

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 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

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 7

EL TALLER DE CIENCIAS Y EL USO DEL MÉTODO CIENTÍFICO PARA PROMOVER EL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN PREESCOLARES¹

Data de submissão: 30/09/2024

Data de aceite: 14/10/2024

Karina Lisbet Ronzón Rodríguez

Benemérita Escuela Normal Veracruzana
“Enrique C. Rébsamen”
Veracruz, México

Ana Graciela Cortés Miguel

Benemérita Escuela Normal Veracruzana
“Enrique C. Rébsamen”
Veracruz, México

Kena Vásquez Suárez

Benemérita Escuela Normal Veracruzana
“Enrique C. Rébsamen”
Veracruz, México

RESUMEN: Para innovar el profesor debe percibir la necesidad de transformar su práctica, y con la investigación-acción, cuestionar sus funciones, revisar contenidos y métodos, así como las estrategias que utiliza, regular el trabajo didáctico, evaluar el proceso

¹ Este trabajo fue presentado anteriormente en el Congreso del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) y es parte de la investigación realizada en una maestría.

y los resultados (Latorre, 2003). Desde esta premisa se presenta la experiencia de una docente del nivel preescolar en la que pretende desarrollar el pensamiento científico de los niños a través de implementar el método científico en actividades experimentales organizadas en la estrategia de taller. Se desarrolló la experiencia con un seguimiento apoyado de instrumentos diseñados exprofeso así como de observadores externos. Los resultados del análisis de la intervención de la profesora arrojaron que la estrategia didáctica permitió a los alumnos involucrarse en cada una de las situaciones experimentales para generar reacciones en los objetos, y al hacer predicciones, y comprobarlas además expresaron el motivo del fenómeno natural producido. La sistematización y el uso constante del método científico generó el interés por parte del estudiantado de llevar un registro sistematizado para después explicar un determinado suceso natural, favoreciendo de este modo el pensamiento científico. Además, se reconoce que el docente como agente innovador antes que nada debe estar dispuesto al cambio y reconocer la importancia de su práctica, comenzando con analizar las problemáticas presentadas en su grupo, así como buscar estrategias adecuadas para generar el cambio y obtener resultados en el aprendizaje del alumnado.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento científico. Taller. Método científico.

THE SCIENCE WORKSHOP AND THE USE OF THE SCIENTIFIC METHOD TO PROMOTE SCIENTIFIC THINKING IN PRESCHOOLERS

ABSTRACT: In order to innovate, the teacher must perceive the need to transform his practice, and with action research, question his functions, review contents and methods, as well as the strategies he uses, regulate the didactic work, evaluate the process and the results (Latorre, 2003). From this premise, the experience of a preschool teacher is presented in which she intends to develop the scientific thinking of children through the implementation of the scientific method in experimental activities organized in the workshop strategy. The experience was developed with a follow-up supported by specially designed instruments as well as external observers. The results of the analysis of the teacher's intervention showed that the didactic strategy allowed the students to get involved in each of the experimental situations to generate reactions in the objects, and by making predictions and verifying them, they also expressed the reason for the natural phenomenon produced. The systematization and constant use of the scientific method generated the students' interest in keeping a systematized record to later explain a certain natural event, thus favoring scientific thinking. In addition, it is recognized that the teacher as an innovative agent must first of all be willing to change and recognize the importance of his practice, starting with analyzing the problems presented in his group, as well as seeking appropriate strategies to generate change and obtain results in student learning.

KEYWORDS: Scientific thinking. Workshop. Scientific method.

