje fijándose en 3 ejes: aprendizaje, calidad y compromiso.

TABLA 4. Índice de satisfacción del alumnado del grupo experimental en su proceso de aprendizaje de las fracciones.

Eje	Indicadores	Índice de satisfacción	Media de eje
Aprendizaje	El trabajo con KBruch me ayudó a aprender	82,22%	76,44%
	La retroalimentación de KBruch me ayudó a aprender	70,00%	
	Los gráficos y las animaciones de KBruch me ayudaron a aprender	68,89%	
	KBruch me ayudó a afianzar el concepto de las fracciones	78,89%	
	En general, KBruch me ayudó a aprender	82,22%	
Calidad	Las funciones de ayuda de KBruch fueron útiles	76,67%	82,78%
	Las instrucciones de KBruch fueron fáciles de seguir	87,78%	
	KBruch está bien organizado	90,00%	
	Me gustó el aspecto general de KBruch	76,67%	
Compromiso	KBruch me pareció motivador	63,33%	66,67%
	Me gustaría volver a utilizar KBruch en un futuro	70,00%	
	¿Qué es lo que te ha gustado de KBruch?	Respuesta libre	
	¿Qué es lo que NO te ha gustado de KBruch?	Respuesta libre	
Media de KBruch			75,30%

Fuente: elaboración propia

Se puede observar como todos los indicadores de KBruch han superado el 60%, lo cual sitúa con una media de un 75,30% de satisfacción general.

Del eje de aprendizaje destaca el primer y último indicador con un 82,22% cada uno y que nos manifiestan que al alumnado le ha gustado en general la aplicación y que le ha servido para aprender, el resto de indicadores refuerzan esta idea.

Respecto a la calidad de KBruch vemos que es el eje mejor valorado con un 82,78% destacando tanto su facilidad de uso como la

organización de la aplicación, quedando por mejorar las funciones de ayuda y algún detalle de su aspecto.

Para finalizar, el eje de compromiso es el que ha obtenido peor valoración, siendo bastante significativo, y da para una reflexión tanto para los docentes como para los desarrolladores de la aplicación, que el mínimo indicador ha sido *KBruch* me pareció motivador” con un 63,33%.

Este último resultado es un tanto sorprendente ya que la media del eje de aprendizaje supera el 75% y que además contrasta cuando se analizan las respuestas libres del alumnado a los dos últimos indicadores ya que nos han proporcionado los puntos fuertes y debilidades de la aplicación con su relación con los alumnos y alumnas.

Una selección de las más adecuadas, se han obviado aquellas respuestas como “la organización” o “que te ayuda a hacer fracciones” porque entendemos que carecen de valor, para la pregunta “¿Qué es lo que te ha gustado de *KBruch*?” son las siguientes:

- Lo fácil que fue utilizarla.
- Aprender y mejorar para hacer operaciones más rápido de cabeza.
- Hacerme "perder" clases y poder hacer algo nuevo.
- Ayudarme a hacer fracciones de mejor forma y hacerme perder las clases que no me gustan.
- Que sea una aplicación en la que si no tienes ni idea de fracciones puedes aprender muy fácilmente, y el concepto de la aplicación me parece muy divertido.
- Que tenga diferentes niveles.
- Que ayuda a aprender y te corrige en los fallos.
- La facilidad para explicar el verdadero significado de las fracciones, ya que nunca prestas verdadera atención a lo que SON las fracciones, solo te enseñan a operarlas.
- Que te ponía la respuesta.

- Me ha gustado porque he aprendido mucho y tener menos errores.
- Que te ayuda y puedes modificar la dificultad.
- Que no tiene anuncios.

Estas respuestas ponen de manifiesto que existen alumnos que tienen la impresión de que las clases clásicas de matemáticas, aun siendo de práctica, son “aburridas” y que prefieren los dispositivos digitales, en este caso un ordenador, para aprender. A esta impresión se le puede añadir que el trabajo en el aula de informática les permite interactuar entre ellos de forma más natural que en el aula clásica.

También deberíamos destacar que hay alumnos que valoran que las aplicaciones no tengan publicidad (lo cual nos indica que empiezan a preocuparse por su privacidad) y así como que se puedan modificar la dificultad de sus ejercicios de forma autónoma, en otras palabras, que les permitan cierto control en su ritmo de aprendizaje.

Por otra parte, la selección de las más adecuadas para la pregunta “¿Qué es lo que NO te ha gustado de KBruch?” son las siguientes:

- Que hay cosas que te pueden liar, hay una función que tiene los números puestos de forma errónea.
- Los errores que no te dice.
- La representación de las fracciones no se logra ver muy bien a simple vista.
- Que no se ponga un porque lo tienes mal o toda la solución, como hacer el problema.
- Que no te dice el procedimiento.
- Que no te pone bien la corrección.

