



## Dificultades operacionales con fracciones que poseen constantes irracionales: un estudio exploratorio.

*Operational difficulties with fractions that have irrational constants:  
an exploratory study*

**Erick Fabricio Rosales Arriaga**

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.

[erickrosales1010@gmail.com](mailto:erickrosales1010@gmail.com)

**Elena Gissel Castro Sambula**

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.

[castroelena455@gmail.com](mailto:castroelena455@gmail.com)

**Mayra Yamileth Morales Álvarez**

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.

[sormayra.3@gmail.com](mailto:sormayra.3@gmail.com)

**Osman Leonel Navarro Murillo**

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.

[OsmanNavarro44@gmail.com](mailto:OsmanNavarro44@gmail.com)

*Publicado digitalmente: 7/11/2024*



## RESUMEN

El presente artículo constituye un instrumento complementario de la investigación que lleva por nombre “Dificultades operacionales con fracciones que poseen constantes irracionales”. Realizándose esta investigación mediante un enfoque mixto (Cualitativo y cuantitativo), siendo el enfoque cuantitativo el que permitirá el análisis de los datos obtenidos y el enfoque cualitativo el que permitirá profundizar en el tipo de errores y obstáculos que se presentan en el desarrollo de las operaciones de fracciones con constantes irracionales.

Se detalla la forma en la que se describen los procesos de la operatoria aritmética en el contexto mencionado. Los fines de esta investigación, son de una gran utilidad para analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de la carrera de Matemáticas en la UPNFM. Así mismo, la aplicación de los instrumentos ayuda a profundizar en la comprensión que corresponde al tipo de errores y obstáculos que se presentan en el desarrollo de las operaciones con fracciones que poseen constantes irracionales.

Se ha tomado como referencia las categorías de errores propuesta por Gonzales del Olmo. Estas categorías hablan sobre errores por distracción, por descuido, por desconocimiento de la respuesta, por procedimientos erróneos, casos especiales y también defectos en la comprensión, siendo este último uno de los más frecuentes, evidenciando de esta forma, que los conceptos básicos de fracciones no están fundamentados adecuadamente.

**PALABRAS CLAVES:** aprendizaje, enseñanza de las matemáticas, dificultad en el aprendizaje, profesor especializado



## ABSTRACT

This article constitutes a complementary instrument of the research called "Operational difficulties with fractions that have irrational constants."

This research is carried out through a mixed approach (qualitative and quantitative), with the quantitative approach being the one that will allow the analysis of the data obtained and the qualitative approach being the one that will allow us to delve deeper into the type of errors and obstacles that arise in the development of operations of fractions with irrational constants.

Is detailed the way in which the processes of arithmetic operation are described in the context is detailed. The purposes of this research are very useful to analyze the teaching-learning process of mathematics students at UPNFM, as well as the application of instruments that help deepen the understanding that corresponds to the type of errors and obstacles that occur. They occur in the development of operations with fractions that have irrational constants.

Taken as reference the categories of errors proposes by Gonzales del Olmo. These categories talk about errors due to distraction, carelessness, lack of knowledge of the answer, erroneous procedures, special cases and defects in understanding, the latter being one of the most frequent, thus evidencing that the basic concepts of fractions are not adequately supported.

**KEYWORDS:** Learning, mathematics education, learning difficulties, special education teachers.



## I. INTRODUCCIÓN

La formación de un docente en el área de las matemáticas está llamada a ser integral y que le proporcione al individuo, todos los recursos didácticos, pedagógicos, y científicos, que permitan que este se pueda desarrollar de manera competente en su ejercicio. Sin embargo, dentro de la amalgama de teorías y construcciones abstractas que se destacan a favor del futuro profesional, hay siempre aspectos que deben mejorarse y que constituyen hasta cierto punto, debilidades, que, si no se atacan, repercutirán de forma directa o indirecta en la formación de los estudiantes en los diferentes niveles del sistema educativo nacional.

