

VOL I

Ramon González Calvet
(Organizador)

PESQUISA
E DOCENCIA
EM
CIENCIAS
EXATAS
E NATURAIS



EDITORA
ARTEMIS

2026

VOLI

Ramon González Calvet
(Organizador)

PESQUISA
E DOCENCIA
EM
CIENCIAS
EXATAS
E NATURAIS



EDITORA
ARTEMIS

2026

2026 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2026 Os autores
Copyright da Edição © 2026 Editora Artemis



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial Não-Derivativos 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.**

Editores	Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Ramon González Calvet
Imagem da Capa	sharuzzaman/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*
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos*



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*, 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.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
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 Lara 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-Yáñez, *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. Leiníg 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 M^ªGraça 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. Sergio 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)**

P475 Pesquisa e docência em ciências exatas e naturais [livro eletrônico] / Organizador Ramon González Calvet. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-10-9

DOI 10.37572/EdArt_270626109

1. Ciências exatas. 2. Ciências naturais. 3. Pesquisa científica. 4. Docência. I. González Calvet, Ramon.

CDD 500

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Editora Artemis

Curitiba-PR Brasil

www.editoraartemis.com.br

e-mail: publicar@editoraartemis.com.br

PRÓLOGO

La producción del conocimiento científico y educativo en el campo de las ciencias exactas y naturales se caracteriza, cada vez más, por su capacidad de articular fundamentos teóricos, desarrollos tecnológicos, prácticas formativas y compromisos sociales. En este contexto, el primer volumen de ***Pesquisa e Docência em Ciências Exatas e Naturais*** reúne un conjunto plural de trabajos que evidencian la vitalidad de la investigación contemporánea y la importancia de repensar la docencia como espacio de construcción, mediación y circulación del saber.

Los capítulos que integran esta obra permiten percibir la amplitud de un campo que no se limita a la transmisión de contenidos de disciplinas científicas, sino que se abre a problemas complejos, metodologías diversas y experiencias docentes. La investigación matemática, físico-química y computacional convive aquí con la ingeniería aplicada, la inteligencia artificial, la ética profesional, la educación matemática, la enseñanza de las ciencias, la formación superior y la preservación del conocimiento paleontológico. Esta diversidad temática refleja una visión amplia de las ciencias exactas y naturales, entendidas no solo como áreas de formulación abstracta y experimentación técnica, sino también como prácticas humanas, educativas e institucionales.

El volumen se inicia con trabajos dedicados a la modelización matemática, físico-química y al estudio de sistemas complejos. En este primer conjunto, se abordan problemas relacionados con operadores diferenciales, semigrupos de contracciones, isothermas de adsorción, gases reales, potenciales de Lennard-Jones y Morse, nanoestructuras y configuraciones de mínimo potencial. Estos capítulos destacan la importancia de la modelización, la abstracción y la simulación en la comprensión de fenómenos naturales y materiales.

En un segundo momento, la obra se orienta hacia las tecnologías aplicadas, la ingeniería y los medios digitales en la formación científica. Los trabajos reunidos en esta parte muestran cómo el desarrollo tecnológico puede contribuir tanto a la creación de dispositivos y soluciones aplicadas como a la transformación de los procesos formativos. La presencia de estudios sobre electroestimulación, generación de gráficos vectoriales mediante reconocimiento de voz, aprendizaje profundo e inteligencia artificial en contextos universitarios evidencia la necesidad de repensar la innovación técnica junto con sus implicaciones educativas, epistemológicas y profesionales.

La tercera parte concentra investigaciones orientadas a la docencia, el aprendizaje y la equidad en contextos educativos diversos. Los capítulos analizan cuestiones vinculadas a la ética en ingeniería, a la inclusión en educación matemática,

al liderazgo y desempeño docente, a las actitudes hacia la estadística, al aprendizaje basado en proyectos, a la relación entre sueño y aprendizaje, y a la calidad educativa en la formación superior en odontología. En conjunto, estos trabajos subrayan que enseñar ciencias y matemáticas exige mucho más que dominio de la disciplina: requiere sensibilidad pedagógica, reflexión institucional, innovación metodológica y atención a las condiciones reales de aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, el volumen se cierra con una contribución singular dedicada a las ciencias naturales, los acervos fósiles y la preservación del conocimiento paleontológico. A partir de una trayectoria de décadas en la prospección, colección y exhibición de fósiles, este capítulo invita a reflexionar sobre la colaboración entre iniciativas privadas, museos, universidades e instituciones científicas. Su presencia al final de la obra ofrece un cierre significativo, al recordar que la ciencia también depende de la conservación, documentación y accesibilidad de los materiales que permiten reconstruir la historia natural.