1 INTRODUCCIÓN

Fomentar el aprendizaje a través de la ciencia, ofrece la posibilidad de favorecer habilidades en los individuos como la actitud crítica, además al aplicar el método científico, serán capaces de enfrentar y resolver problemas de la vida cotidiana (Rodríguez- Ponce, 2015). Bajo esta premisa, para impulsar el acercamiento a las ciencias, en las escuelas se han realizado diversos proyectos tanto en el ámbito internacional, como nacional y estatal promovidos por CONACYT, la Secretaría de Educación, en el caso del estado de Veracruz, específicamente se ha implementado el Programa de Aplicación de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de las Ciencias (PASEVIC). Aunque los diversos proyectos han tenido como finalidad promover la ciencia en instituciones educativas, así como también proporcionar recursos y materiales para fomentar el interés por el tema, en las escuelas se observa que muchos docentes dejan de lado actividades para favorecer el interés en ella, pues subestiman la capacidad de los niños (esencialmente de los preescolares) para trabajar situaciones experimentales, aunado a lo anterior “las ciencias en planes y programas de estudio, han ocupado un lugar secundario debido a que se han preocupado la mayor parte de la atención, en la formación docente para la lengua y matemáticas” (Flores, 2012, p.5). Trabajar la ciencia en el nivel preescolar potencia la curiosidad de los niños, promueve el interés por indagar lo que sucede a su

alrededor, desarrolla la observación, la investigación, el razonamiento, la resolución de problemas y la comunicación, es decir permite desarrollar un pensamiento científico el cual se caracteriza por ciertas conductas y disposiciones como son la capacidad para elaborar preguntas y sorprenderse, la habilidad para encontrar relaciones entre aspectos aparentemente distantes o distintos, la confianza en los otros, como colectivos e individuos; y, finalmente, la necesidad, de comunicarse con los otros con la intención de compartir una vivencia o de convencer racionalmente a los otros de un planteamiento (Segura, 2011).

La documentación de esta experiencia de intervención parte del supuesto que la estrategia de taller permitirá a los niños preescolares hacer uso del método científico, implementando experimentos, de tal forma que permita desarrollar el pensamiento científico.

1.1 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA

La estrategia de taller su enfoque pedagógico proviene de la pedagogía activa. De acuerdo con López (2007) esta propuesta educativa contribuyó a la lucha por un cambio en la educación tradicionalista, retomó influencias de pensamiento de pedagogos, en sus inicios ofrecía una concepción natural y experimental, con escuelas abiertas, experimentales, campestres, lugares de movimiento del cuerpo donde el espíritu se abre y dispone para el aprendizaje”. Nació con las obras de Herbart, Decroly, Claparède, Montessori, Dewey, Piaget y otros.

Urrego (2011) afirma que en los talleres de investigación como el de ciencia se incorporan actitudes como la curiosidad, la exploración, la indagación y la resolución de problemas, pero para integrarlas se necesita poner en práctica habilidades del pensamiento, como las mencionadas por Sánchez (1995):

- a) Observación. Proceso mental que implica la identificación de las características de los estímulos (objetos o situaciones) o la integración de estas características en un todo que represente la imagen mental del objeto o situación.
- b) Descripción. Identificación de las características del objeto.
- c) Diferencias. Una extensión de la observación que consiste en identificar las características en que difieren dos o más conceptos o situaciones.
- d) Semejanzas. Se refiere a las características idénticas o similares de objetos o situaciones.
- e) Comparación. Es un proceso básico que constituye el paso previo para establecer relaciones entre pares de características de objetos o situaciones.

- f) Relación: Representa enunciados abstractos alejados de la realidad tangible que contribuyen a facilitar la conexión entre ideas y, por tanto, a lograr la representación mental de éstos.
- g) Características esenciales: Agrupar objetos con base a sus semejanzas y diferencias, posibilita identificar las características compartidas por un conjunto de objetos o situaciones.
- h) Clasificación. Es el proceso mental el cual se organizan los objetos de un conjunto en clases de acuerdo a un criterio previamente definido.
- i) Planteamiento y verificación de hipótesis. La hipótesis es una suposición de posible verificación, se aceptan o rechazan. Para verificar las hipótesis se deben de realizar experimentos u observar sistemáticamente ejemplo y contraejemplos de los fenómenos u hechos estudiados.
- j) Definición de conceptos. Se refiere a explicar a partir de sus posibles características esenciales.