Así pues, esta investigación, está orientada a las fracciones, ya que representan un tema complejo de estudio, y es debido a su complejidad también, que su aprendizaje genera dificultades, además, si a este fenómeno, le sumamos la operacionalización de los números inconmensurables (irracionales: concepto que se conoce desde Euclides), se construye un caldo de cultivo idóneo para las preguntas y cuestionamientos por parte de los estudiantes de nuestro país.

Se debe considerar también, que este aprendizaje es acompañado por los libros de texto que se utilizan en las clases de formación inicial, y que cimentan las bases de la estructura de toda la carrera del Profesorado en Matemáticas. Resulta importante analizar de igual forma, la demanda cognitiva propuesta en dichos libros de texto, con base a la operatoria con fracciones con constantes irracionales.

## II. MARCO TEÓRICO

### ***Concepto de las fracciones y su enseñanza.***

En torno al tema de las fracciones, lo primero es tener claro cuál es la concepción sobre ella que se esté manejando. Sobre todo, refiriéndose a los estudiantes de la carrera del profesorado de Matemática. De esta concepción



se podrá determinar la forma cómo se abordará su operacionalización cuando ya se esté frente a un grupo de estudiantes en el aula de clases. Por otra parte, la enseñanza de las fracciones es un tema fundamental al cual se le da mucha importancia en la enseñanza primaria y posteriormente se encuentra implícito en la enseñanza secundaria, aunque no por esto se alcancen óptimos resultados en el manejo de estas en los diferentes contextos de contenido.

### **Definición de número irracional y algunos ejemplos**

Para comenzar, es importante resaltar que hay pocos trabajos que se refieran específicamente a las operaciones con números irracionales. No existe una notación universal para indicarlos, que sea generalmente aceptada.

Según [Socas \(1997\)](#), El surgimiento de los irracionales desencadenó la reflexión del concepto de número, la reestructuración de las teorías ya conocidas, la redefinición del campo operativo donde se realizan las operaciones por estar inmerso el número, y la introducción en clases del principio de no contradicción que explica que simultáneamente una cosa no puede ser lo que es y distinta de lo que es, y la modificación de la concepción entera, finita, positiva (natural), unidades de puntos indivisibles que se tenía del número. ([Herrera, 2011, p.164](#))

### **Los irracionales en el conjunto de los números reales**

Los números reales se dividen entre números irracionales y números racionales, los cuales pueden reducirse a números enteros y estos a números naturales. Los números irracionales quedan al margen y no pueden subdividirse más. Es decir, que técnicamente no existen tipos de números irracionales. ([Rodó, 2020](#)).

También se puede decir que los números irracionales son casos no rutinarios, pero de gran utilidad en el campo de las matemáticas, ya que son elementos que cubren los vacíos que dejan los números racionales y se caracterizan por poseer infinitas cifras decimales no periódicas.



### *Errores de los estudiantes en la operacionalización de fracciones*

El estudio de los errores que se cometen en el aprendizaje de las Matemáticas se ha convertido en un foco de investigación en el ámbito educativo. Según [Socas \(2007\)](#), esto permite “lograr modelos que faciliten las concepciones inadecuadas y prevean e interpreten los errores de los alumnos” (p.20).

Como es de notar, resulta importante que los docentes tengan conocimiento de las “fundamentaciones teóricas y prácticas sobre las tipologías de los errores, el conocimiento de sus posibles causas y su repercusión en el desarrollo curricular” ([Socas, 2007, p.23](#)). Esto le permitirá diagnosticar y ofrecer procesos eficaces para la superación de dichos errores.

Si bien hay diversos autores que han hecho una propuesta de categorización de errores en Matemáticas. Para este estudio se ha visto a bien la propuesta hecha por [González del Olmo \(2015\)](#). Ya que toma en cuenta las propuestas de otros autores notables y lo orienta sobre todo para el análisis de errores en las operaciones con fracciones.