De este modo, ***Pesquisa e Docência em Ciências Exatas e Naturais*** propone una lectura que avanza desde los fundamentos científicos y matemáticos hacia las aplicaciones tecnológicas, los medios digitales, los desafíos de la enseñanza y la preservación del patrimonio natural. La obra evidencia que investigar y enseñar están profundamente interrelacionadas: toda investigación produce nuevas preguntas para la formación, y toda práctica docente comprometida puede convertirse en espacio de investigación, innovación y transformación. De hecho, solo se puede enseñar bien a los estudiantes aquel conocimiento que los investigadores antes comprendieron bien.

Esperamos que este volumen contribuya al diálogo entre investigadores, docentes, estudiantes y profesionales interesados en las ciencias exactas y naturales, fortaleciendo una perspectiva integradora, crítica y colaborativa del conocimiento. Que los trabajos aquí reunidos sirvan como punto de partida para nuevas investigaciones, nuevas prácticas pedagógicas y nuevas formas de aproximarse a los desafíos científicos y educativos de nuestro tiempo.

Ramon González Calvet

SUMARIO

MODELACIÓN MATEMÁTICA, FÍSICO-QUÍMICA Y ESTRUCTURAS EN SISTEMAS COMPLEJOS

CAPÍTULO 1.....1

CONTRAST WITH THE HILLE-YOSIDA'S THEOREM AND THE CONTRACTION SEMIGROUP FOR AN ODD-ORDER DIFFERENTIAL OPERATOR

Yolanda Silvia Santiago Ayala

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261091

CAPÍTULO 2.....17

ISOTERMA DE ADSORCIÓN DEDUCIDA DEL MODELO DEL BILLAR Y ECUACIÓN DE ESTADO APLICADA A LOS GASES REALES

Ramon González Calvet

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261092

CAPÍTULO 3.....32

VERDADERAS NANOESTRUCTURAS DE MÍNIMO POTENCIAL GLOBAL DE LENNARD JONES Y MORSE

Carlos Barrón Romero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261093

CAPÍTULO 4..... 48

NUEVAS PEQUEÑAS NANOESTRUCTURAS DE MÍNIMO POTENCIAL DE LENNARD JONES Y MORSE

Carlos Barrón Romero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261094

TECNOLOGÍAS APLICADAS, INGENIERÍA Y MEDIOS DIGITALES EN LA FORMACIÓN CIENTÍFICA

CAPÍTULO 5..... 66

DISEÑO Y GENERACIÓN DE UN ELECTROESTIMULADOR TENS CON DIFERENTES TIPOS DE PULSOS

Eduardo García Sánchez

Luis Eduardo Bañuelos García

Mario Molina Almaraz
Osbaldo Vite Chávez
José Manuel Cervantes Viramontes
María del Rosario Martínez Blanco
Luis Octavio Solís Sánchez
Irerí Aydee Sustaita Torres
Pilar Cecilia Godina González
Francisco Javier Martínez Ruíz
Sahara Araceli Pereyra López
Ana Lourdes Aracely Borrego Elías

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261095

CAPÍTULO 6..... 84

GRÁFICOS VECTORIALES SVG GENERADOS A PARTIR DE INSTRUCCIONES POR VOZ MEDIANTE LA LIBRERÍA *SPEECH RECOGNITION*

Moisés García Villanueva
Salvador Ramírez Zavala

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261096

CAPÍTULO 7 99

DE LAS REDES NEURONALES RECURRENTE A LOS TRANSFORMADORES: EVOLUCIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PARADIGMAS FUNDAMENTALES DEL APRENDIZAJE PROFUNDO

Adolfo Melendez Ramirez
Francisco Jacob Avila Camacho
Juan Manuel Stein Carrillo
Leonardo Miguel Moreno Villalba

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261097

CAPÍTULO 8..... 116

DISRUPCIÓN ALGORÍTMICA Y CONFIGURACIÓN DEL SABER INVESTIGATIVO: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO DISPOSITIVO EPISTEMOLÓGICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE ICA, PERÚ

José Ángel Meneses Jiménez
Pedro Julián Ormeño Carmona
Manuel Rocha Gonzales
Beny Pasquel Flores
Jorge Luis Arrué Flores

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261098

DOCENCIA, APRENDIZAJE Y EQUIDAD EN MATEMÁTICAS, CIENCIAS Y FORMACIÓN SUPERIOR

CAPÍTULO 9.....129

INCLUSIÓN Y EQUIDAD EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: PERSPECTIVAS TEÓRICAS Y DEBATES ACTUALES

Carmen Cecilia Espinoza Melo

Erich Leighton Vallejos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2706261099

CAPÍTULO 10.....138

PERCEPCIÓN ESTUDIANTIL SOBRE EL LIDERAZGO Y DESEMPEÑO DOCENTE DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Francisco Javier Saavedra Álvarez

Raúl Arnaldo Fuentes Fuentes

Paola Ramírez González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610910

CAPÍTULO 11.....165

ELIMINANDO ACTITUDES NEGATIVAS HACIA LA ESTADÍSTICA EN PSICOLOGÍA: EFECTOS DEL APRENDIZAJE DEL ANÁLISIS DE TEXTOS

Luis Fernando González Beltrán

Olga Rivas García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610911

CAPÍTULO 12.....175

¿QUÉ FUNCIONA (Y QUÉ NO) PARA INCORPORAR LA ÉTICA COMO COMPETENCIA TRANSVERSAL EN ESTUDIOS DE INGENIERÍA?