Con la implementación del taller de ciencias se crearía un espacio donde los niños tuvieran una colaboración activa con experiencias vivenciales al manipular y experimentar con los objetos provocándoles asombro ante las reacciones producidas, siguiendo un proceso en su aprendizaje con el empleo del método científico, Otzen, Manterola, Rodríguez-Núñez, García-Rodríguez (2017) mencionan que “el método científico, constituye la columna vertebral de cualquier proceso de investigación, caracterizándose por una serie de etapas que, observadas y seguidas de forma acuciosa y sistematizada; permiten conducir y concluir cualquier protocolo de investigación” (p. 1031), cuyas fases son:

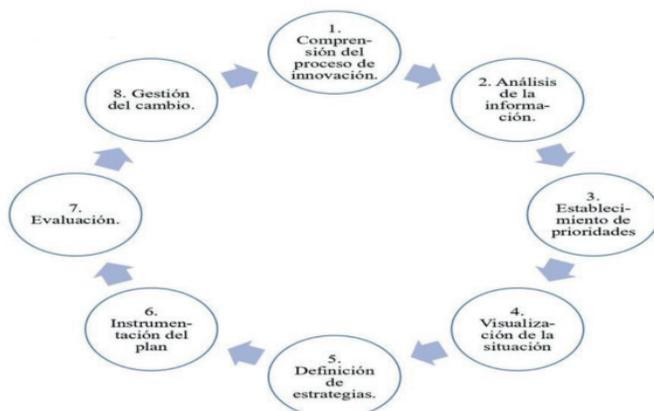
1. Observar.
2. Plantear preguntas.
3. Generar una hipótesis.
4. Conducir el experimento.
5. Buscar una conclusión
6. Reportar resultados.

Por su parte, Frade (2009) define al pensamiento científico como “la capacidad de generar hipótesis y su comprobación, de manera que se explique la casualidad de un fenómeno determinado, supone el potencial para identificar causas y explicaciones con una fuerte capacidad cuestionada” (p.196). De esta forma se considera que al emplear la estrategia didáctica de taller para organizar actividades para favorecer el pensamiento científico en los alumnos promovería una actitud autónoma, de colaboración y trabajo

en equipo asimismo con el uso del método científico se desarrollaron habilidades del pensamiento científico.

La propuesta de intervención que se documenta en este trabajo se desprende de un Proyecto de Innovación centrado en favorecer el pensamiento científico en niños del nivel preescolar con la intención de que den explicaciones sobre la causa de un fenómeno o suceso natural al trabajar ciencia y la forma de intervenir de la docente para organizar y guiar las actividades al hacer uso de la estrategia didáctica de taller. El diseño y seguimiento de esta propuesta se realizó desde la metodología de investigación-acción, específicamente considerando las fases del Modelo de Innovación de Ortega et al. (2007), como se observa en la figura 1.

Figura 1. Fases del Modelo de Innovación.



Fuente: Ortega et al. (2007).

Estas fases permitieron a la docente detectar la problemática del grupo con un diagnóstico con la evidencia obtenida implementó una estrategia didáctica para dar solución al trabajo con ciencias para así favorecer en el alumnado el pensamiento científico, de esta forma se seleccionaron los instrumentos de evaluación dando seguimiento a la propuesta para que al final se valoraran los resultados para transformar su práctica docente. Al identificar la problemática en el grupo establece los siguientes objetivos que guiaron el diseño e implementación del Proyecto Innovador.

1.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA GENERAL

Valorar la implementación de las etapas del método científico en actividades experimentales organizadas en un taller de ciencia para favorecer el pensamiento científico en alumnos de preescolar.