La propuesta hecha es la siguiente con sus categorías y subcategorías

## **III.METODOLOGÍA**

### **Diseño**

Debido a la necesidad de analizar el problema desde diversas perspectivas y contextos, el presente estudio, corresponde a un enfoque mixto, que integra las fortalezas de los estudios cualitativos y cuantitativos, ya que se requiere de ambos para dar una mayor profundidad a la investigación. El enfoque cuantitativo permitirá el análisis de los datos obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes en cuanto a la suma y resta de fracciones irracionales. Luego, el enfoque cualitativo permitirá profundizar en el tipo de errores y obstáculos que se presentan en el desarrollo de las operaciones



presentadas.

## Entorno

La presente investigación se realizó con los estudiantes de la carrera de matemáticas de la universidad nacional pedagógica Francisco Morazán de la sede de San Pedro Sula tanto como la sede de Tegucigalpa tomando en cuenta únicamente los estudiantes del espacio pedagógico de Álgebra 1.

## Diseño y tipo de investigación

En cuanto al diseño de la investigación, corresponde a un estudio de alcance descriptivo, ya que se busca mostrar diferentes dimensiones del problema mediante la profundización de variables que permitan su posterior análisis. En efecto, el diseño descriptivo consiste en: “describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan.” (Hernández Sampieri et al, 2014, p.92).

Con base a esto, se establecen las siguientes variables con sus respectivas categorías de análisis que se detallan en la Tabla 1:

*Tabla 1: Categorías de Análisis*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variables</b>
1. Analizar los errores de los estudiantes de matemáticas en torno a la suma y resta de fracciones con irracionales.	Errores en la suma de fracciones con irracionales
	Dificultades
	Obstáculos
2. Analizar las actividades propuestas por los libros de texto respecto a las fracciones y números irracionales.	Demanda Cognitiva



3. Presentar algunas sugerencias que favorezcan la aplicación de los conocimientos sobre fracciones con irracionales.

Se tomó en cuenta que se desea ver la formación que el estudiante ya recibe dentro de la universidad en el primer año de formación de la carrera. Por esta razón se eligió a los estudiantes del espacio pedagógico de Álgebra I de la UPNFM, de las sedes de San Pedro Sula y Tegucigalpa.

Posteriormente el grupo de investigación se reunió en el horario de clase para realizar la revisión de los 29 instrumentos y su respectiva categorización. Para esto, se tomó en cuenta principalmente la categorización de errores propuesta por [González del Olmo \(2015, p. 15\)](#) tomando como referencia los estudios de [Llinares y Sánchez \(1988\)](#), [Egodawatte \(2011\)](#), [Chamorro \(2003\)](#) y [Godino \(2004\)](#):

- Error por distracción
- Error por desconocimiento de la respuesta
- Error por defectos en comprensión
- Error por aplicación de procedimientos erróneos

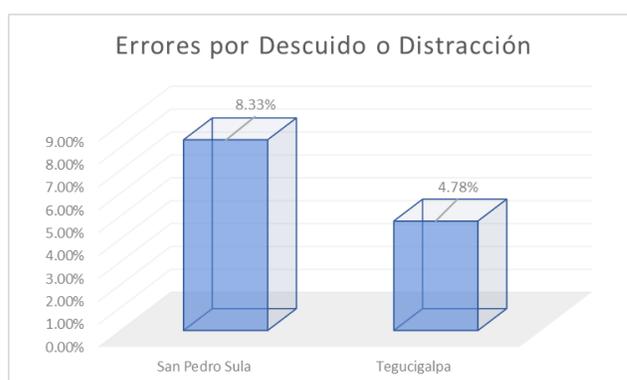
Así, en la revisión de los ejercicios propuestos en el instrumento de investigación, el grupo de trabajo analiza los errores y después de un consenso se distribuyen en las categorías correspondientes. Posteriormente, agrupados los errores por estudiante y por categoría se realizó el análisis de los mismos partiendo de los procesos que realiza el estudiante, las posibles causas y lo que dicen diversos autores respecto al tipo de error que se está analizando.