Ester Gimenez-Carbo

Lourdes Soriano Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610912

CAPÍTULO 13.....183

DEL AULA AL ENTORNO: EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA AMBIENTAL

Elizabeth Gonzalez Sepúlveda

Victor Neira

Felipe Neira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610913

CAPÍTULO 14..... 194

CORRELACIÓN ENTRE EL SUEÑO Y EL APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE MEDICINA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Juan Camilo González Torres

Orlando Miguel González Torres

Irina Tirado Ballestas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610914

CAPÍTULO 15.....206

HABLANDO DE CALIDAD EDUCATIVA EN LA FORMACIÓN SUPERIOR EN ODONTOLOGÍA: DESAFÍOS EN LA DOCENCIA DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

Martha Patricia de la Rosa-Basurto

Jesús Rivas-Gutiérrez

Nelly Alejandra Rodríguez Guajardo

Christian Starlight Franco-Trejo

Luz Patricia Falcón-Reyes

Alejandra Estefania Esquivel-Lozano

Zitzingore Janitzi López-Aguilar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610915

CIENCIAS NATURALES, ACERVOS Y PRESERVACIÓN DEL CONOCIMIENTO PALEONTOLÓGICO

CAPÍTULO 16.....220

40 YEARS AS A FOSSIL PROSPECTOR, COLLECTOR, AND EXHIBITION MAKER

H.J. "Kirby" Siber

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27062610916

ACERCA DEL ORGANIZADOR.....231

ÍNDICE ALFABÉTICO..... 232

CAPÍTULO 13

DEL AULA AL ENTORNO: EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA AMBIENTAL

Data de submissão: 15/05/2026

Data de aceite: 29/05/2026

Elizabeth Gonzalez Sepúlveda

Departamento de Química Ambiental

Facultad de Ciencias

Universidad Católica de la

Santísima Concepción-Chile

<https://orcid.org/0009-0002-0785-8969>

Victor Neira

Departamento de Ingeniería Civil Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica de la

Santísima Concepción-Chile

<https://orcid.org/0009-0001-9009-9248>

Felipe Neira

Unidad de Innovación, Investigación y

Desarrollo

Viña de Neira, Chile

<https://orcid.org/0009-0000-9835-0292>

RESUMEN: El presente trabajo describe la implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la asignatura Introducción a la Química Ambiental de la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, con el objetivo de fortalecer el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias

transversales en estudiantes de educación superior. La metodología ABP constituye a una estrategia educativa centrada en el estudiante, que promueve el aprendizaje activo mediante el desarrollo de proyectos vinculados con problemáticas reales. En esta experiencia, los estudiantes participaron en actividades orientadas al emprendimiento, innovación, comunicación efectiva y trabajo colaborativo, desarrollando propuestas relacionadas con problemáticas ambientales de su entorno. El proceso metodológico contempló distintas etapas, entre ellas jornadas de capacitación, identificación de problemáticas, planificación del trabajo, desarrollo experimental, presentación de proyectos y evaluación de resultados. Durante la implementación se observaron avances en competencias como liderazgo, creatividad, trabajo en equipo, pensamiento crítico y resolución de problemas. Los resultados evidenciaron una alta participación y compromiso estudiantil, favoreciendo la integración entre teoría y práctica y fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para proponer soluciones innovadoras frente a desafíos ambientales. Asimismo, algunos proyectos desarrollados fueron posteriormente postulados a iniciativas de emprendimiento universitario, logrando adjudicación en concursos internos de innovación. En conclusión, la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el curso Introducción a la Química Ambiental permitió enriquecer el proceso formativo,

promoviendo no solo el aprendizaje disciplinar, sino también el desarrollo de competencias profesionales y sociales necesarias para enfrentar problemáticas ambientales actuales.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Basado en Proyectos; metodologías activas; educación ambiental; química ambiental; educación superior.

