

José Luis Escamilla Reyes
(organizador)

EDUCAÇÃO
E
ENSINO
DE
CIÊNCIAS EXATAS
E
NATURAIS

VOL II



**EDITORA
ARTEMIS
2024**

José Luis Escamilla Reyes
(organizador)

EDUCAÇÃO
E
ENSINO
DE
CIÊNCIAS EXATAS
E
NATURAIS

VOL II



EDITORA
ARTEMIS
2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. José Luis Escamilla Reyes
Imagem da Capa	ekaart/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yañez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E24 Educação e ensino de ciências exatas e naturais II [livro eletrônico] /
Organizador José Luis Escamilla Reyes. – Curitiba, PR: Artemis,
2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-29-1

DOI 10.37572/EdArt_311024291

1. Educação. 2. Ciências exatas e naturais – Estudo e ensino.
3. Professores – Formação. I. Reyes, José Luis Escamilla.

CDD 371.72

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

En este volumen, se presentan los resultados de varios y diversos proyectos de investigación en innovación educativa relacionados con la enseñanza de las ciencias y la ingeniería, tanto en niveles universitarios como básicos. Es así como, a través de distintas experiencias, se aborda la enseñanza de la Física, la Química Analítica y la enseñanza de temas matemáticos tales como la Aritmética y el Álgebra. También, se explora la incorporación de nuevas alternativas como la Inteligencia Artificial y sus aplicaciones en la enseñanza de las ciencias, particularmente de la Química.

Adicionalmente, en este libro se discuten los procesos de evaluación, no sólo de las actividades realizadas por los alumnos en los diferentes niveles educativos, sino de la pertinencia y adecuación del currículum en las disciplinas científicas, dentro de las que se puede mencionar a la Química Analítica y las Ciencias Exactas en general.

Por supuesto, hago la invitación a nuestros lectores para que disfruten la lectura de estos artículos de innovación educativa y, si son docentes en activo, que implementen alguna o varias de las estrategias y metodologías expuestas en este volumen con el fin de enriquecer su práctica docente y, de esta manera, contribuir en la mejora de los procesos educativos desde los niveles básicos hasta los universitarios.

Finalmente, los autores de este libro agradeceremos la retroalimentación y los comentarios propositivos que nos hagan llegar, puesto que lo más importante es asegurar que nuestros alumnos tengan una educación de calidad y que logren un aprendizaje significativo que les permita superar con éxito los problemas tanto en su formación académica como en su vida cotidiana.

Dr. José Luis Escamilla Reyes

SUMÁRIO

NUEVAS PERSPECTIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INGENIERÍA

CAPÍTULO 1.....1

LINEAR MOTION AND STATIC FRICTION COEFFICIENT USING HOTWHEELS TOYS

Uriel Rivera-Ortega

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242911

CAPÍTULO 2.....11

INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN QUÍMICA ANALÍTICA

Norma Ruth López Santiago

María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242912

CAPÍTULO 3.....23

INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA:
EXPERIENCIAS Y DESAFÍOS

Luis Bello

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242913

CAPÍTULO 4.....33

UNA MANERA DE AFIANZAR LA COMPETENCIA COMUNICATIVA EN ESTUDIANTES
DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Marta Graciela Caligaris

Georgina Beatriz Rodríguez

Lucas Matías Maggiolini

Milton Tadeo Martin

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242914

CAPÍTULO 5.....41

LA INTERPOLACIÓN LAGRANGIANA, LAS SERIES DE FOURIER Y EL MODELADO
MATEMÁTICO DEL PERFIL DE FIGURAS COTIDIANAS

José Luis Escamilla Reyes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242915

CAPÍTULO 6..... 51

ANALYZING THE USE OF THE KIRKPATRICK MODEL IN HIGHER EDUCATION:
INSIGHTS FROM AN NSF-FUNDED CHEMISTRY CURRICULUM PROJECT

James Lipuma

Cristo Leon

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242916

**ENFOQUES NOVEDOSOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LOS
NIVELES BÁSICOS**

CAPÍTULO 7..... 68

EL TALLER DE CIENCIAS Y EL USO DEL MÉTODO CIENTÍFICO PARA PROMOVER
EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN PREESCOLARES

Karina Lisbet Ronzón Rodríguez

Ana Graciela Cortés Miguel

Kena Vásquez Suárez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242917

CAPÍTULO 8..... 81

POTENCIALIDADE DA PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS DO 1.º CICLO DO ENSINO
BÁSICO NAS ATIVIDADES PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

Daniel Rui de Brito Geraldo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242918

CAPÍTULO 9..... 89

DEVELOPING LEARNERS' ALGEBRAIC MANIPULATION ABILITY: A MATHEMATICS
TEACHER/EDUCATOR REFLECTS ON PRE-SERVICE TEACHERS' INITIAL THOUGHTS