## IV. RESULTADOS

*Errores por distracción:*

En esta categoría se observa que la mayoría de los estudiantes cometieron errores en los cálculos del m.c.m, donde efectúan de manera incorrecta las multiplicaciones, también se puede observar que ellos cometieron errores

omitiendo algunos signos a las respuestas, al igual que al momento de sumar o restar, presentaban respuestas erróneas. Ahora bien, siguiendo el pensamiento de [González del Olmo \(2015\)](#), estos errores al ser esporádicos no determinan el aprendizaje del estudiante sino una condición del mismo en el momento en que lo realiza.



*Ilustración 1. Análisis de los errores por distracción.  
Elaboración Propia.*

La gráfica de la figura 1 muestra los porcentajes en la categoría de errores por descuido o distracción. El porcentaje se ha calculado de acuerdo con la muestra en la sede de San Pedro Sula (6 estudiantes) y Tegucigalpa (23 estudiantes) con un instrumento de 10 ejercicios para cada uno. De este modo, para la categoría de errores por descuido, 5 respuestas de los estudiantes de San Pedro Sula (el 8.33% de la muestra) y 11 respuestas de los estudiantes de Tegucigalpa (el 4.78% de la muestra), presentan rasgos característicos que los asocian a esta categoría.

#### *Error por desconocimiento de las respuestas.*

En este error se observa que algunos de los estudiantes, no realizaron o intentaron resolver los ejercicios planteados en la prueba, algunos mencionaron en las observaciones la situación, que no se acordaban de dicho proceso de suma o resta de números irracionales. Por otra parte, los estudiantes también trataron de dar respuesta usando métodos al azar de manera errónea. Gonzalo Del [Olmo](#)

(2015) comenta que estos errores son atribuidos a las carencias en los conocimientos previos del estudiante, también para (Vygotsky, 1979), es la falta de conocimiento o a un estado de conocimiento no adecuado que le permita desarrollar la comprensión necesaria para resolver la tarea.

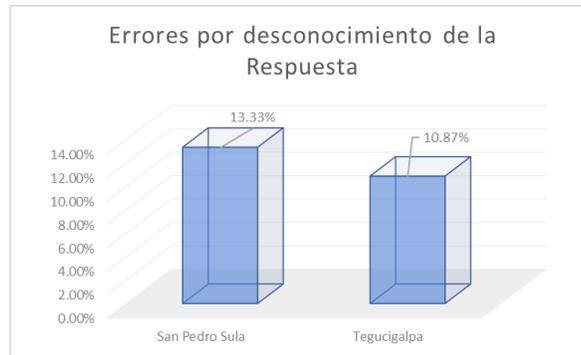


Ilustración 2. Desconocimiento de la respuesta. Elaboración propia.

La gráfica de la figura 2 detalla el porcentaje de respuestas de los estudiantes asociados a la categoría de errores por desconocimiento de la respuesta. La figura plantea un 13.33% de la muestra, es decir 8 respuestas para la sede de San Pedro Sula y un 10.87% equivalente a 25 respuestas de los estudiantes de la sede de Tegucigalpa. En general las respuestas presentadas en esta categoría van desde espacios vacíos, desconocimiento de procedimientos e invención de procedimientos al azar.

#### *Error por defectos en comprensión*

En esta categoría se observa que los estudiantes cometieron errores de equivalencias de fracciones, es notorio que algunos estudiantes conocen el concepto de fracciones equivalentes, sin embargo, de manera distorsionada, afectando el proceso de resolución de la respuesta, también cometieron errores en comprender el concepto de fracciones mixta e impropias, no obstante es notorio también la falta de conocimiento para resolver sumas y resta de

fracciones con radicales y el número e. [Gonzales de Olmo \(2015\)](#), menciona que la capacidad de reconocer o construir fracciones equivalentes simples no se ve reflejada en una capacidad de aplicar la equivalencia con el fin de resolver problemas, con esto menciona que el estudiante puede conocer el concepto de este tipo de fracciones pero eso no significa que resuelva el ejercicio de la manera correcta.