FROM THE CLASSROOM TO THE REAL WORLD: PROJECT-BASED LEARNING AS A STRATEGY FOR TEACHING ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

ABSTRACT: This paper describes the implementation of the Project-Based Learning (PBL) methodology in the course *Introduction to Environmental Chemistry* at the Faculty of Sciences of the Catholic University of the Most Holy Conception, with the aim of strengthening meaningful learning and the development of transversal competencies among higher education students. PBL is a student-centered educational strategy that promotes active learning through the development of projects linked to real-world problems. In this experience, students participated in activities focused on entrepreneurship, innovation, effective communication, and collaborative work, developing proposals related to environmental issues in their local context. The methodological process included several stages, such as training workshops, problem identification, work planning, experimental development, project presentation, and evaluation of results. During the implementation, improvements were observed in competencies such as leadership, creativity, teamwork, critical thinking, and problem-solving. The results showed high levels of student participation and engagement, fostering the integration of theory and practice and strengthening students' ability to propose innovative solutions to environmental challenges. Furthermore, some of the projects developed were later submitted to university entrepreneurship initiatives and successfully obtained funding through internal innovation competitions. In conclusion, the implementation of Project-Based Learning in the *Introduction to Environmental Chemistry* course enriched the educational process by promoting not only disciplinary learning but also the development of professional and social competencies required to address current environmental issues.

KEYWORDS: Project-Based Learning (PBL); active learning methodologies; environmental education; environmental chemistry; higher education.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior enfrenta actualmente el desafío de implementar estrategias pedagógicas que permitan responder a las necesidades de formación de profesionales capaces de desenvolverse en contextos dinámicos, interdisciplinarios y altamente complejos. En este escenario, las metodologías activas han adquirido una relevancia creciente debido a su capacidad para promover aprendizajes significativos, participación estudiantil y desarrollo de competencias transversales. Diversos estudios han demostrado que estas metodologías favorecen mayores niveles de motivación, autonomía y aprendizaje significativo en educación superior (Kokotsaki, Menzies y Wiggins, 2016). Dentro de estas metodologías, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

constituye una estrategia educativa centrada en el estudiante, orientada al desarrollo de conocimientos y habilidades mediante la resolución de problemáticas reales.

Esta metodología promueve un aprendizaje activo y aplicado, en el cual los estudiantes asumen un rol protagónico en la construcción de su propio aprendizaje, mientras que el docente actúa como facilitador y guía del proceso educativo. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se desarrolla mediante procesos de investigación, reflexión y resolución colaborativa de problemas contextualizados (Hmelo-Silver, 2004).

Diversos estudios señalan que el ABP favorece el desarrollo de competencias tales como trabajo colaborativo, pensamiento crítico, liderazgo, creatividad y resolución de problemas, competencias consideradas fundamentales para el desempeño profesional en el siglo XXI (Bell, 2010). Asimismo, este enfoque permite fortalecer la relación entre teoría y práctica, facilitando la aplicación de contenidos académicos en contextos reales y significativos para los estudiantes.

En el ámbito de la educación ambiental, la implementación de metodologías activas resulta particularmente relevante debido a la necesidad de formar profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y capaces de enfrentar problemáticas ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria. En este contexto, el ABP favorece la integración de contenidos científicos, sociales y ambientales, promoviendo además la participación activa de los estudiantes en la búsqueda de soluciones contextualizadas.

El presente trabajo describe la implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Introducción a la Química Ambiental desde el año 2016 hasta la actualidad, destacando su contribución al desarrollo de competencias transversales y al fortalecimiento del aprendizaje significativo en estudiantes universitarios.

El objetivo de este capítulo es describir y analizar la implementación de la metodología ABP en la asignatura Introducción a la Química Ambiental, evidenciando su impacto en el desarrollo de competencias profesionales, creatividad, trabajo colaborativo y vinculación entre aprendizaje académico y problemáticas ambientales reales.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Las metodologías activas corresponden a enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, donde el aprendizaje se construye mediante la participación activa, la reflexión y la interacción con el entorno. A diferencia de los modelos tradicionales de enseñanza, estas metodologías promueven la autonomía, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo.

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje ocurre cuando los estudiantes participan activamente en la construcción de conocimientos, relacionando nuevas experiencias con conocimientos previos (Piaget, 1970). En este sentido, las metodologías activas favorecen procesos de enseñanza-aprendizaje más dinámicos y contextualizados. Asimismo, el aprendizaje basado en proyectos ha sido ampliamente reconocido como una estrategia capaz de fortalecer la participación activa y el compromiso estudiantil en educación superior (Kokotsaki et al., 2016). En educación superior, estas estrategias permiten desarrollar competencias transversales altamente valoradas en el ámbito profesional, tales como comunicación efectiva, trabajo colaborativo, liderazgo y pensamiento crítico.

2.2. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología activa que centra el proceso educativo en el desarrollo de proyectos vinculados con problemáticas reales. Los estudiantes trabajan de manera colaborativa en la planificación, investigación y ejecución de propuestas orientadas a resolver desafíos concretos.