Específicos

1. Valorar la pertinencia del taller como estrategia didáctica para propiciar la formulación de preguntas, inferencia e hipótesis en los niños.
2. Identificar la importancia que tiene el uso del método científico en las explicaciones que logran realizar los niños.
3. Comprender la incidencia de las situaciones experimentales en el desarrollo de las habilidades del pensamiento.

Para el desarrollo del proyecto, la educadora planeó un taller de ciencias con ocho situaciones experimentales, con duración de cincuenta minutos, enfocadas en temas de física como densidad, volumen, fuerza, magnetismo, percepción y electricidad. La decisión de la profesora de encaminar las actividades con la física, fue con el motivo de generar curiosidad, permitir la experimentación para producir el fenómeno, y dar una explicación del porqué del suceso natural y reportar un resultado. Según Gutiérrez (2007), la física representa a la ciencia, es fundamental porque estudia las leyes que rigen los fenómenos más básicos de la naturaleza y la relación entre ellos.

En las actividades del taller, en cada una utilizó el método científico donde los niños llevaron un registro sistemático de sus predicciones, conclusiones y resultados. Dado que en la ciencia se pone en práctica el método científico para prever, describir, explicar hechos o acontecimientos del entorno.

En el desarrollo de los experimentos trabajaron por binas y en equipos organizando su intervención al momento de experimentar, encontraron relaciones entre los objetos y sus reacciones, y ante las preguntas expresaron suposiciones y respuestas del por qué del evento natural. Así mismo para propiciar el interés y la curiosidad de los alumnos, se utilizaron fichas de trabajo, para que por medio de dibujos identificaran los materiales y el procedimiento a seguir en cada una de las actividades.

Para dar seguimiento y evaluación a la intervención se hizo uso de un diario de trabajo, una guía de observación empleada por un Apoyo Técnico Pedagógico (ATP), una rúbrica, el registro sistemático de predicciones, conclusiones y resultados para que dieran explicaciones y de esta manera favorecer el pensamiento científico.

Con el diario se hizo un registro de cada uno de los talleres implementados, anotando una descripción de lo realizado con el alumnado, la interacción y diálogo de la educadora para propiciar las predicciones y explicaciones del fenómeno natural producido, e identificó cómo modificar la práctica docente.

En la guía de observación con apoyo de indicadores el ATP y la docente registraron la manera de realizar el taller, organizar los materiales y el horario en el cual se llevó a

cabo, describió cómo el estudiantado experimentó y comprobó sus predicciones. Con la rúbrica se valoraron las habilidades y actitudes del alumnado para hacer predicciones y comprobarlas al momento de experimentar.

El formato del método científico permitió que los alumnos hicieran un registro sistemático en cada uno de los talleres, anotaron predicciones y una conclusión, explicando por qué se había generado el suceso natural para que después, con apoyo de los padres de familia, efectuaran una investigación para ampliar dicha explicación.

El uso del diario de trabajo y el registro del método científico ayudaron a reconocer las habilidades del pensamiento desarrolladas en los alumnos como: la observación, la descripción, comparación, relación y planteamiento de hipótesis en cada una de las situaciones experimentales.

Para efectuar el análisis se hizo una triangulación de la información, Cisterna (2005), la denomina como el proceso de reunión y cruce dialéctico de los datos recogidos, surgida de la investigación. Dicha triangulación sirvió para identificar los resultados obtenidos al implementar la estrategia didáctica del taller para trabajar ciencia, el uso del método científico como recurso al alumnado para predecir, comprobar y dar explicaciones de sucesos naturales para así desarrollar el pensamiento científico. A continuación, se presentan los resultados identificados con esta experiencia.

1.3 RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN

Se identifica en cuanto a la intervención de la docente en la actividad “El disco de Newton” que permitió a los alumnos la manipulación y experimentación de los recursos para comprobar sus predicciones y llegar a dar una explicación, es decir, el alumnado fue partícipe en su aprendizaje, de acuerdo a los que nos dice Urrego (2011) “en el taller se vincula el aprendizaje desarrollador y autónomo, y a cuyo proceso se incorporan actitudes como la curiosidad, la exploración y la indagación” (p.26).