Barbara Kinach

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3110242919

CAPÍTULO 10..... 107

ENSEÑANZA DE LAS FRACCIONES EN PRIMER CICLO BÁSICO. UNA EXPERIENCIA
DE INTERVENCIÓN CON DOCENTES

Ana Luisa Alvarado Pinto

Carmen Cecilia Espinoza Melo

Erich Leighton Vallejos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_31102429110

SOBRE O ORGANIZADOR.....	120
ÍNDICE REMISSIVO	121

CAPÍTULO 10

ENSEÑANZA DE LAS FRACCIONES EN PRIMER CICLO BÁSICO. UNA EXPERIENCIA DE INTERVENCIÓN CON DOCENTES¹

Data de submissão: 03/09/2024

Data de aceite: 11/10/2024

Ana Luisa Alvarado Pinto

Magister en Didáctica de la
Matemática en el Aula
Universidad Católica de la
Santísima Concepción

<https://orcid.org/0009-0005-6288-4950>

Carmen Cecilia Espinoza Melo

Departamento de Didáctica
Universidad Católica de la
Santísima Concepción

<https://orcid.org/0000-0002-4734-9563>

Erich Leighton Vallejos

Programa de Formación Pedagógica
para Licenciados y/o Profesionales
Universidad San Sebastián
Facultad de Educación

<https://orcid.org/0000-0001-7319-9469>

RESUMEN: Se presenta un plan de intervención realizado con profesoras que enseñan matemática en el primer ciclo básico. Se analizó el proceso de enseñanza de las

fracciones en un contexto escolar, utilizando una metodología cualitativa para el análisis de los datos a través de cuestionarios, entrevistas y observaciones de clases. Se identificó que las docentes tienen un manejo claro del currículo y de la progresión del contenido, pero se detectó una mecanización en la enseñanza, donde los estudiantes representan las fracciones mediante dibujos en la pizarra y los errores son corregidos de inmediato sin utilizarse como oportunidades de aprendizaje. Además, se evidenció que las docentes comienzan trabajando el concepto de fracción de manera concreta solo para introducir el concepto de parte-todo, pero no continúan con esta metodología, lo cual podría estar relacionado con una falta de conocimiento profundo del objeto matemático. Se concluyó que es necesario que los estudiantes transiten por etapas concretas antes de llegar al trabajo abstracto, para evitar la mecanización de los procesos y asegurar una comprensión profunda del contenido. Las docentes reconocen la necesidad de que los estudiantes descubran la matemática para aprender, pero no aplican esta metodología en el aula, lo que evidencia una falta de enseñanza por descubrimiento y un conocimiento insuficiente de los objetos matemáticos para contextualizar el contenido.

PALABRAS CLAVES: Fracciones. Metodología de enseñanza. Enseñanza de las fracciones. Formación del profesorado.

¹ Artículo derivado del Trabajo Final de Intervención realizado en el Magister de Didáctica en el Aula de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

TEACHING FRACTIONS IN FIRST BASIC CYCLE. AN INTERVENTION EXPERIENCE WITH TEACHERS

ABSTRACT: The article summarizes an intervention plan carried out with teachers who teach mathematics in the first cycle of elementary education. The teaching process of fractions in a school context was analyzed using a qualitative methodology for data analysis through questionnaires, interviews, and class observations. It was identified that the teachers have a clear understanding of the curriculum and the progression of content, but a mechanization of teaching was detected, where students represent fractions by drawing on the board, and mistakes are immediately corrected without being used as learning opportunities. Additionally, it was noted that the teachers begin by working on the concept of fractions in a concrete way, only to introduce the part-whole concept, but do not continue with this methodology, which could be related to a lack of deep knowledge of the mathematical object. It was concluded that students need to go through concrete stages before reaching abstract work to avoid the mechanization of processes and ensure a deep understanding of the content. The teachers recognize the need for students to discover mathematics to learn, but they do not apply this methodology in the classroom, highlighting a lack of discovery-based teaching and insufficient knowledge of mathematical objects to contextualize the content.

KEYWORDS: Fractions. Teaching methodology. Teaching of fractions. Teacher training.

1 INTRODUCCIÓN

Según Fazio y Siegler (2013) plantean que estudiantes alrededor del mundo presentan dificultades al enfrentarse al aprendizaje de las fracciones. En muchos países el estudiante promedio jamás llega a obtener un conocimiento conceptual de las fracciones, inclusive en países como Japón o China donde la comprensión conceptual es considerada buena, las fracciones son consideradas un tema complejo. Dentro de las razones de su dificultad es que muchas propiedades que son verdaderas para los números enteros no lo son para los números racionales, pero aun así los estudiantes tienen a traspasarlas por lo cual son muchos los errores comunes que podemos encontrar en torno a la comprensión y aplicación de este contenido matemático (Gómez et al., 2015).

Lo antes mencionado, provocaría que los estudiantes no estén aprendiendo nociones curriculares que son consideradas básicas para los cursos siguientes, por lo cual desde la didáctica debe tomarse el reto de analizar las responsabilidades que tiene el docente en la enseñanza y la falta de aprendizaje que se tiene por parte de los estudiantes (Hamdan y Guderson, 2017).

