

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.

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

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 País 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](https://doi.org/10.37572/EdArt_31102429110)

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>120</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>121</b>

# CAPÍTULO 3

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

Data de submissão: 02/10/2024

Data de aceite: 14/10/2024

**Dr. Luis Bello**

Chemistry Department  
Tulsa Community College  
Tulsa, Oklahoma, USA

<https://orcid.org/0009-0005-2877-7780>

**RESUMEN:** La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta clave en la transformación de la educación, particularmente en la enseñanza de disciplinas como la química. Herramientas como los chatbots avanzados – ChatGPT, Gemini, Flexi y Khanmigo –, junto con plataformas educativas como Quizizz y Edpuzzle, están renovando la forma en que se enseña y aprende. Estas tecnologías permiten la personalización del contenido educativo, la creación de entornos interactivos y la retroalimentación inmediata, mejorando significativamente la experiencia del estudiante. Este trabajo tiene como objetivo compartir experiencias y analizar cómo la IA está cambiando la enseñanza de la química, desde simulaciones de laboratorio hasta tutorías personalizadas, subrayando tanto sus ventajas como sus desafíos. Finalmente, se proponen estrategias para mitigar los riesgos relacionados con la dependencia tecnológica

y las desigualdades de acceso, con el fin de maximizar los beneficios de la IA en el contexto educativo actu Inteligencia Artificial.

**PALABRAS-CLAVE:** Educación. Enseñanza de Química. Personalización del Aprendizaje. Tecnologías Educativasal.

### INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN CHEMISTRY TEACHING: EXPERIENCES AND CHALLENGES

**RESUMO:** A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta fundamental na transformação da educação, especialmente no ensino de disciplinas como a química. Ferramentas como chatbots avançados – ChatGPT, Gemini, Flexi e Khanmigo –, em conjunto com plataformas educacionais como Quizizz e Edpuzzle, estão revolucionando a forma como ensinamos e aprendemos. Essas tecnologias possibilitam a personalização do conteúdo educativo, a criação de ambientes interativos e o feedback instantâneo, melhorando significativamente a experiência do estudante. Este trabalho busca compartilhar experiências e analisar como a IA está moldando o ensino de química, desde simulações de laboratório até tutorias personalizadas, destacando tanto seus benefícios quanto seus desafios. Por fim, são propostas estratégias para mitigar os riscos relacionados à dependência tecnológica e às desigualdades de acesso, com o objetivo de maximizar os benefícios da IA no contexto educacional atual.

**PALAVRAS CHAVE:** Inteligência Artificial. Educação. Ensino de Química. Personalização da Aprendizagem. Tecnologias Educacionais.

## INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHEMISTRY EDUCATION: EXPERIENCES AND CHALLENGES

**ABSTRACT:** Artificial Intelligence (AI) has emerged as a key tool in transforming education, particularly in teaching subjects such as chemistry. Advanced chatbots like ChatGPT, Gemini, Flexi, and Khanmigo, along with educational platforms like Quizizz and Edpuzzle, are revolutionizing how we teach and learn. These technologies enable the personalization of educational content, the creation of interactive environments, and immediate feedback, significantly improving the student experience. This work aims to share experiences and analyze how AI is changing chemistry teaching, from laboratory simulations to personalized tutoring, highlighting its advantages and challenges. Finally, strategies are proposed to mitigate risks related to technological dependence and access inequalities, to maximize the benefits of AI in the current educational context.

**KEYWORDS:** Artificial Intelligence. Education. Chemistry Teaching. Personalized Learning. Educational Technologies.

### 1 INTRODUCCIÓN

#### 1.1 ¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

La inteligencia artificial (IA) es un campo de la informática que se enfoca en la creación de sistemas capaces de realizar tareas que, normalmente, requieren de la inteligencia humana. Estas tareas incluyen el reconocimiento de voz, la toma de decisiones, la resolución de problemas, el reconocimiento de patrones y la traducción de idiomas. La IA se logra mediante diversas técnicas, incluyendo el aprendizaje automático (*machine learning*), el procesamiento del lenguaje natural (NLP), y las redes neuronales.

La IA tiene un gran potencial para transformar la educación<sup>1</sup>, ofreciendo herramientas y métodos innovadores que pueden mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje. En el ámbito de la enseñanza de Química<sup>2</sup>, la IA ofrece oportunidades sin precedentes para mejorar la comprensión de conceptos complejos, personalizar el aprendizaje y optimizar la experiencia educativa. A medida que los métodos tradicionales de enseñanza enfrentan desafíos en la captación y retención del interés estudiantil, la integración de tecnologías avanzadas promete renovar el enfoque pedagógico y proporcionar herramientas innovadoras tanto para estudiantes como para profesores.