En este caso hay que destacar que el alumnado valora negativamente, hay 4 alumnos que lo especifican, que la aplicación solo te muestre el resultado correcto y no indique la forma correcta de realizar la operación con las fracciones. El resto de respuestas del alumnado se basan en detalles estéticos.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Como hemos podido constatar en los resultados, el estudio demuestra que el grupo experimental ha conseguido una mejora en los resultados que en el grupo control.

Este aumento no es excesivamente significativo, este hecho puede estar motivado el poco tiempo empleado en la realización de las clases de refuerzo o repaso (3 sesiones de 40 minutos) o al hecho que hemos elegido un curso donde las fracciones ya están muy trabajadas.

Además, gracias a las encuestas realizadas, estos alumnos muestran, y creemos que esto es relevante, que no solo han mostrado mejoras más notables en las operaciones básicas que el grupo control, sino que mayoritariamente se manifiestan favorables a trabajar con herramientas digitales que, además, puedan utilizar en sus casas y que refuerzan sus habilidades con las fracciones.

Este factor es importante, sobre todo, para “rescatar” alumnado que se ha descolgado de las clases clásicas y necesitan otro tipo de actividades para poder seguir su evolución académica.

Hay que destacar que, aunque hemos percibido un incremento en la motivación hacia la asignatura este aumento no ha sido el que esperábamos a priori.

No obstante, cabe destacar que, aunque se han planteado muchas condiciones favorables para el proceso de aprendizaje, algún alumno no ha encontrado la motivación necesaria para mejorar sus resultados. Es posible que estos alumnos necesiten apoyo extra como otro tipo de material manipulativo.

Parece evidente que las herramientas TIC, debidamente implementadas, son motivadoras y relevantes para nuestro actual alumnado y que en muchas ocasiones no son utilizadas con suficiente énfasis por el profesorado, ya sea por desconocimiento o por la imposibilidad de utilizar dispositivos digitales.

El objetivo principal de este estudio era comprobar si la utilización de KBruch conseguía mejorar las habilidades con las fracciones de un

grupo de alumnos de secundaria. Como hemos comprobado las dificultades con las fracciones puede ser minimizadas utilizando herramientas digitales. Los resultados obtenidos son positivos, y aún más cuando se analizan caso a caso.

Quizás sería el momento de discutir cómo acelerar el proceso de digitalización de las aulas y con qué herramientas, siendo las herramientas libres una las candidatas ideales ya que no solo nos proporcionan elementos de privacidad, seguridad, lucha contra la obsolescencia programada y posibilidad de utilización sin ningún tipo de limitación en cualquier aula u hogar, sino que tenemos la posibilidad de colaborar codo a codo con los desarrolladores en aras de mejorar las aplicaciones.

5.1 PROPUESTAS DE MEJORA

Como la gran mayoría de los estudios iniciales hemos detectado que esta investigación didáctica tiene un amplio margen de mejora ya que se podría:

- Elevar el número de estudiantes que participen en el mismo.
- Incrementar el número de sesiones dedicadas al repaso de fracciones y no agruparlas en una semana académica.
- Aplicar este estudio en sexto de primaria, donde se realizan las operaciones con números fracciones con diferente denominador.
- Realizar una encuesta de satisfacción al grupo control.
- Realzar un Post-test un mes después del trabajo de ambos grupos.

Además, si pensamos en la aplicación KBruch todavía tiene margen para mejorar y más efectiva como aplicación didáctica.

- Implementar otro modo explicativo que explique cómo se realizan las operaciones paso a paso.
- Añadir la posibilidad de ver el desarrollo de las operaciones cuando se realizan de forma incorrecta como hacen acertadamente otras aplicaciones privativas.

- Implementar un segundo (o tercer) método visual para entender el método de resolución de fracciones, bien en forma de rectángulos o bien en forma de círculos, ya que en ocasiones el diagrama de corona circular no es el adecuado o simplemente para luchar contra el fenómeno ostensivo en las matemáticas.
- Añadir más elementos de gamificación como retos, logros, insignias, etc., que potencie el compromiso del alumnado con la aplicación y para que recurra a ella cuando tenga dudas sobre las fracciones.
- Crear un sistema en línea o en red local para compartir puntuaciones o la posibilidad de hacer equipos para fomentar la colaboración entre el alumnado.
- Implementar la aplicación para dispositivos móviles como teléfonos, tabletas digitales o convertibles para facilitar en uso en todo tipo de aulas informáticas.

Por último, nos queda pendiente una pregunta que pensamos que tiene mucha importancia, ¿quedarán los conocimientos sobre operaciones con fracciones más fijados mediante aplicaciones TIC que mediante metodología tradicional?