De acuerdo con Bell (2010), el ABP favorece la participación activa de los estudiantes, incrementa la motivación y fortalece la capacidad de aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos. Además, esta metodología promueve el aprendizaje interdisciplinario y el desarrollo de habilidades de innovación y emprendimiento. Desde esta perspectiva, el ABP favorece procesos de aprendizaje centrados en el estudiante, donde la resolución de problemas y la construcción colectiva del conocimiento adquieren un rol fundamental (Hmelo-Silver, 2004).

Entre las principales ventajas del ABP destacan:

- Aprendizaje significativo.
- Mayor motivación estudiantil.
- Integración entre teoría y práctica.
- Desarrollo de competencias transversales.
- Fomento de la creatividad y la innovación.

No obstante, su implementación también implica desafíos relacionados con la planificación, seguimiento de proyectos y adaptación de los estudiantes a un rol más autónomo dentro del proceso educativo.

2.3. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y FORMACIÓN PROFESIONAL

La educación ambiental constituye un elemento fundamental en la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la protección del entorno.

Atualmente, las problemáticas ambientales requieren enfoques interdisciplinarios capaces de integrar conocimientos científicos, sociales y éticos. En este sentido, la formación en sostenibilidad requiere el desarrollo de competencias transversales relacionadas con el pensamiento sistémico, el trabajo colaborativo y la capacidad de resolución de problemas complejos (Wiek, Withycombe y Redman, 2011).

En este contexto, la enseñanza de la química ambiental representa una oportunidad para promover la reflexión crítica y el análisis de problemáticas relacionadas con contaminación, manejo de residuos y sostenibilidad. La incorporación de metodologías activas permite fortalecer el aprendizaje contextualizado y fomentar el compromiso de los estudiantes con su entorno social y ambiental. Además, la incorporación de tecnologías y estrategias innovadoras puede potenciar significativamente la participación estudiantil y favorecer procesos de aprendizaje más dinámicos e interactivos (Moursund, 1999).

3. CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN

La experiencia descrita en este trabajo fue desarrollada en la asignatura Introducción a la Química Ambiental perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

La metodología ABP fue implementada con estudiantes de primer año de la carrera de Química Ambiental, quienes participaron en proyectos orientados a abordar problemáticas ambientales relacionadas con reciclaje, contaminación y sostenibilidad.

La implementación se desarrolló tanto en modalidad presencial como virtual, particularmente durante el período de pandemia, situación que representó desafíos adicionales para el trabajo colaborativo y la comunicación entre estudiantes.

4. METODOLOGÍA

La experiencia presentada corresponde a una sistematización de la implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Introducción a la Química Ambiental.

El proceso metodológico contempló distintas etapas orientadas al desarrollo de competencias transversales y al fortalecimiento del aprendizaje activo.

4.1. ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1.1. Capacitación inicial

Se realizaron jornadas de capacitación orientadas al desarrollo de competencias en emprendimiento, innovación, comunicación efectiva y trabajo en equipo.

4.1.2. Identificación de problemáticas

Mediante actividades de lluvia de ideas, los estudiantes identificaron problemáticas ambientales relacionadas con su entorno y seleccionaron temáticas de interés para el desarrollo de sus proyectos.

4.1.3. Planificación del proyecto

Cada grupo organizó las actividades a desarrollar, definiendo tareas, roles y cronogramas de trabajo.

4.1.4. Desarrollo y ejecución

Los estudiantes realizaron búsqueda de información, investigación bibliográfica y actividades experimentales orientadas al desarrollo de soluciones o productos asociados a las problemáticas seleccionadas.

4.1.5. Reflexión y retroalimentación

Durante el proceso se realizaron jornadas de reflexión y asesoría con apoyo de especialistas en innovación y emprendimiento.

4.1.6. Presentación de resultados

Los proyectos fueron presentados ante una comisión evaluadora integrada por docentes y representantes institucionales.

4.1.7. Evaluación

La evaluación consideró tanto el producto final como el proceso de trabajo, incluyendo aspectos como creatividad, innovación, trabajo colaborativo y viabilidad de las propuestas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. PERCEPCIÓN INICIAL DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL TRABAJO COLABORATIVO Y LA INNOVACIÓN

Durante la implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se aplicó un instrumento diagnóstico orientado a identificar las percepciones iniciales de los estudiantes respecto al trabajo en equipo, liderazgo, innovación y conocimiento de la carrera de Química Ambiental.