El ATP expresa:

“Una vez con los materiales planteó cuestionamientos, preguntas abiertas a los alumnos, escuchando las respuestas de aquellos que pedían la palabra” (GDOATP171019E5). “Los alumnos comentaron acerca de lo que observaban en la tarjeta materiales, procedimiento y posteriormente sus predicciones, cuando algún alumno hacía un comentario igual al otro compañero, lo cuestionaba para que propusiera otra predicción distinta a las ya mencionadas. Orientó a los alumnos para registrar su predicción en el cuadernillo... Apoyó a los alumnos a girar el disco y preguntó ¿qué pasa con el disco se está rompiendo?... al terminar de experimentar acomodaron las mesas y sillas a

continuaron con el registro de lo que sucedió al girar el disco...” (GDOATP171019E5). “Con las respuestas de los alumnos, la educadora unifica y propone una conclusión del sucedido con el experimento” (GDOATP171019E5).

Por su parte la docente del grupo manifiesta:

“les pregunté ¿qué creen que vamos a hacer? y la respuesta de los niños fue girar el disco. Retomando las etapas del método científico les realicé la pregunta ¿qué creen que pase si giramos el disco?, las respuestas fueron, “se va a salir”, “se va ver de muchos colores”, “se va romper”, “se va a romper el hilo”, “se va ir moviendo de un lado a otro”, anotando sus respuestas en el paso número tres de hacer una predicción. Para experimentar se tuvieron que mover las sillas y mesas para ampliar el espacio y pudieran rotar el material y comprobar sus predicciones, a algunos niños los apoyé mostrándoles la manera de girar el disco, además los cuestioné a partir de sus predicciones ¿se está rompiendo?, ¿se ve de colores?” (DDT171019E5).

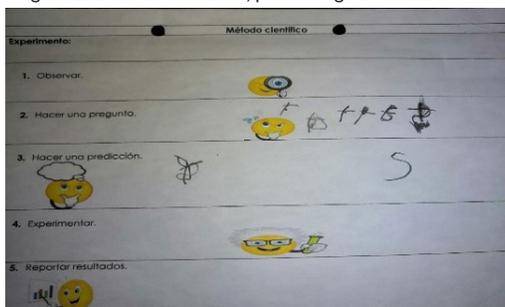
Los registros anteriores hacen evidente que los cuestionamientos de la maestra son fundamentales para propiciar la experimentación y predicción en los niños, así mismo la disposición del mobiliario y uso de los materiales jugaron un papel importante para la experimentación.

En el taller de ciencias en cada una de las actividades experimentales implementadas, los cuestionamientos a los alumnos dieron pie a la realización de predicciones e hipótesis y experimentaron con los materiales para comprobarlas.

Para evaluar los resultados obtenidos con el uso del método científico se seleccionaron dos registros: uno es del alumno A con un trastorno de déficit de atención (TDA) y, el segundo es del alumno B el cual mostró al inicio, dificultad para hacer las anotaciones; se tomaron en cuenta el primer experimento el pañuelo dentro del vaso y el último registro de la situación experimental ¿giro el vaso y qué pasa?

Alumno A

Figura 2. Método Científico, primer registro del alumno A.

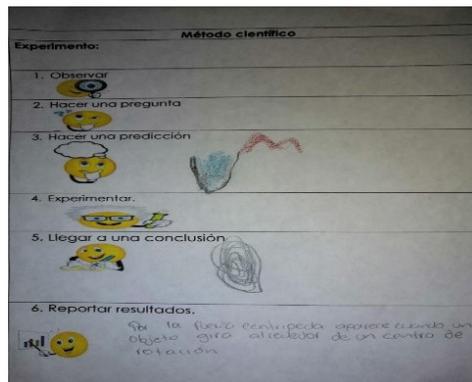


Fuente: Alumna de 3° C, Jardín de Niños “María Montessori”.