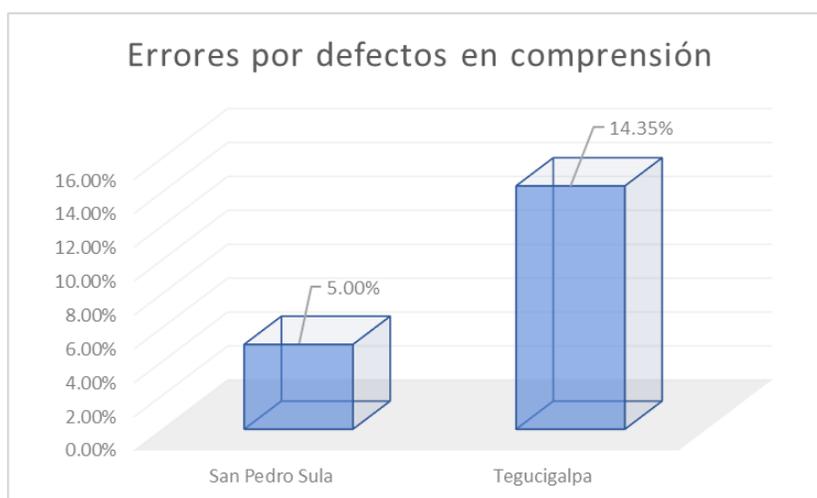


Ilustración 3. Análisis de los errores por defectos en la comprensión. Elaboración propia.

En la gráfica de la Figura 3 se puede observar que se asoció el 5% de las respuestas en San Pedro Sula y el 14.3% de las respuestas de Tegucigalpa en la categoría de defectos por comprensión. Esto equivale a 3 y 33 respuestas de la muestra respectivamente. Los errores en su mayoría se relacionan con equivalencias de fracciones. Estos errores se pueden organizar entre errores por una conversión incorrecta de fracciones mixtas a fracción impropia y viceversa, errores en la suma de fracciones de igual denominador y errores en la suma de fracciones de distinto denominador.

*Aplicación de procedimientos erróneos*

En este error se observa que los estudiantes hicieron un uso erróneo en la aplicación de los procedimientos del algoritmo de la suma y resta con fracciones irracionales, cuando se incluyen dichas constantes irracionales tales como el número pi y el número de Euler, donde dicha constante hace que el estudiante desconozca el proceso a realizar en dichas operaciones, por ejemplo, al momento de operar la sumas o de obtener el denominador de las fracciones. Para [Gonzales del Olmo \(2015\)](#) este tipo de errores es producto de hacer una transposición incorrecta de la operación con la que se está trabajando.