Se podría considerar como una clave para lograr la comprensión profunda de las fracciones por parte de los estudiantes está en cómo la enseñan los docentes, es por esto, que se espera que la formación del profesorado de educación básica debe prepararlos

para la enseñanza de las matemáticas, ya que muchas investigaciones muestran que los docentes presentan similitudes en las dificultades que evidencian los estudiantes en su comprensión de las fracciones. Según Rodríguez & Navarrete (2020) se puede concluir que el poco o insuficiente conocimiento matemático que tienen los docentes de enseñanza general básica puede afectar su capacidad de discernir entre buenos y malos problemas, en sus críticas a los textos escolares y la selección de material para trabajar determinado contenido en sus clases.

En Rodríguez & Olfos (2018) utilizando la investigación de Hill et al. (2008) se caracteriza el saber que debe poseer un profesor en cuanto al conocimiento de base de sus estudiantes con respecto a las fracciones, destacándose el conocimiento de los errores comunes en torno a este contenido, así como sus dificultades, sus conocimientos previos y estar familiarizado con las posibles respuestas de sus estudiantes al enfrentarse a una tarea matemática.

En Arteaga-Martínez & Arnal-Palacián (2022) expone que la enseñanza de las matemáticas debe transitar entre 5 tipos de representaciones (imágenes, símbolos escritos, lenguaje natural, situaciones de contexto y materiales manipulativos) y las diversas conexiones que existen entre ellas. Y que en torno al trabajo de las fracciones se debiese abordar como mínimo con cuatro de estas, pudiendo trasladarse entre ellas e interconectarse durante su trabajo.

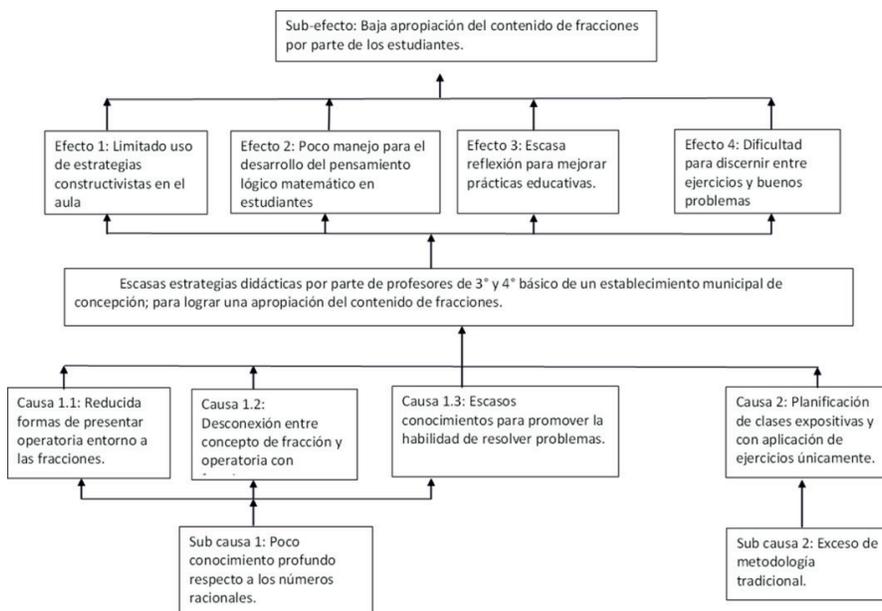
Según Li & Kulm (2008) citado en Arteaga-Martínez & Arnal-Palacián (2022) “los estudiantes a maestros tienen un conocimiento limitado para la enseñanza conceptual de la división de fracciones” (p. 113). Lo cual se reafirma en Buforn et al (2018) ya que los futuros profesores al enfrentarse a la resolución de problemas muestran una alta comprensión del concepto parte-todo, medida-recta numérica y cociente, situación proporcional del valor perdido y comparación de razones, pero los presentan cuando deben reconstruir una unidad, trabajar con situaciones no proporcionales, lo cual reafirma la falta de un conocimiento profundo en torno al concepto matemático.

Por su parte, Duval (2004) la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas si bien requiere de la utilización del lenguaje natural y las imágenes, la utilización de diversos registros de representaciones y expresiones lograría una mayor comprensión del objeto matemático. Dentro de los hallazgos que encontraron Arteaga-Martínez & Arnal-Palacián (2022) los futuros profesores presentan dificultades para representar pictóricamente la división de fracciones ya que suelen ver estos como números enteros independientes, y solo se limitan a la explicación de algoritmos, pero no a su comprensión, como ellos mismos indicaron en el estudio esto se debe a que no ha existido reflexión por su parte en el aprendizaje, solo centrándose en los procedimientos.