En la Figura 2 con el registro de la situación experimental el pañuelo dentro del vaso, se observa la dificultad por parte del alumno por hacer registros, hizo algunas anotaciones en algunos pasos, pero no concluye en anotar una explicación del fenómeno producido.

Alumno A. Último registro

Figura 3. Método Científico, último registro del alumno A.

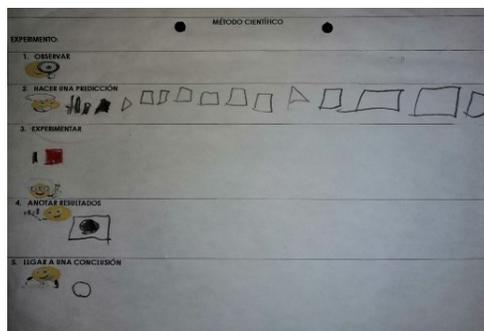


Fuente: Alumna de 3° C, Jardín de Niños "María Montessori".

En la Figura 3, el alumno A registró la predicción y el resultado en el espacio solicitado, la actividad experimental fue ¿giro el vaso y que pasa?, en su predicción plasmó que el agua se iba a regar y en la conclusión que no se regó, para investigar en casa explicó lo ocurrido y cómo se llevó a cabo, con ayuda de sus familiares indagó cual era la causa de que no se regara el agua, y fue por una fuerza llamada centrípeta, ampliando y verificando las explicaciones del día anterior. El método científico como nos dicen Asensi y Parra (2002) permite buscar la verdad y crear modelos para aumentar nuestro conocimiento científico del mundo.

Alumno B. Primer registro

Figura 4. Método Científico, primer registro del alumno B.

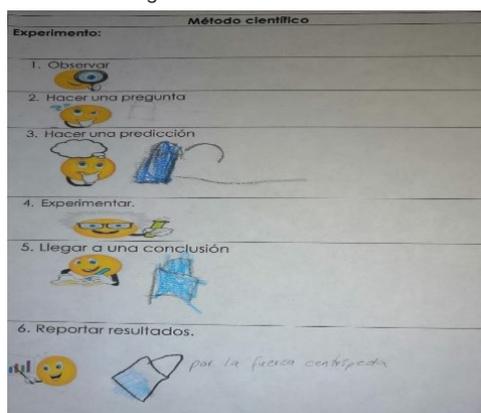


Fuente: Alumno de 3° C, Jardín de Niños "María Montessori".

En la Figura 4, el alumno B, realizó un registro utilizando diversos dibujos y algunos no relacionados con el experimento pues hizo figuras geométricas, en los siguientes pasos retomó los materiales empleados, y en la conclusión y el resultado en su registro no plasmó lo sucedido con los objetos.

Alumno B. Último registro

Figura 5. Método Científico.



Fuente: Alumno de 3° C, Jardín de Niños "María Montessori".

En la Figura 5, el alumno B en el paso de hacer una predicción, comentó y anotó que se iba a regar, después en la conclusión dibujó la reacción del objeto, en casa con apoyo de los padres de familia investigó y explicó la razón del hecho natural, el cual fue la fuerza centrípeta.

En los anteriores casos al compararlos se observó un avance en la utilización del método científico, pues en cada experimento el alumnado se habituó a llevar un registro sistemático, en un principio fue difícil, pues no estaban acostumbrados a anotar sus ideas o predicciones.

En el último registro se identificó el dominio de los pasos del método científico, tanto por experimentar como de escribir predicciones, resultados y conclusiones. De acuerdo a Torres, Mora, Garzón y Ceballos (2013) es necesario que los docentes proporcionen recursos y herramientas que permitan profundizar el análisis de los problemas planteados, con el método científico los niños siguieron un proceso para explorar e investigar con una guía de trabajo y con un acompañamiento por parte de la docente.