<sup>1</sup> Bello, L., y Martínez Sánchez, F. R. (2023). Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Maestro y Sociedad*, 20(4), 1165-1173. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu>.

<sup>2</sup> Bello, L. (2024). Enhancing Chemistry Instruction through Artificial Intelligence: A Case Study from Tulsa Community College. Presentación en la Conferencia BCCE24. University of Kentucky. Summer 2024. <https://bcce.divched.org/>.

La IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones de aprendizaje y dificultades comunes, lo que permite diseñar programas educativos más efectivos y personalizados. Además, las aplicaciones de IA pueden proporcionar retroalimentación instantánea, simulaciones interactivas y tutoría automatizada, facilitando un entorno de aprendizaje dinámico y adaptativo.

A través de ejemplos prácticos y análisis de casos, se examinan los beneficios, retos y perspectivas futuras de esta innovadora intersección entre tecnología y educación.

## 2 APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

1. **Laboratorios Virtuales y Simulaciones:** Utilizar simulaciones virtuales para permitir a los estudiantes realizar experimentos químicos de manera segura y económica.
2. **Tutorías Personalizadas con IA:** Implementar sistemas de tutoría impulsados por IA que puedan adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante.
3. **Evaluación y Retroalimentación Automática:** Utilizar algoritmos de IA para corregir y proporcionar retroalimentación instantánea en pruebas y ejercicios.
4. **Asistentes Virtuales y Chatbots:** Integrar chatbots y asistentes virtuales que puedan responder preguntas frecuentes y proporcionar recursos adicionales.
5. **Creación de Contenidos Educativos Dinámicos:** Utilizar IA para generar contenidos educativos como quizzes, vídeos, y presentaciones basadas en los temas estudiados.
6. **Juegos Educativos Basados en IA:** Crear juegos educativos que utilicen IA para enseñar conceptos de química de manera lúdica.

## 3 HERRAMIENTAS BASADAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ChatGPT: Este chatbot, desarrollado por OpenAI<sup>3</sup>, puede generar respuestas detalladas y comprensibles a preguntas complejas de Química, facilitando la comprensión de conceptos difíciles para los estudiantes.

<sup>3</sup> OpenAI. (2023). ChatGPT. Recuperado de <https://openai.com/>.

Figura 1- Creación de una práctica de Laboratorio para explicar la Ley de Conservación de la masa.

ChatGPT 4o

Disena una practica de laboratorio donde los estudiantes puedan comprobar la ley de conservacion de la masa, usando productos mas frecuentes usados en la casa.

🌐 Aquí tienes un diseño de una práctica de laboratorio sencilla para que los estudiantes puedan comprobar la **Ley de Conservación de la Masa** usando productos que comúnmente se encuentran en casa:

**Título de la práctica:**

Comprobación de la Ley de Conservación de la Masa usando bicarbonato de sodio y vinagre

**Objetivo:**

Demostrar la Ley de Conservación de la Masa en una reacción química simple utilizando materiales cotidianos.

**Materiales:**

- Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ )
- Vinagre (ácido acético diluido,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
- Balanza digital
- Vaso de precipitados o vaso de vidrio transparente
- Botella plástica pequeña con tapa (preferentemente transparente)
- Globo pequeño
- Cucharadita



Gemini<sup>4</sup>: Con capacidades similares a ChatGPT, Gemini se especializa en la personalización de respuestas basadas en el contexto del usuario, ofreciendo un apoyo más personalizado.

Figura 2- Retroalimentación dada a un estudiante usando Gemini.

ChatGPT 4o

Para calcular la sustancia limitante un estudiante lo hace sin balancear la ecuación química. Explícale al estudiante porque eso es un error

< 2/2 >

🌐 Cuando un estudiante intenta calcular el reactivo limitante sin balancear la ecuación química, comete un error fundamental porque la ecuación no balanceada no refleja las proporciones reales en las que las sustancias reaccionan. Las reacciones químicas obedecen a la ley de conservación de la masa, lo que significa que la cantidad de átomos de cada elemento debe ser la misma en ambos lados de la ecuación. Si la ecuación no está balanceada, las cantidades de reactivos y productos no estarán correctamente relacionadas.