Como parte de un proyecto de intervención se estudio el tema de la enseñanza de las fracciones en un establecimiento de la comuna de Concepción, perteneciente al Servicio Local de Educación Pública de la región del BíoBío, Chile. La problemática del proyecto estuvo centrada en el hecho de que los docentes notaban que sus estudiantes no lograban tener una apropiación del objeto matemático y al revisar el currículo la investigadora pudo apreciar que esto se enseñaba desde tercero básico partiendo con la definición de fracción, pero aun así los estudiantes no lograban ver esta como un solo número, sino que mantenían su percepción de que eran dos números enteros independientes.

Es por todo ello y que tras revisar investigaciones entorno al tema y las posibles causas se construyó un árbol de problema que diese respuesta a los hallazgos encontrados tras el diagnóstico, el cual tiene como foco las escasas estrategias didácticas que presentan los y las docentes de tercero y cuarto básico para enseñar el concepto de fracción, lo que por termina siendo producto de la falta de un conocimiento profundo del objeto matemático para poder conectar el concepto con la operatoria, tener diferentes formas de presentar el concepto y llegar a trabajar la habilidad de resolución de problemas, lo que conlleva a planificar clases expositivas y con aplicación de ejercicios. Lo anteriormente planteado se organiza en el árbol de problema que se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Árbol de problema para abordar la intervención.



Nota: elaboración propia.

2 METODOLOGÍA

Este proyecto de intervención se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo, el que Cueto (2020) citando a Taylor y Bogdan (1986) lo definen como una investigación que se orienta a la producción de datos descriptivos y los discursos de las personas, lo cual puede ser de forma hablada, escrita y también la conducta se puede observar. Se utilizaron tres instrumentos para la recolección de datos para el diagnóstico de las causas: cuestionario, entrevista y observación de clase.

El cuestionario aplicado fue con preguntas abiertas, de acuerdo con García (2005) “El cuestionario permite la recolección de datos provenientes de fuentes primarias, es decir, de personas que poseen la información que resulta de interés.” (p.30). La observación de clase es de carácter científica y directa, ya que esta es con la intención de saber cómo las docentes están realizando sus clases, como indicó Gutiérrez (2007) en el contexto de la enseñanza, esta se refiere a un técnica que implica examinar un fenómeno, evento o situación, recopilando información y documentándola para su posterior análisis.

El análisis de las respuestas del cuestionario se hizo utilizando algunos de los subdominios del Conocimiento Matemático para la Enseñanza (en su sigla en inglés MKT) de Ball et al, 2008. Conocimiento del contenido común (en su sigla en inglés CCK), que en este caso consiste principalmente en saber resolver dos problemas utilizando fracciones. Conocimiento especializado del contenido (en su sigla en inglés SCK), relacionado con la demostración gráfica de la operatoria con fracciones y la demostración de teoremas. Conocimiento del contenido y la enseñanza (en su sigla en inglés KCT), ligado a las estrategias utilizadas para introducir la suma de fracción de igual denominador en estudiantes. Conocimiento del contenido y el estudiante (en su sigla en inglés KCS), que en este caso consiste en analizar los errores y creencias que tienen los estudiantes al resolver un ejercicio de fracciones.

Por último, se utilizó una entrevista semiestructurada, lo que permite la flexibilidad de acuerdo a la fluidez en la conversación con las docentes. Vélez Restrepo (2003) describe esta técnica como un evento dialógico que facilita la interacción entre subjetividades, las cuales se conectan o relacionan mediante el lenguaje, permitiendo que emerjan representaciones o recuerdos que forman parte de la memoria personal o colectiva. Para el análisis de la entrevista, se utilizaron los Criterios de Idoneidad Didáctica (CID), extrayendo aquellos factores que se ven presente en el discurso de las docentes a la hora de participar en la entrevista.

En relación con el análisis de la clase grabada se utilizaron tres dimensiones de la gestión de la enseñanza del manual PROMATE (CIAE, INEE y Mineduc; 2018), ya que al ser una sesión de cierre de año, esta fue una clase de repaso.

Para entender las dimensiones utilizadas veremos la descripción expuesta en el manual PROMATE:

6. Diversidad de procedimientos o estrategias: Se observa si el profesor o los estudiantes utilizan distintos procedimientos o estrategias para resolver un ejercicio, un problema matemático, abordar una tarea o desafío, etc., y si son socializados y compartidos con otros. Tanto los procedimientos y estrategias, como su socialización, pueden ser propuestas por el profesor o los estudiantes.

7. Promoción del pensamiento en torno a las matemáticas: Se observa si el profesor promueve en sus estudiantes el pensamiento en torno a las matemáticas.