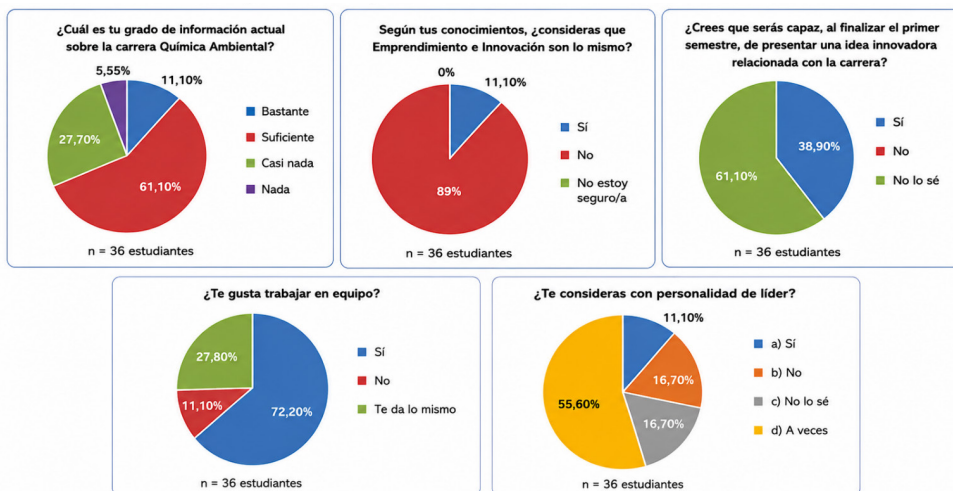
Los resultados evidenciaron que la mayoría de los estudiantes manifestó poseer un conocimiento suficiente sobre la carrera, mientras que un porcentaje menor indicó poseer escasa información sobre el área disciplinar. Asimismo, se observó una valoración positiva hacia el trabajo colaborativo, donde más del 70% señaló preferencia por trabajar en equipo.

En relación con el liderazgo, la mayoría de los estudiantes indicó presentar capacidades de liderazgo de manera ocasional, aspecto relevante considerando que esta metodología requiere autonomía, organización y toma de decisiones colectivas.

Finalmente, una parte importante de los estudiantes manifestó inseguridad respecto a su capacidad para desarrollar propuestas innovadoras relacionadas con la carrera, evidenciando la necesidad de fortalecer la creatividad y el pensamiento crítico mediante metodologías activas.

Tal como se observa en la Figura 1, los estudiantes presentaron una valoración positiva hacia el trabajo colaborativo y manifestaron distintos niveles de confianza respecto a sus capacidades de liderazgo e innovación.

Figura 1. Percepción inicial de los estudiantes sobre innovación, liderazgo, trabajo colaborativo y conocimiento de la carrera de Química Ambiental.



5.2. PROYECTOS DESARROLLADOS Y VINCULACIÓN CON PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

Durante el desarrollo de la metodología ABP, los estudiantes formularon y ejecutaron proyectos orientados a abordar problemáticas ambientales presentes en su entorno cercano.

Entre los proyectos desarrollados destacaron iniciativas relacionadas con reciclaje, reutilización de materiales, contaminación acústica y elaboración de material informativo orientado a la comunidad universitaria y local.

Estas experiencias permitieron integrar contenidos disciplinares con competencias transversales como creatividad, liderazgo y trabajo colaborativo. Asimismo, los estudiantes manifestaron una valoración positiva respecto a la posibilidad de participar activamente en el diseño de soluciones ambientales.

Los testimonios recopilados evidenciaron que el trabajo mediante proyectos favoreció la reflexión crítica y la toma de decisiones colectivas. Uno de los estudiantes señaló que “la idea nació de un consenso general en base a la necesidad de reducción de residuos y cuidado del medio ambiente”.

En la Figura 2 se presentan algunos ejemplos de los proyectos desarrollados por los estudiantes en torno a problemáticas ambientales contextualizadas.

Figura 2. Ejemplos de proyectos desarrollados por estudiantes en el marco de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos.

The figure displays four project cards, each with a title, description, images, objectives, and icons.

- 1. Educación ambiental y difusión de información:** Focuses on creating informative leaflets about water quality. Includes sub-sections like '¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?', '¿CÓMO PODEMOS HACER?', and 'CUIDEMOS EL AGUA'. Objective: Inform and sensitize the university community about water and environmental care.
- 2. Reciclaje y reutilización de materiales:** Proposes recycling glass and reusing it in new products. Shows images of glass bottles and a jar with a plant. Objective: Promote glass recycling as a sustainable alternative to reduce waste.
- 3. Contaminación acústica:** Designs a sustainable solution to reduce noise pollution using recycled glass. Shows a sound barrier. Objective: Develop a sustainable acoustic barrier to reduce urban noise.
- 4. Difusión de proyectos y emprendimiento:** Presents projects on institutional platforms and participation in university entrepreneurship instances. Shows a 'PAGINA V' website and 'Vecoffee' products. Objective: Disseminate proposals and promote student entrepreneurship with social and environmental impact.

5.3. DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES E IMPACTO FORMATIVO

La implementación de la metodología ABP permitió observar el desarrollo progresivo de competencias transversales tales como liderazgo, organización grupal, trabajo colaborativo y capacidad de innovación.

Los estudiantes asumieron un rol activo en la planificación y ejecución de sus propuestas, fortaleciendo habilidades asociadas a la autonomía, resolución de problemas y creatividad.