Al calcular el reactivo limitante, se debe comparar la cantidad de moles de cada reactivo en función de la proporción estequiométrica de la ecuación balanceada. Esto permite determinar cuál reactivo se consumirá primero en base a las proporciones correctas. Si no se balancea la ecuación, esas proporciones estarán incorrectas, lo que llevará a resultados erróneos sobre cuál es el reactivo limitante y, en consecuencia, la cantidad de productos formados será incorrecta.

Es como seguir una receta sin las cantidades adecuadas de ingredientes: si no ajustas las cantidades de acuerdo a la receta (balancear la ecuación), los resultados no serán los esperados.

🔊 🗣️ 📄 🔄

<sup>4</sup> Gemini. (2024). A large language model from Google AI. Recuperado de <https://gemini.google.com/>

## 4 ¿QUÉ HACE FLEXI?

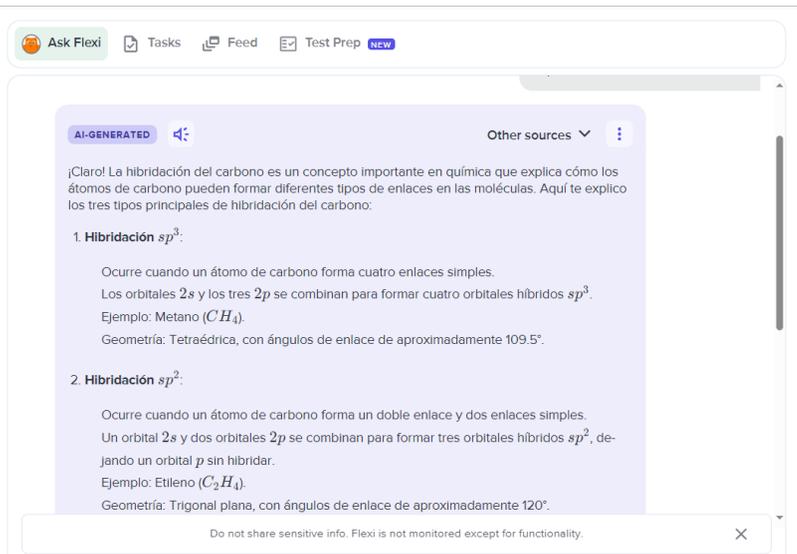
Flexi es un tutor inteligente desarrollado por Fundación CK-12<sup>5</sup>, una organización educativa que ofrece recursos gratuitos y personalizados para el aprendizaje de ciencias, matemáticas y otras materias. Flexi utiliza inteligencia artificial para proporcionar apoyo educativo interactivo y adaptativo, ayudando a los estudiantes a comprender conceptos complejos y a mejorar su rendimiento académico.

Flexi es útil para:

1. Personalización del Aprendizaje adapta el contenido educativo según las necesidades individuales de cada estudiante.
2. Interacción en Tiempo Real: interactúa con los estudiantes en tiempo real, proporcionando retroalimentación instantánea y ayudando a resolver problemas de manera inmediata.
3. Explicaciones Claras y Accesibles: está diseñado para dar explicaciones claras y accesibles.

Figura 3- Usando el tutor Flexi para explicar la hibridación del átomo de Carbono.

ck-12



The screenshot shows the Flexi AI tutor interface. At the top, there are navigation buttons for "Ask Flexi", "Tasks", "Feed", and "Test Prep". The main content area is titled "AI-GENERATED" and contains the following text:

¡Claro! La hibridación del carbono es un concepto importante en química que explica cómo los átomos de carbono pueden formar diferentes tipos de enlaces en las moléculas. Aquí te explico los tres tipos principales de hibridación del carbono:

- 1. Hibridación  $sp^3$ :**  
Ocurre cuando un átomo de carbono forma cuatro enlaces simples.  
Los orbitales  $2s$  y los tres  $2p$  se combinan para formar cuatro orbitales híbridos  $sp^3$ .  
Ejemplo: Metano ( $CH_4$ ).  
Geometría: Tetraédrica, con ángulos de enlace de aproximadamente  $109.5^\circ$ .
- 2. Hibridación  $sp^2$ :**  
Ocurre cuando un átomo de carbono forma un doble enlace y dos enlaces simples.  
Un orbital  $2s$  y dos orbitales  $2p$  se combinan para formar tres orbitales híbridos  $sp^2$ , dejando un orbital  $p$  sin hibridar.  
Ejemplo: Etileno ( $C_2H_4$ ).  
Geometría: Trigonal plana, con ángulos de enlace de aproximadamente  $120^\circ$ .