8. Uso de los errores y dificultades como instancia de aprendizaje: Se observa si el profesor usa los errores y dificultades de los estudiantes como instancia de aprendizaje o bien, se limita a corregirlos o los deja pasar. (p.10)

Las profesoras que participaron de la intervención, se desempeñan en la educación general básica, nivel que cuenta con 4 docentes las cuales se dividían en dos grupos; las que enseñan en primero y segundo básico, y quienes enseñan desde tercero a quinto básico.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto de las entrevistas realizadas, uno de los hallazgos fue que ellas resaltan la poca o casi nula apropiación del contenido por parte de los estudiantes. A su vez, cuestionan esta situación, ya que tienen un manejo claro del currículo y conocen la progresión de este, incluyendo desde qué año se comienza a trabajar con las fracciones. En sus diálogos se evidenció información sobre su metodología en el proceso de enseñanza, el cual favorece el trabajo mecánico al utilizar la operatoria con algoritmos como una receta y los problemas solo como fin. Aunque comienzan trabajando el concepto de fracciones de manera concreta, esto lo hacen únicamente para introducir el concepto como parte-todo y luego es dejado de lado. Aun así, las docentes son conscientes de que los estudiantes deberían descubrir el nuevo contenido por sí mismos, pero esto no se aplica en el aula. Esto podría estar relacionado con la falta de un conocimiento profundo del objeto matemático.

Por otra parte las docentes son conscientes de la ausencia de aprendizaje en los estudiantes y, para ello se trabaja con material concreto, a fin de acercar el objeto matemático al medio del estudiante, puesto que reconocen la necesidad de que los estudiantes deben descubrir la matemática para aprender.

Respecto del cuestionario aplicado, se pudo evidenciar que las docentes de enseñanza básica poseen una falta de conocimiento profundo del objeto matemático y la desconexión hasta cierto punto de trabajar la operatoria a partir del concepto de fracción, ya que en las preguntas de como enseñarían la operatoria todas se centraron directamente en el algoritmo, lo que suele ser enseñado como una receta que carece de sentido para los estudiantes.

Lo anterior, se evidenció en que los resultados, en la mayoría de las preguntas eran respondidos de manera correcta por $\frac{1}{3}$ de las docentes, todos ellos asociados a la resolución de problemas, su representación gráfica o explicaciones referidas al concepto de fracción (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis del cuestionario del diagnóstico.

Indicador	Pregunta	Respuestas
CCK	En un festival los $\frac{2}{3}$ son adultos y de ellos los $\frac{3}{5}$ son hombres. Hay 20 niños y niñas más que mujeres ¿Cuántos hombres, mujeres y niños hay en el festival?	1 de las 3 docentes respondió parcialmente la pregunta realizando los cálculos aritméticos, pero no llegó a obtener la cantidad de hombres, mujeres y niños que había en el festival. Ya que hubo un error al obtener la fracción que representaba a las mujeres. Las otras docentes dejaron está en blanco.
	En una planta depuradora de aguas residuales, el tratamiento del agua se realiza en tres etapas. En una primera se quitan los $\frac{9}{10}$ de los fosfatos. En la segunda se quitan los $\frac{3}{4}$ de los que quedan. Y en la tercera etapa, se quitan $\frac{1}{2}$ de los que aún lleva el agua. ¿Qué fracción de fosfatos se quitaron en total del agua?	1 de las 3 profesoras respondió la pregunta realizando los cálculos aritméticos, llegando a la respuesta correcta. Las otras docentes dejaron está en blanco.
SCK	Explica porque $\frac{0}{5} = 0$.	Solo 1 de las 3 profesoras respondió parcialmente esta pregunta indicando "porque todo número dividido por cero es cero"
	Explica porque $\frac{0}{0}$ no está definido.	
	Ilustra las siguientes sumas y diferencias de fracciones usando el método de áreas:	P.1 No me acuerdo del modelo de área. P.2 realiza la representación de cada fracción por separado. P.3 realiza la operación dentro utilizando el método de áreas.
	<ul style="list-style-type: none"> • $\frac{2}{5} + \frac{3}{8}$ • $\frac{4}{7} - \frac{2}{11}$ 	

KCT Supón que tienes que explicar a un niño los pasos a dar para sumar dos fracciones. Escribe una lista de todos estos pasos.

P.1 para sumar 2 fracciones de igual denominador deben sumar los numeradores y el denominador se conserva.

P.2 Identifica el numerador y el denominador. Suma los numeradores. Mantiene el denominador. Ejemplo:

$$\frac{3}{5} + \frac{2}{5} = \frac{5}{5}$$

(sin representación gráfica)

P.3 Adición de fracciones propias de igual denominador

- si los denominadores son iguales deben conservar el denominador y adicionar los numeradores.

$\frac{1}{2} + \frac{2}{6} = \frac{1+2}{6} = \frac{3}{6}$ (junto a ello realiza la representación con el método de áreas) adición de fracciones con distinto denominador

-Los denominadores debe igualarlos por medio de la amplificación de fracciones y luego adicionarlos.

$$\frac{1}{2} + \frac{2}{3} = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{3}\right) + \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{2}\right) = \frac{3}{6} + \frac{4}{6} = \frac{7}{6}$$

(sin representación gráfica)

KCS Aquí hay dos segmentos de recta numérica de 2 unidades de longitud cada una. En cada segmento las distancias entre las marcas son iguales. La profesora solicitó escribir la fracción representada por la letra B. Algunos alumnos escribieron $\frac{3}{4}$. Ello puede deberse principalmente a que:



- A) $\frac{3}{4}$ de 2 es $\frac{3}{2}$
- B) La ubicación de A corresponde a 1.
- C) B está ubicado en las tres cuartas partes del segmento de recta dibujado.**
- D) No me parece clara la pregunta.