Cabe mencionar, en el formato del método científico los pasos fueron guiados por dibujos, esto apoyó al alumno con TDA, el estudiante con esta condición necesita una organización de las actividades y esto se hace a través de imágenes para centrar su atención.

Con el método científico los alumnos llevaron a cabo una actividad de investigación, y con los pasos a seguir favorecieron el pensamiento científico ya que a partir de los cuestionamientos realizados a los alumnos dieron a conocer qué podría pasar expresándolo de forma verbal y escrita; con la experimentación los niños comprobaron sus predicciones, dando una explicación de por qué se había generado la reacción, verificaron y ampliaron con la investigación que hicieron, según Diego-Rasilla (2004) “la utilización del método científico implica necesariamente la puesta en práctica del pensamiento científico” (p. 112).

En la Tabla 1 se muestra la triangulación de la información empleando el diario de trabajo para identificar habilidades del pensamiento favorecidas en las situaciones experimentales.

Tabla 1. Habilidades del pensamiento en situaciones experimentales.

Situación experimental Magnetismo	Situación experimental El huevo que flota	Situación experimental Pon la plastilina a flotar
Los cuestioné qué pasará si acercamos un imán a los objetos, sus predicciones fueron “unos se van a pegar y otros no”, “los de metal se pegarán al metal y los de plástico se caerán”. Los niños en forma individual experimentaron y clasificaron los materiales, cuál se pegaban en el imán y aquellos no atraídos por este material. Los niños reportaron como resultado, los objetos de metal se pegan al imán y los de plástico no.	Cuestioné ¿qué pasa si colocó un huevo en un vaso con agua?, retomaron el experimento anterior: se hunde porque pesa, pero ¿qué pasa si a un vaso con agua le coloco poca sal y al otro mucha y después sumerjo un huevo en cada recipiente? Sus predicciones fueron, “se va a hundir también”, “va a explotar”, “el vaso con mucha sal, el huevo se volverá Slim”, “se van a romper”. Posteriormente hicieron su registro y llevaron a cabo su comprobación, en el vaso con mucha sal el huevo flotó, los cuestioné por qué sucedió y sus participaciones fueron las siguientes, “porque el huevo se ve más chiquito”, “el agua se puso blanca”, “el huevo pesa poco”. Con su investigación se llegó a la conclusión que el agua con sal se vuelve densa y el huevo pesa menos.	Se desarrolló por parejas entregándole a cada una la ficha de trabajo, por la experiencia del experimento del huevo que flota y mezcla de sustancias, la mayoría predijo el hundimiento del material en el agua, sin embargo, al observar la plastilina en forma de canoa sin hundirse los cuestioné ¿por qué no se hunde? contestando: pesa menos, retomando esta respuesta, los volví a interrogar, pero ¿por qué pesa menos? y una alumna respondió por su forma de canoa, lo cual pedí investigar si esta conclusión era correcta, al siguiente día contrastaron la respuesta y efectivamente al tener la plastilina forma cóncava se llena de aire y la hace más liviana y flota.

Fuente: Elaboración propia.

Al triangular la información de las tres actividades experimentales sobre la forma en como actuó la docente para favorecer habilidades del pensamiento, se visualiza que

en todas cuestionó y el alumnado planteó predicciones que comprobó, observaron las reacciones de los objetos y relacionaron o compararon lo ocurrido con otros fenómenos naturales, clasificaron los materiales de acuerdo a sus propiedades y dieron una descripción al dar una razón del porqué del suceso producido. Sánchez (2017) refiere que al hacer preguntas involucra a los alumnos a realizar inferencias, relacionar, interpretar, opinar, plantear hipótesis, transformar, construir y en la búsqueda de la respuesta a los cuestionamientos permite al estudiante explorar sus ideas previas, transferir los conocimientos adquiridos a situaciones nuevas, favoreciendo la interacción entre estas ideas y los nuevos conocimientos, condición necesaria para el aprendizaje significativo.