At the bottom of the interface, there is a disclaimer: "Do not share sensitive info. Flexi is not monitored except for functionality."

## 5 ¿QUÉ HACE KHANMIGO?

Khanmigo<sup>6</sup> es un tutor virtual desarrollado por Khan Academy, una organización educativa sin fines de lucro. Khanmigo utiliza inteligencia artificial para ofrecer apoyo

<sup>5</sup> CK12.org. (n.d.). Flexi Tutor. Recuperado de <https://www.ck12.org/>.

<sup>6</sup> Khan Academy. (2024). Khanmigo Tutor. Recuperado de <https://www.khanacademy.org/khan-for-educators/resources/parents-mentors-1/helping-your-child/a/start-tutoring-with-khan-academy>.

educativo personalizado a estudantes de diversas idades e níveis. Este tutor virtual interactiva com os estudantes em tempo real, proporcionando explicações detalhadas, ajudando com problemas específicos e oferecendo recursos adicionais para melhorar o aprendizado.

Khanmigo é útil no âmbito educacional por várias razões:

1. Personalização do Aprendizado: pode adaptar as lições e as explicações de acordo com as necessidades individuais de cada estudante.
2. Disponibilidade 24/7: está disponível em qualquer momento do dia, o que é especialmente útil para os estudantes que precisam de ajuda fora do horário escolar tradicional.
3. Explicações Claras e Detalhadas está programado para proporcionar explicações claras e detalhadas, utilizando um idioma simples.
4. Aumento da Autonomia do Estudante: os estudantes podem aprender ao seu próprio ritmo e desenvolver habilidades de autoaprendizado.
5. Recursos Educacionais Adicionais: pode direcionar os estudantes a recursos educacionais adicionais disponíveis no Khan Academy, como vídeos, artigos e exercícios interativos, para complementar o seu aprendizado.

Figura 4- Algumas das ferramentas disponíveis no Khanmigo.

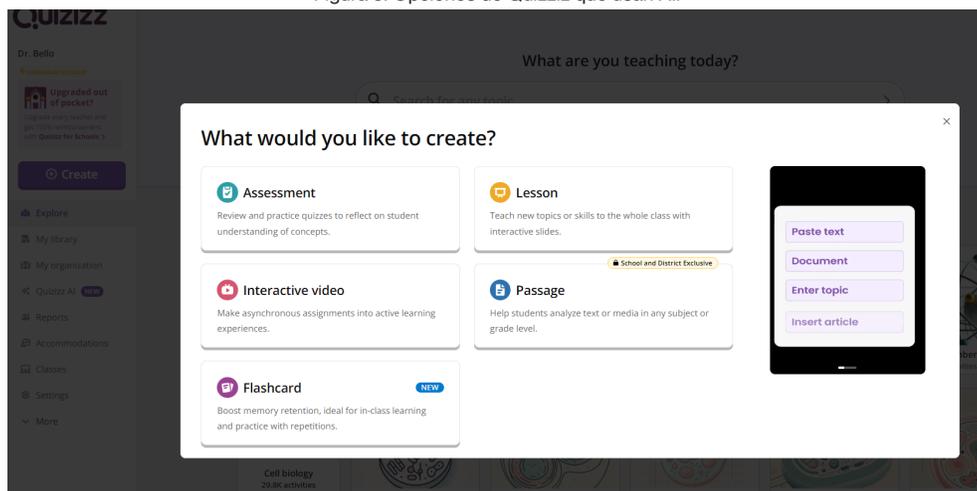
The screenshot displays the 'Khanmigo Tools' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Explore', 'Search', 'Khan Academy', 'Khanmigo', 'Donate', and 'belluis'. Below this, a 'Welcome, belluis' message is shown with an 'Add your school' link. The main navigation includes 'Khanmigo Tools', 'Classes', 'Students', and 'Resources'. The 'Khanmigo Tools' section is titled 'Free AI powered tools designed to save you time and improve instruction!'. It features a search bar and several filter buttons: 'My Favorites', 'All Tools', 'Plan', 'Create', 'Differentiate', 'Support', and 'Learn'. The tools are presented in a grid of 12 cards, each with an icon, a title, and a short description:

- Chunk Text**: Break complex texts into manageable sections for easier student comprehension.
- Class Newsletter**: Produce engaging newsletters to keep parents informed about class activities.
- Class Snapshot**: Review your students' performance and trends.
- Clear Directions**: Generate concise, easy-to-follow instructions for assignments and activities.
- Discussion Prompts**: Craft engaging prompts to stimulate meaningful classroom discussions.
- Exit Ticket**: Create quick end-of-lesson assessments to check student understanding.
- Fun Class Summary Poem**: Transform memorable class moments into a creative poetic recap.
- IEP Assistant**: Streamline the creation of individualized Education Plans.
- Informational Text**: Create informational text for a variety of topics.
- Learning Objective(s)**: Develop clear, measurable learning objectives to guide instruction.
- Lesson Hook**: Plan compelling lesson starters to engage students.
- Lesson Plan**: Create structured, detailed lesson plans tailored to your curriculum and students' needs.

## 6 PLATAFORMAS EDUCATIVAS

Quizizz<sup>7</sup>: Esta plataforma utiliza IA para crear cuestionarios interactivos y juegos educativos, permitiendo a los docentes evaluar el progreso de los estudiantes de manera lúdica y efectiva.

Figura 5: Opciones de Quizizz que usan AI.



## 7 CREACIÓN DE CONTENIDO

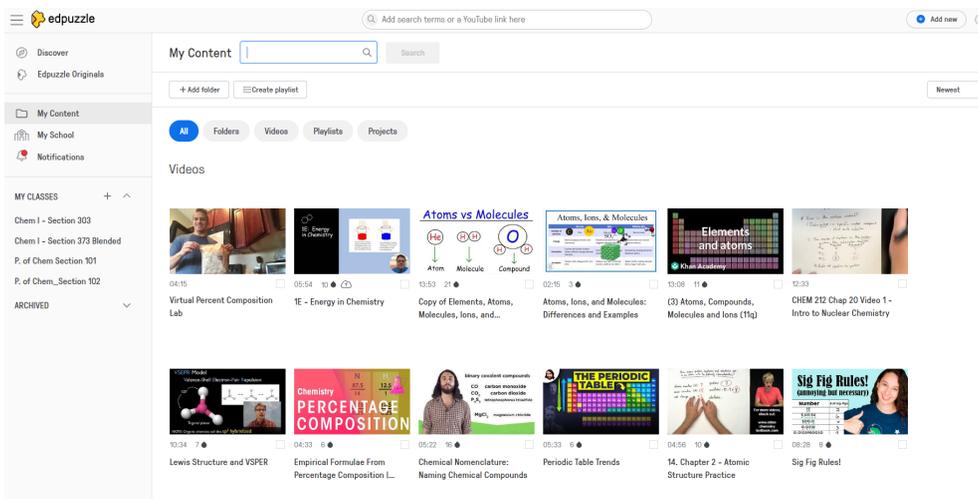
- **Cuestionarios Personalizados:** Los profesores pueden crear cuestionarios desde cero o utilizar las plantillas y cuestionarios disponibles en la biblioteca de Quizizz. Estos cuestionarios pueden incluir preguntas de opción múltiple, verdadero/falso, respuestas cortas y más.
- **Inteligencia Artificial:** Quizizz utiliza IA para sugerir preguntas relevantes basadas en el contenido del cuestionario, lo que ahorra tiempo a los profesores y asegura que las preguntas estén alineadas con los objetivos de aprendizaje.
- **Banco de Preguntas:** Los profesores pueden acceder a un banco de preguntas extenso y de alta calidad, seleccionando y adaptando preguntas según las necesidades de sus estudiantes.

Edpuzzle<sup>8</sup>: Permite a los docentes crear lecciones interactivas en video, integrando preguntas y comentarios en puntos específicos del video para mantener a los estudiantes comprometidos y evaluados en tiempo real.

<sup>7</sup> Quizizz. (2024). Recuperado de <https://quizizz.com/>.

<sup>8</sup> Edpuzzle. (n.d.). Recuperado de <https://edpuzzle.com/>.

Figura 6. Vista de algunos videos/ejercicios disponibles en una cuenta de Edpuzzle.



Edpuzzle es una plataforma que transforma videos en recursos educativos interactivos. Los profesores pueden tomar cualquier video y adaptarlo para sus lecciones añadiendo preguntas, notas de voz y comentarios. Esto no solo hace que el contenido sea más atractivo, sino que también permite una evaluación continua del entendimiento del estudiante.