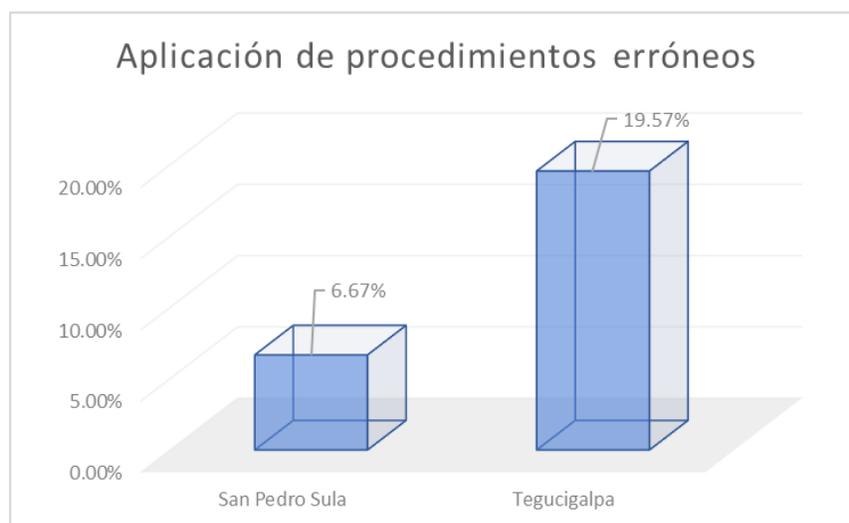


Figura 4: Análisis de los errores por aplicación de procedimientos erróneos.

Nota. Elaboración propia.

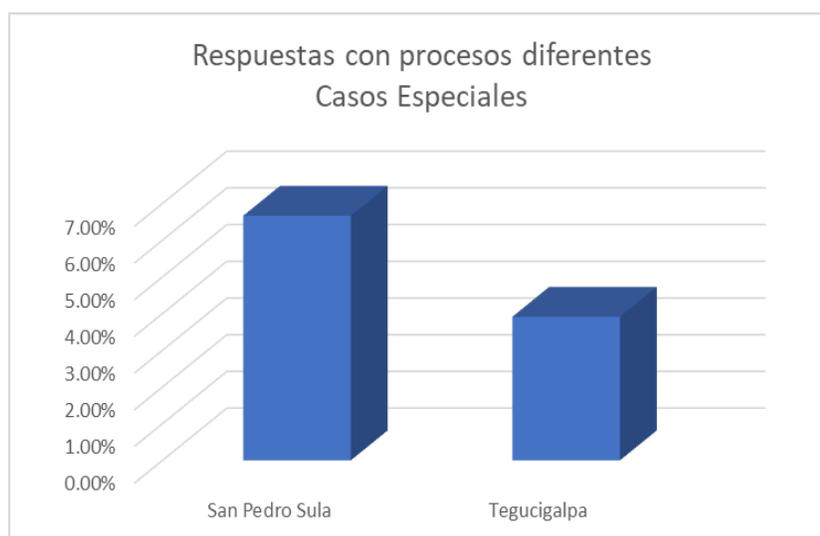
En la gráfica de la figura 4 se muestran los porcentajes correspondientes a las respuestas asociadas a la categoría de error por procedimientos erróneos. Para San Pedro Sula se ve un 6.67% que corresponde a 4 respuestas y un 19.57% en Tegucigalpa que corresponde a 45 respuestas de la muestra.

#### *Errores por casos especiales*

En este error se muestran aquellos casos donde los estudiantes tienen lagunas de

conocimientos y luego no saben cómo proceder a resolver los ejercicios propuestos, en esta categoría se observa, que los estudiantes tuvieron errores especiales en las sumas y restas con fracciones utilizando radicales, al igual que en las sumas y resta con fracciones usando constantes irracionales como ser la constante pi y Euler. En estos resultados se encuentra concordancia con lo planteado por Rico (1995), en cuanto la concepción deformada de ciertas definiciones produce errores en los procesos de pensamiento por lo que se obtienen resultados incorrectos.

Figura 5: Análisis de los errores en los casos especiales.



Nota. Elaboración propia

En la gráfica de la figura 5 se muestran los porcentajes correspondientes a las respuestas con procesos diferentes llamados casos especiales. Para San Pedro Sula se ve un 5.45% que corresponde a 4 respuestas y un 3.57% en Tegucigalpa que corresponde a 9 respuestas de la muestra

En función de estos datos, podemos afirmar, que a pesar de que la temática abordada se estudia desde la educación básica, los aspirantes a profesores en el área de matemáticas tienen notorias dificultades, mismas que no corresponden al nivel académico en el que se encuentran. Debido a la



naturaleza de la investigación, no se profundizará sobre las razones específicas que ocasionan dichos errores en la aplicación de los algoritmos para la operatoria con fracciones, pero es notorio mencionar, que los resultados obtenidos son una muestra clara de que la operatoria con fracciones no se enseña o no se aprende adecuadamente.