P.1 y P.2 respondieron la alternativa C

P.3 respondió alternativa A

Nota: Elaboración propia.

Cabe indicar que, la observación de clase con una de las docentes participantes del proyecto de intervención se pudo apreciar la mecanización del trabajo, ya que todos los estudiantes representaban las fracciones mediante un rectángulo dibujado previamente por la docente en la pizarra. Los errores cometidos eran corregidos inmediatamente por ella, sin aprovechar estos momentos como instancias de aprendizaje, lo cual podría haber sido útil para otros estudiantes con la misma confusión. Durante el diálogo en la clase, se observó cómo se llegaba a interpretar una fracción como dos números independientes, lo que sería una de las principales causas de los errores comunes al trabajar con fracciones, ya que los estudiantes terminan aplicando propiedades de los números enteros a las fracciones que se presenta en Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de clase grabada del diagnóstico.

Dimensiones de la gestión de la enseñanza	Nivel	Descripción de observación.
Diversidad de procedimientos o estrategias.	Incipiente (1)	<p>Los estudiantes pasan al pizarrón a representar fracciones con un rectángulo que les dibujo la profesora.</p> <p>Profesora comunica a los estudiantes que pasan a la pizarra que su desarrollo está correcto o incorrecto “mira ahí te equivocaste porque dice dos quintos... el número de arriba dice cuántos hay que pintar...”</p> <p>Una estudiante realiza la representación pictórica de su fracción con cuadrados creando una figura de seis lados “ya igual está bien, pero con el rectángulo queda más ordenado y lo pueden entender todos los compañeros”.</p>
Promoción del pensamiento en torno a las matemáticas.	Medio (2)	<p>La profesora invita a los estudiantes a realizar fichas en cartulinas, la mitad con la fracción propia escrita y la otra con la representación pictórica de esta. Para esto solicita a los estudiantes reunirse en parejas y entre ellos decidir qué fracciones poner.</p> <p>Estudiantes comienzan a dialogar respecto de qué fracciones poner en sus fichas “pero que sean números chicos porque el papel no es muy grande para el dibujo...”</p> <p>La mayor parte del tiempo se dedica a la confección de las tarjetas y tres grupos alcanzan a jugar al memorice con sus tarjetas.</p>
Uso de los errores y dificultades como instancia de aprendizaje.	Incipiente (1)	<p>Profesora se acerca a un grupo que estaba haciendo las fichas y le corrige “esta fracción no es propia, porque el numerador es mayor y nosotros no hemos visto eso aun”</p> <p>Un estudiante realiza incorrectamente la representación pictórica de una fracción y la profesora le corrige “mira ahí te equivocaste porque dice dos quintos... el número de arriba dice cuántos hay que pintar...”</p>

Nota: Indicadores extraídos del manual Promate (2018). Tabla de elaboración propia.

Posterior al análisis de los instrumentos de diagnóstico y la contrastación de esto con el árbol de causas se obtienen ideas importantes. Una de ellas es que los docentes en su discurso indican que la operatoria con fracciones al ser de igual numerador es más sencillo de enseñar utilizando el algoritmo, por lo cual dejan de lado lo concreto para centrar el trabajo en lo abstracto, respaldando esta decisión es que es necesario que los estudiantes piensen de manera abstracta y que la matemática se va volviendo más compleja por lo cual se vuelve más complicado el continuar el trabajo con material concreto, lo cual reflejaba el hecho de que en 5° año básico cuando se comienza a trabajar con la operatoria con fracciones de distinto denominador se recurra directamente al algoritmo; además el cuestionario evidencia falta del conocimiento especializado para la enseñanza de la operatoria con fracciones.

Lo anteriormente planteado, está ligado con las causas 1.1 y 1.2; ya que pudiera trabajarse la operatoria desde la definición entregada para comprender el concepto, si bien este es trabajado solo desde el concepto parte – todo, puede ser útil para mantener una conexión con el medio del estudiante, ya que es necesario que los estudiantes puedan llegar a un trabajo más abstracto con la materia pero para ello debe transitar por etapas, dentro de las cuales se vuelve muy costoso o arduo tener que realizar las representaciones o el material se vuelva insuficiente, de manera que pueda producir una acomodación en sus procesos mentales para tener una asimilación y apropiación del contenido. Pues si no terminamos cayendo en una mecanización de los procesos y volvemos a la enseñanza tradicional en la cual el docente entrega el contenido y los estudiantes deben replicar resolviendo listas de ejercicios. La desconexión se hace evidente al no poder responder los problemas de cálculo con fracciones, ya que podrían haber utilizado la representación pictórica para tratar de responder estas.