Un aspecto relevante fue la capacidad de los estudiantes para desarrollar proyectos innovadores incluso en un contexto de virtualidad y teletrabajo, situación que representó un desafío importante para el trabajo colaborativo.

Como resultado de esta experiencia, algunos proyectos estudiantiles fueron posteriormente postulados a iniciativas de emprendimiento universitario, logrando adjudicación en concursos internos de innovación, evidenciando el impacto positivo de esta metodología en el desarrollo de competencias profesionales y emprendedoras.

Como se observa en la Figura 3, la participación activa de los estudiantes favoreció el fortalecimiento de competencias asociadas al liderazgo, creatividad y trabajo colaborativo.

Figura 3. Desarrollo de competencias transversales y participación estudiantil durante la implementación de la metodología ABP.



5.4. REFLEXIÓN PEDAGÓGICA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ABP

Desde la perspectiva docente, la implementación de la metodología ABP permitió transformar el aula en un espacio activo, participativo y centrado en el estudiante.

Entre las principales ventajas observadas destacaron el aumento del compromiso estudiantil, el fortalecimiento del aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades transversales altamente valoradas en el ámbito profesional. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que señalan que el ABP favorece la motivación, la autonomía y la participación activa de los estudiantes en contextos de educación superior (Kokotsaki et al., 2016).

No obstante, también se identificaron desafíos relacionados con la planificación, seguimiento de proyectos y adaptación de los estudiantes a un rol más autónomo dentro del proceso educativo.

Pese a estas dificultades, la experiencia evidenció que la metodología ABP constituye una estrategia efectiva para promover un aprendizaje activo y contextualizado en estudiantes del área ambiental.

Una de las principales limitaciones de esta experiencia corresponde a la naturaleza descriptiva del estudio, ya que no se aplicaron instrumentos cuantitativos orientados a medir el impacto de la metodología sobre variables específicas de aprendizaje. Sin embargo, la sistematización realizada permite identificar aportes relevantes del ABP en el desarrollo de competencias transversales y aprendizaje significativo.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La implementación de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Introducción a la Química Ambiental permitió fortalecer el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias transversales en estudiantes de educación superior.

La experiencia evidenció que el trabajo mediante proyectos favorece la integración entre teoría y práctica, promoviendo la creatividad, la innovación y la resolución de problemáticas ambientales contextualizadas.

Asimismo, la metodología permitió incrementar la participación y compromiso estudiantil, fortaleciendo competencias como liderazgo, comunicación efectiva y trabajo colaborativo.

A pesar de los desafíos asociados a la implementación de metodologías activas, particularmente en contextos de virtualidad, los resultados obtenidos demuestran que el ABP constituye una herramienta pedagógica pertinente para la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la búsqueda de soluciones frente a problemáticas ambientales actuales.

Finalmente, se concluye que la incorporación de metodologías activas en la enseñanza de la química ambiental contribuye significativamente al desarrollo integral de los estudiantes y a la formación de profesionales capaces de enfrentar los desafíos del entorno contemporáneo.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción y a la Dirección de Innovación (DIN) por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta experiencia educativa. Asimismo, se agradece especialmente a Héctor Acuña por su colaboración y apoyo en las actividades vinculadas a innovación y emprendimiento.

REFERENCIAS

1. Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83(2), 39–43.
2. Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Orion Press.
3. Secretaría de Educación Pública. (2022). *Metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)*. <https://educacionbasica.sep.gob.mx>
4. Estuaria. (2016). *Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos*. <https://www.estuaria.es>
5. Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.
6. UNESCO. (2020). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta*. UNESCO Publishing.
7. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
8. Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. Autodesk Foundation.
9. Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía*. Siglo XXI Editores.
10. Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Lawrence Erlbaum Associates.
11. Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
12. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
13. Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
14. Moursund, D. (1999). *Project-Based Learning Using Information Technology*. ISTE Publications.

ACERCA DEL ORGANIZADOR



Ramon González Calvet (1964) es licenciado (1986) y doctor en Química Fundamental por la Universitat de Barcelona (1993). También obtuvo el máster en Matemáticas para profesores por la Universitat Autònoma de Barcelona (1995). Ganó las oposiciones a profesor de matemáticas de secundaria (1987) y fue catedrático de secundaria (2008). Actualmente está jubilado. Ha enseñado álgebra geométrica (de Clifford) a profesores en diversas escuelas de verano, de donde surgió el *Treatise of Plane Geometry through Geometric Algebra* (2007). Durante muchos años hasta el confinamiento, también formó a graduados y