## V. CONCLUSIONES

- 1) Al identificar y describir los errores de acuerdo a la categorización propuesta por [Gonzales del Olmo \(2015\)](#), que presentan los estudiantes de la clase de Álgebra 1 del profesorado de matemáticas en la suma y resta de fracciones irracionales, se pudo evidenciar que: los conceptos básicos de fracciones no están fundamentados de forma adecuada y los estudiantes cometieron errores sobre todo en el algoritmo de la suma (23.8%, del total de errores), en operaciones en los reales (22.44%, del total de errores) y equivalencias de fracciones (21.08%, del total de errores).
- 2) Se observó una aplicación incorrecta de las leyes de los signos, confundiendo la ley de los signos de la suma con la ley de los signos para la multiplicación lo que genera respuestas incorrectas.
- 3) Los libros de texto que acompañan la asignatura de Matemáticas General contienen ejercicios con una demanda cognitiva más del tipo de memorización, a través de mecanismos repetitivos. Y en cuanto a las fracciones con irracionales no hay ejercicios que lo evidencien, solo aparecen algunos en el apartado de trigonometría.
- 4) La incomprensión del lenguaje de los ejercicios propuestos se relaciona con la presencia de números irracionales ya que implican una visión nueva



del concepto de fracción y esto ocasiona confusión en la aplicación de los procesos adecuados.

- 5) La presencia de los números irracionales en una fracción conduce a una identificación incorrecta de fracciones equivalentes.
- 6) Las operaciones que contenían radicales presentaron errores al no identificar correctamente los términos semejantes. También, al encontrar el producto de un entero por una raíz, los estudiantes realizaron la multiplicación del entero por la cantidad subradical escribiendo el resultado como un subradical de una nueva raíz. Otros estudiantes elevaron al cuadrado la raíz para eliminarla, como si se tratara de una ecuación. Al momento de sumar las raíces, parecía que desconocían el algoritmo, porque suman o restan los radicandos no respetando la semejanza que tuvieren.

## VI. RECOMENDACIONES

Partiendo de la investigación realizada y de los datos observados mediante la identificación de errores cometidos por los estudiantes alrededor del tema de fracciones irracionales, se sugiere algunas ideas que encaminan trabajos futuros:

En primer lugar, la información obtenida en esta investigación es una herramienta válida para docentes y estudiantes de la carrera del profesorado de Matemáticas, de cara a una formación docente de calidad que pueda contribuir al desarrollo de la sociedad hondureña.

Los resultados obtenidos sugieren una profundización en el estudio de las fracciones que involucren una mayor demanda cognitiva, propiciando así su aplicación en contextos más complejos según se avanza en la carrera del



profesorado de Matemáticas.

Teniendo en cuenta la importancia del lenguaje en las expresiones matemáticas, es necesario cuidar que los ejercicios no tengan ambigüedades que ocasionen una aplicación errónea de los algoritmos aprendidos en torno a las fracciones con la presencia de números irracionales. De esta forma, es preferible conservar el modelo de fracción (numerador, denominador) y no expresiones como fracción mixta que pueden derivar en errores de comprensión.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcerro, J. C. (2016). *Matemática* (3era ed.). Alcerro. A.

Crespo, C. (2009). *Acerca de la comprensión y significado de los números irracionales en el aula de matemática*. 2023, abril 22, de UNIANDES. Sitio web: <http://funes.uniandes.edu.co/23035/1/Crespo2009Acerca.pdf>

Díaz, L. (2019). *Números irracionales*. *Matematicas18*.  
<https://www.matematicas18.com/es/tutoriales/aritmetica/numero/numeros-irracionales/>

Rodó, P. (2024, 28 de agosto). *¿Qué son los números irracionales?* *Economipedia*.  
<https://economipedia.com/definiciones/numeros-irracionales.html>

Egodawatte, G. (2011). *Secondary school students' misconceptions in algebra*. *University of Toronto, Toronto*.