Esto último, nos lleva a la causa 2; si bien las docentes explicitan que al comienzo del contenido parten con un descubrir en el cual realizan una actividad concreta para llegar a comprender el concepto de fracción, esto se pierde a medida que se comienza a avanzar con el contenido, la desconexión de las fracciones con el concepto de medida puede ser una de las causantes, ya que aquí se pierde una herramienta valiosa para hacer que los estudiantes le encuentren sentido a las matemáticas y además puedan relacionarlo con su medio.

Otro elemento fundamental es el Conocimiento Matemático para la Enseñanza (MKT) ya que como menciona Ball, Thames & Phelos (2008) citado en González & Muñoz (2018) “los maestros necesitan un conocimiento matemático que les permita resolver los problemas y ejercicios que se proponen en el nivel educativo donde trabajan”(p. 134).; lo

cual se reafirma con las ideas expuestas por Ávila & García (2008) citado en González & Muñoz (2018) que mencionan que los profesores tienden únicamente a trabajar las fracciones desde el concepto parte-todo y hacer un manejo de los números racionales como si fuesen enteros, lo cual podría ser considerado como una gran deficiencia en su práctica pedagógica (p. 109). Todo esto nos lleva a la causa 1.3, lo que se evidencia en el diagnóstico ya que se ve en los docentes una falta de enseñanza por descubrimiento y a su vez ligado una falta de conocimiento profundo respecto al objeto matemático.

4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la intervención realizada indican que el tiempo es un factor importante que considerar, ya que el proyecto de intervención se llevará a cabo durante el segundo semestre, periodo que cuenta con varios interferidos, semanas de receso y labores administrativas que complican coordinar tiempo con las docentes participantes. Y, por otro lado, como la teoría a enseñar es bastante extensa, se tomarán puntos claves o características que son consideradas por la investigadora como aquellas que es necesario utilizar en la práctica pedagógica.

En la observación de una clase, se apreció que los estudiantes interpretan las fracciones como dos números independientes, lo que causa errores comunes. Durante el análisis de los datos, se identificó que las docentes favorecen el uso de algoritmos y recetas en la operatoria con fracciones, dejando de lado el trabajo concreto y promoviendo un aprendizaje abstracto desde etapas tempranas.

Se espera que luego de la implementación del proyecto de intervención se generen capacitaciones en el área de didáctica de la aritmética para el contenido de fracciones y otros temas con profesores que imparten la asignatura de matemática en primer ciclo de manera sistemática, para que puedan estructurar clases no tradicionales y a su vez diseñar actividades en torno a las fracciones que desarrollen la habilidad de resolver problemas.

Respecto a la enseñanza mecanizada que se observó, es coincidente con lo planteado por Arteaga-Martínez y Arnal-Palacian (2022) quienes sugieren que muchos docentes tienden a centrarse únicamente en los procedimientos algorítmicos, dejando de lado la comprensión conceptual y el uso de múltiples representaciones de fracciones. Asimismo, se destaca que es fundamental trabajar con una multiplicidad de símbolos e imágenes para evitar la mecanización y facilitar la comprensión profunda.

Finalmente, se concluye la necesidad de una mayor formación en didáctica de la matemática en la formación de profesores quienes necesitan un conocimiento

matemático y didáctico sólido que permitan enseñar no solo conceptos, sino también utilizar estrategias didácticas que promuevan la comprensión conceptual y la resolución de problemas, coincidiendo con las ideas de González y Muñoz (2018) y Ball et al. (2008) quienes indican que los profesores que la falta de conocimiento profundo del contenido limita la efectividad de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Arteaga-Martínez, B. y Arnal-Palacian, M. (2022). Análisis del conocimiento especializado en matemáticas con maestros en formación: una experiencia con la representación de fracciones. *Educatio Siglo XXI*, 40(1), 107-130. <https://doi.org/10.6018/educatio.436461>

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>

Bufo, A., Llinares, S. y Fernández, C. (2018). Características del conocimiento de los estudiantes para maestros españoles en relación con la fracción, razón y proporción. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(76), 229-251. https://www.researchgate.net/publication/323486568_Caracteristicas_del_conocimiento_de_los_estudiantes_para_maestro_espanoles_en_relacion_con_la_fraccion_razon_y_proporcion

CIAE, INEE y Mineduc (2018). Manual Promate. Pauta de observación de clases de matemáticas impartidas por profesores principiantes. México: autor.