Lamentablemente esta pregunta no puede ser respondida en este estudio, pero un planteamiento a más largo plazo la podría responder con facilidad realizando un tercer test.

6. REFERENCIAS

- Adell, J., & Bernabé, Y. (2007). Software libre en educación. En J. Cabero Almenara, *Tecnología educativa* (pp. 173-195). Madrid: McGraw-Hill.
- Aliustaoğlu, F., Tuna, A., & Biber, A. (2018). The misconceptions of sixth grade secondary school students on fractions. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(5), 591-599
- Almeida, R., Bruno, A.; Perdomo-Díaz, J. (2017). Evaluación de sentido numérico en tareas de fracciones. *Revista Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática XII*. Universidad de la Laguna., 9-30.

- Alsina i Pastells, À., y Domingo, M. (2007). Cómo aumentar la motivación para aprender matemáticas. *Suma*, 56, 23-31
- Alvarado, F., y Miguel, P. (2018). Impacto del Software libre educativo, en la resolución de problemas con fracciones, en el área de Matemática de los estudiantes de octavo año de educación General básica [Tesis de doctorado, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad de Guayaquil]. <https://bit.ly/3Dw15HM>
- Bailey, D., Hoard, M., Nugent, L., Geary, D. (2012) Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Revista Journal of Experimental Child Psychology* 113, 447–455
- Braithwaite, D., & Siegler, R. (2021). Putting fractions together. *Journal of Educational Psychology*, 113(3), 556–571.
- Castaño, N. (2014). Dificultades en la enseñanza de las operaciones con números racionales en la educación secundaria. [Tesis de doctorado, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Universidad Autónoma de Manizales]. <https://bit.ly/2UKGbTM>
- Chavarria-Arroyo, G. (2014). Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: El caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia. *Revista Uniciencia*. Vol. 28, No. 2, 15-44.
- de Di Pego, V. P. (2012). Las fracciones: ¿problema de aprendizaje o problemas de la enseñanza?. *Pilquen-Sección Psicopedagogía*, (8), 6.
- Durango-Warnes, C., & Ravelo-Méndez, R. E. (2020). Beneficios del programa Scratch para potenciar el aprendizaje significativo de las Matemáticas en tercero de primaria. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12 (23).
- Figueroa, A., Armenta, V & León, A. (2014). La importancia del pensamiento matemático en la comprensión de los números fraccionarios. *Revista Festival Internacional de Matemática*. Vol 1. 1-10
- Green, E. (2014, 27 de julio). Why do Americans stink at math? *The New York Times Sunday Magazine*. <https://nyti.ms/3zHgoLu>
- Handel, M. J. (2016). What do people do at work? *Journal for Labour Market Research*, 49, 177–197.
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2020). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 2, p. 022017). IOP Publishing
- Hurrell, D., & Day, L. (2014). The importance of fractions in being a successful mathematics student. *Revista Mathematical Association of Victoria Annual Conference*. Vol. 51.

- Kay, R.H., Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Education Tech Research Dev* 57, 147–168.
- KDE (2021). KDE Community. Home. Recuperado el 1 de julio de 2021 de <http://kde.org>
- KDE Edu (2021). The KDE Education Project. Recuperado el 1 de julio de 2021 de <http://edu.kde.org>
- Larrazolo, N., Backhoff, E., Tirado, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa* vol. 18 (59), 1137-1163.
- Miller, D., Glover, D., y Averis, D. (2004). Motivation: The contribution of interactive whiteboards to teaching and learning in mathematics. Retrieved October, 8(2007), 105-112.
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Geberick, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students?. *Learning and Instruction*, 65, 101264.
- Rodríguez Galván, J. R. (2017). Maxima con wxMaxima: Software libre en el aula de matemáticas.[pdf] Oficina de Software Libre de la Universidad de Cádiz. Departamento de Matemáticas de la Universidad de Cádiz.
- Sánchez-Lujan, B. & Moreno, R. (2018). Competencia matemática en fracciones en alumnos de nuevo ingreso a nivel universitario. *Revista In Crescendo*. Vol 9. (3). 525 – 539
- Septian, A., Darhim y Prabawanto, S. (2020). Geogebra in integral areas to improve mathematical representation ability. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1613, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
- Skemp, R. R. (1993). *Psicología del aprendizaje de las matemáticas* (Vol. 15). Ediciones Morata
- Stallman, R. (2002) *Software libre para una sociedad libre*. Recuperado de <https://biblioweb.sindominio.net/pensamiento/softlibre/>
- Suweken, G. (2020). STEM Oriented Mathematics Learning with GeoGebra. In 3rd International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2019). 258-263)
- U.S. Department of Education (2008). *Foundations for success: Final report of the national mathematics advisory panel 2008*. National Mathematics Advisory Panel. <https://bit.ly/3yBuX>