2 CONCLUSIONES

Para llevar a cabo trabajo con la ciencia en el preescolar se recomienda el uso de materiales que permitan a los alumnos experimentar con ellos y organizarlos en un espacio específico, de igual modo emplear fichas y en ellas plasmar a través de dibujos los materiales y el procedimiento con la finalidad de generar curiosidad en los niños.

En el taller de ciencias los principales actores de su aprendizaje son los alumnos, al involucrarse en cada una de las situaciones experimentales al manipular y experimentar para producir reacciones en los objetos.

El orientar a los alumnos en el uso del método científico es muy importante puesto que con ellos se va identificando cada una de las etapas antes de llevar a cabo el registro, en el nivel preescolar es necesario organizar la información a través de imágenes y de esta manera captar la atención de los alumnos.

Con el empleo del método científico con un registro sistemático los alumnos llevan a cabo predicciones y dan explicaciones de los sucesos naturales generando un pensamiento científico. Al utilizar el método científico desde el preescolar se empieza a desarrollar las competencias científicas como son las de interpretar datos, valorar sus investigaciones contrastándolas con sus predicciones iniciales para explicar fenómenos. Al desarrollarlas a lo largo de la Educación Básica propiciará en el alumnado habilidades para entender registros y responder a las situaciones con el tema de ciencias.

REFERENCIAS

Asensi, V. y Parra A. (2002). El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. *Anales de documentación*, (Núm. 5), pp. 9-19.

Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria, Volumen 4* (Núm. 1). p. 68

- Diego-Rasilla, F. (2004). El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: Haciendo ciencia en clase de Biología. *Revista Pulso*, (Número 27), pp. 111-118.
- Flores, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>
- Frade, L. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato: inteligencia educativa*.
- Gutiérrez, J. (2007). La Física, ciencia y teoría experimental. *Vivet Academia*, num.89. pp. 24-41.
- Latorre, A., (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica Educativa*. (3a. Edición) España: Graó.
- López, M. (2007). Aportes de la Pedagogía activa a la educación. *Plumilla Educativa, Facultad de Educación*. Vol. 4. Pp. 33-44.
- Ortega, et. al. (2007). Modelo de innovación educativa. un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación, *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 10, (número 1), pp. 145-173.
- Otzen T., Manterola C., Rodríguez-Núñez I., García Domínguez M. (2017). La Necesidad de Aplicar el Método Científico en Investigación Clínica: *Problemas, Beneficios y Factibilidad del Desarrollo de Protocolos de Investigación*. *Int. J. Morphol.*, 35 (3), pp. 1031-1036.
- Rodríguez-Ponce, E. (septiembre, 2015). La ciencia en la sociedad del conocimiento. *Interciencia*, vol. 40 (Número. 9), pp. 585.
- Sánchez, I. (5-8 de septiembre de 2017). Aprendizaje basado en preguntas y su impacto en las estrategias de aprendizaje. *Congreso Internacional sobre la investigación en didáctica de las ciencias*, Congreso llevado a cabo en Sevilla, España.
- Sánchez, M. (1995). *Desarrollo de Habilidades del Pensamiento: Procesos Básicos del Pensamiento*. Trillas: México.
- Segura, D. (2011). El pensamiento científico y la formación temprana: una aproximación a las prácticas escolares en los primeros años vistas desde las ciencias y la tecnología. *Universidad Pedagógica de Colombia*, Volumen 3 (Número31), pp. 4-15.
- Torres, A., Mora, E., Garzón, F. y Ceballos, N. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas: un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias Vol.15* (Número. 1), pp. 187-215.
- Urrego, A. (enero-junio de 2011). El taller como estrategia para estudiantes de licenciatura en Educación Básica. *Revista Politécnica* (Número, 12), pp. 25-34.

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