Cueto, E. (2020). Investigación cualitativa. *Applied Sciences in Dentistry*, 3(1). <https://doi.org/10.22370/asd.2020.1.3.2574>

Fazio, L. y Siegler, R. (2010). Enseñanza de las fracciones. *Internacional Academy Of Education*, 22. <http://www.iaoed.org/index.php/ed-practices-series>

García, F. (2005). *El cuestionario: recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*. Editorial Limusa. https://books.google.es/books?id=-JPW5SWuWOUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

González, J. y Muñoz, D. (2018). Conocimiento común del contenido del estudiante para profesor sobre fracciones y decimales. *Educación matemática*, 30(2), 106-139. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v30n2/1665-5826-ed-30-02-106.pdf>

Gutiérrez, E. (2007, del 19 al 22 de septiembre). Técnicas e instrumentos de observación de clases y su aplicación en el desarrollo de proyectos de investigación reflexiva en el aula y de autoevaluación del proceso docente [conferencia]. In *La evaluación en el aprendizaje y la enseñanza del español como lengua extranjera/segunda lengua: XVIII Congreso Internacional de la Asociación para la Enseñanza del Español como lengua Extranjera (ASELE)*, Alicante. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3189672.pdf>

Gómez, D. M., Jiménez, A., Bobadilla, R., Reyes, C., & Dartnell, P. (2015). "The effect of inhibitory control on general mathematics achievement and fraction comparison in middle school children." *ZDM Mathematics Education*, 47, 801-811. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0685-4>

Hamdan, N., & Gunderson, E. A. (2017). "The number line is a critical spatial-numerical representation: Evidence from a fraction intervention." *Developmental Psychology*, 53, 587-596. <https://doi.org/10.1037/dev0000252>

Navarrete, C. y Rodríguez, P. (2020). Influencia del conocimiento profundo del profesor sobre fracciones en el aprendizaje de alumnos de 4° grado. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22(10), 1-18. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e10.2285>

Rodríguez, P. y Olfos, R. (2018). Instrumentos consistentes para la enseñanza de fracciones en 4o. grado. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 48-58. <https://www.redalyc.org/journal/155/15557149005/html/>

Tonon, G. (2009). *Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa*. Universidad nacional de la Matanza, Prometeo.

SOBRE O ORGANIZADOR

Dr. José Luis Escamilla Reyes- Profesor del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México desde 1998. Doctor en Física por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Cuenta con una experiencia docente de 32 años. Es coautor de Manuales de Física II y Física III, así como de dos ebooks, uno sobre Física General y otro sobre Óptica y Física Moderna. Está certificado en el Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes del Tecnológico de Monterrey. Ha participado con varios trabajos en Congresos Nacionales e Internacionales relacionados con la Física de Semiconductores de los grupos IV y III-V. Sus áreas de interés son: fuentes alternativas de energía, Física del Estado Sólido, diseño y aplicaciones de los MEMS y modelación matemática de Sistemas Complejos. Ha publicado más de 15 trabajos arbitrados y memorias en congresos. Colaboró en el diseño y construcción de láseres pulsados de N₂ en el Laboratorio de Óptica Cuántica de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMI). En el Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, participó en el desarrollo de un prototipo de Celda de Combustible con membrana de intercambio protónico (PEMFC) de alta eficiencia. Obtuvo la Medalla al Mérito Académico por el mejor promedio de Maestría otorgada por la UAMI. Fue líder de la Cátedra de Investigación “Micro Sistemas Electromecánicos: Diseño y aplicaciones” del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México y miembro del SNI.

ÍNDICE REMISSIVO

A

ADDIE Approach 51

Atividades práticas 81, 82, 86, 87

C

Circular economy 51, 52, 53, 59, 60, 66

Coefficient of static friction 1, 6, 9

Competencias 14, 32, 33, 34, 35, 40, 79, 80, 81

Comunicación oral 33

Cultura científica 81, 82

D

Doctoral pedagogy 51

E

Educação em ciências 81, 83

Educación 11, 12, 13, 20, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 40, 52, 70, 79, 80, 107, 108, 110, 112, 118

Educación superior 11, 12, 52

Enseñanza 11, 13, 14, 15, 21, 23, 24, 31, 32, 36, 37, 69, 80, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 119

Enseñanza de las fracciones 107, 110, 118

Enseñanza de química 23

Environmental challenges 51

Experiment 1, 3, 4, 5, 6, 7, 105

F

Formación del profesorado 107, 108

Fracciones 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Funciones definidas a trozos 41

I

Interdisciplinary chemistry education 51

Interpolación Lagrangiana de funciones 41

Investigación formativa 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22

K

Kirkpatrick Model 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 64, 65, 66, 67

L

Linear motion 1, 2, 3, 4, 9, 10

M

Método científico 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Metodología de enseñanza 36, 107

P

Participação 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

PCK for Simplifying Algebraic Expressions 89, 96

Pensamiento científico 68, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80

Personalización del aprendizaje 23, 27, 28, 31

Q

Química analítica 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21

R

Registros semióticos 33, 35, 38, 39, 40

S

Series de Fourier 41, 42, 45, 46, 48, 49

Socio-economic governance 51

STEM resource 1

Sustainability education 51

Sustainable Development Goal 4 Quality Education (SDG 4) 51

T

Taller 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80

Tecnologías educativasal 23

Transdisciplinary communication 51

1.º Ciclo do Ensino Básico 81, 87