## 8 EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS

### Ventajas:

- **Accesibilidad:** Los estudiantes pueden acceder a los chatbots en cualquier momento, permitiéndoles resolver dudas fuera del horario de clase.
- **Apoyo Personalizado:** Los chatbots pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, ofreciendo explicaciones personalizadas y ajustadas a su nivel de comprensión.
- **Refuerzo del Aprendizaje:** A través de interacciones continuas con los chatbots, los estudiantes pueden reforzar y consolidar los conceptos aprendidos en clase.

### Desafíos:

- **Dependencia:** Existe el riesgo de que los estudiantes se vuelvan demasiado dependientes de los chatbots para obtener respuestas rápidas, en lugar de desarrollar habilidades de resolución de problemas por sí mismos.

- Exactitud: Aunque los chatbots son avanzados, no siempre proporcionan respuestas 100% precisas, lo que puede llevar a malentendidos si no se supervisa adecuadamente.

## 9 VENTAJAS DE LA IA EN LA EDUCACIÓN DE QUÍMICA

1. Personalización del Aprendizaje
2. Entornos Interactivos y Atractivos
3. Simulaciones de Laboratorio Virtual
4. Retroalimentación en Tiempo Real
5. Acceso a Recursos Educativos

## 10 DESAFÍOS DE LA INTEGRACIÓN DE IA

### **Brecha Tecnológica**

No todos los estudiantes y educadores tienen igual acceso a la tecnología necesaria para aprovechar al máximo las herramientas basadas en IA. Esta brecha tecnológica puede exacerbar las desigualdades existentes en la educación.

### **Privacidad y Seguridad de Datos**

El uso de herramientas basadas en IA implica la recolección y el análisis de grandes cantidades de datos sobre los estudiantes. Esto plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de esos datos.

### **Calidad y Exactitud del Contenido**

Las herramientas basadas en IA deben ser cuidadosamente diseñadas y supervisadas para garantizar que el contenido educativo sea de alta calidad y exactitud.

## 11 CONCLUSIONES

La inteligencia artificial (IA) representa un cambio de paradigma en la enseñanza de la química al ofrecer nuevas formas de abordar el aprendizaje que son más dinámicas y adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Con la implementación de la IA, los educadores pueden acceder a herramientas avanzadas que facilitan la creación de entornos interactivos, donde los estudiantes pueden explorar conceptos complejos de manera visual y práctica, algo que resulta especialmente útil en una disciplina como la química, caracterizada por su alto nivel de abstracción. Estas plataformas pueden personalizar el ritmo y el enfoque del aprendizaje según las capacidades y preferencias de cada alumno, mejorando la comprensión y reteniendo el interés en el tema.

Sin embargo, el uso eficaz de la inteligencia artificial en el ámbito educativo no está exento de desafíos. Uno de los principales puntos a tener en cuenta es el equilibrio entre la integración de la tecnología y el desarrollo de habilidades críticas, como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento creativo. La tecnología, aunque poderosa, no debe reemplazar la capacidad de los estudiantes para enfrentarse a situaciones complejas de forma autónoma. Más bien, debe actuar como una herramienta complementaria que potencie estas competencias. El enfoque en la enseñanza debe seguir siendo integral, garantizando que los alumnos no se vuelvan dependientes de las soluciones tecnológicas, sino que las utilicen como una ayuda para profundizar en su comprensión y capacidad analítica.

Además, para maximizar el impacto positivo de la IA en la educación, es esencial abordar la cuestión de la equidad en el acceso a estas innovaciones. Existe una brecha digital que puede dejar a ciertos grupos de estudiantes en desventaja, particularmente aquellos en comunidades con recursos limitados. La implementación de tecnologías avanzadas en el aula debe ir acompañada de políticas que aseguren que todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico, tengan acceso igualitario a estas herramientas. Esto incluye garantizar la disponibilidad de dispositivos adecuados, acceso a internet de calidad, y la capacitación tanto de estudiantes como de profesores en el uso de estas tecnologías.

A medida que la inteligencia artificial sigue avanzando, la comunidad educativa se enfrenta al desafío de adaptarse a este nuevo panorama. La integración de la IA no solo requiere el uso de nuevas herramientas, sino también una reconfiguración de las metodologías de enseñanza tradicionales. Los educadores, administradores y formuladores de políticas deben trabajar en conjunto para desarrollar estrategias que permitan la incorporación de la IA de manera efectiva, sostenible y ética en el aula. Esto implica repensar los programas educativos, ofrecer formación continua a los profesores y establecer marcos que promuevan el uso responsable de la tecnología en la educación.

## 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 N<sub>2</sub> 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