Escobar, A. Escobar, B. (2015). *El error en el uso de los números racionales e irracionales, como evidencia de obstáculo epistemológico, en estudiantes del grado noveno*. 2023, abril 23, de UNIANDES. Sitio web: <http://funes.uniandes.edu.co/11430/1/Escobar2015El.pdf>



Godino, J. D., & Batanero, C. (2004). Didáctica de las matemáticas para maestros.

González del Olmo, D. (2015). Errores comunes en el aprendizaje de las fracciones: Un estudio con alumnos de 12/13 años en Cantabria.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (P. Baptista Lucio, Ed.). McGraw-Hill Education.

Herrera, M. (2011). Obstáculos y errores en el aprendizaje de los números irracionales. 2023, abril 17, de Universidad de Carabobo. Sitio web: <http://produccion-uc.bc.uc.edu.ve/documentos/trabajos/70002D93.pdf>

León Carmen, Maz Alexander, Madrid María José, Casas José Carlos, 2016, "Errores de los estudiantes a maestro cuando trabajan con fracciones", XVI Congreso de Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. <http://funes.uniandes.edu.co/21783/1/Leon2016Errores.pdf>

Lestón, Patricia. Veiga, Daniela. "Los primeros errores en la formación docente", 2003, Universidad de Los Andes, Colombia <http://funes.uniandes.edu.co/8253/1/Leston2004Primeros.pdf>

Luchinni, G & Cuadrado, B & Tapia, L. (2006). Error no siempre es un error. 2023, abril 12, de Fundar. Sitio web: [http://www.fundacionarauco.cl/wp-content/uploads/2018/07/file\\_3878\\_error-no-es-siempre-un-error-1.pdf](http://www.fundacionarauco.cl/wp-content/uploads/2018/07/file_3878_error-no-es-siempre-un-error-1.pdf)

Meneses, J. (2020). Diseño y aplicación de secuencias didácticas para fortalecer el aprendizaje de los números enteros y operaciones básicas: suma y multiplicación en estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Juan Pablo I. 2023, abril 12, de Paideia. Sitio web:



<https://journalusco.edu.co/index.php/paideia/article/view/1722/3975>

MINEDUC, Gobierno de Guatemala, Telesecundaria, Las Fracciones,  
<https://www.mineduc.gob.gt/DIGECADE/documents/Telesecundaria/Recursos%20Digitales/3o%20Recursos%20Digitales%20TS%20BY-SA%203.0/MATEMATICA/U5%20pp%20116%20fracciones.pdf>

Montoro, V. y Ferrero, M.. (2022). Diversidad de Ideas Construidas por estudiantes sobre los números reales, los números irracionales, el orden y la densidad. 2022, noviembre 8, de Unión Matemática Argentina. Sitio web: <file:///C:/Users/User/Downloads/04+--+Montoro.pdf>

Mora, Lydia. Torres, Johana. 2004, "Concepciones de estudiantes de licenciatura en Matemáticas sobre Números Reales", Universidad Pedagógica Nacional Bogotá,  
<http://funes.uniandes.edu.co/11142/1/Mora2004Concepciones.pdf>

Rico, L. (1995). Errores y dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Ríos, Y. (2011). Concepciones sobre las fracciones en docentes en formación en el área de Matemáticas. 2022, octubre 30, de Redalyc. Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73718406002.pdf>

Rivera Muñoz, J. R. (2004). El aprendizaje significativo y la evaluación de los aprendizajes. *Investigación educativa*, 8(14), 47-52.

Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Secundaria. (Cap. V. pp. 125-154). En Rico, L. et al: *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: Horsori.