profesores interinos que querían ganar las oposiciones a profesor de matemáticas de secundaria. Sus investigaciones se centran principalmente en interfaces electrificadas, álgebra geométrica, el problema de los n cuerpos, la geometría diferencial, la mecánica celeste y los relojes de sol. Su aterrizaje en el problema de los n cuerpos fue accidental. En su etapa de estudiante en la facultad de química, se dio cuenta de que el hamiltoniano electrónico del átomo de helio no podía ser deducido de ninguna manera lógica, puesto que el problema de los tres cuerpos no tenía solución general conocida. En consecuencia, se planteó y resolvió cómo expresar la energía cinética en términos de las velocidades relativas, lo que le permitió obtener las ecuaciones del movimiento clásico de los tres y n cuerpos en términos de coordenadas y aceleraciones relativas. Después, también dedujo los hamiltonianos de los correspondientes problemas cuánticos, que era su objetivo inicial. Aplicó su hamiltoniano de los tres cuerpos al estudio de los niveles de energía vibracional del dióxido de carbono, y de la energía electrónica del átomo de helio, corrigiendo los hamiltonianos dados previamente por otros autores. Después de describir analíticamente el movimiento del sistema Sol-Tierra-Luna en una serie de tres artículos, y de estudiar la dinámica y evolución del sistema solar en una serie de cinco artículos resumidos en el primer capítulo del libro *Planets, Moons, and Beyond: Unveiling the Mysteries of the Solar System* (2026), sus últimos artículos tratan sobre el billar como modelo de la adsorción de moléculas sobre una superficie, y sobre la forma de los glóbulos rojos. Su tesis doctoral sobre termodinámica de interfases electrificadas todavía permanece inédita, aunque su contenido fue parcialmente explicado en algunos artículos.

ÍNDICE ALFABÉTICO

A

Análisis Comparativo 100, 111, 157

Aprendizaje 84, 85, 86, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 109, 110, 112, 113, 114, 117, 118, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 149, 153, 156, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 172, 173, 177, 178, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 198, 202, 203, 205, 206, 208, 209, 212, 215, 216, 217, 219

Aprendizaje Basado en Proyectos 178, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 192, 193

Aprendizaje profundo 99, 100, 101, 102, 103

C

Calidad educativa 159, 206, 207, 208, 209, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219

Ciencias de la salud 206, 207

Coeficientes del virial 17, 23, 24, 27

Competencias 116, 118, 119, 121, 124, 128, 134, 136, 166, 176, 177, 178, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 206, 209, 210, 211, 212, 218

Competencias digitales 116

Competencia transversal 175, 177, 182

Contraction semigroups 1

Correlación estadística 116, 119, 121

D

Desempeño docente percibido 138, 144, 146, 149, 155, 157, 158, 160, 161

Didáctica de la matemática 129, 134

Dinámica molecular 32, 48

Dissipative operators 1

Diversidad 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 143, 162

Docencia universitaria 174, 207

DUA 129, 134

E

Educación ambiental 184, 185, 186

Educación matemática inclusiva 129, 131, 132, 134, 135, 136

Educación superior 116, 117, 165, 175, 176, 183, 184, 185, 186, 191, 192, 206, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 217, 218, 219

Electro-estimulador 67, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 80
Electroterapia 67, 69, 72, 76, 77, 78, 79, 82, 83
Equidade educativa 129, 131
Estatística 17, 116, 119, 121, 151, 154, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 171, 173, 174
Estudiantes 116, 117, 119, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 171, 173, 174, 175, 181, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216, 217, 218
Estudiantes de medicina 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205
Estudios de ingeniería 175, 181
Ética 127, 142, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182

F

Formación profesional 186, 207
Fossil collecting 220
Foundation Models 99, 100, 101
Fourier analysis 1, 16

G

Gas de esferas blandas 17, 28
Gas de esferas duras 17, 23, 25, 26, 30
Gráficos Vectoriales 84, 86, 87, 88, 89, 90, 95
Green River Formation 220, 221, 222

H

Habilidades investigativas 116, 119, 121, 122, 123, 124, 127
Hille-Yosida theorem 1

I

Inteligencia artificial 99, 100, 101, 102, 116, 117, 118, 119, 122, 124, 125, 127
Inteligencia Artificial Generativa 99, 100
Interacción Humano Máquina 84
Isoterma del billar 17

J

Justicia social 129, 131, 133, 134, 135, 136

L

Liderazgo 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 177, 183, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 192

M

Matemáticas 16, 44, 74, 90, 91, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 149, 151, 152, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 173, 174

Metodologías activas 184, 185, 186, 187, 189, 192

Modelos Multimodales 100

Morrison Formation 220, 228

N

Nanoquímica 32, 48

O

Odd-order differential operators 1, 16

Odontología 206, 207, 208

P

Percepción 67, 138, 140, 143, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 176, 188, 189

Periodic Sobolev spaces 1, 16

Potencial de Lennard-Jones 17, 18, 28, 29

Private collections 220

Procesamiento de Lenguaje Natural 84, 88, 107, 112

Psicología 127, 165, 166, 167, 169, 173, 174

Python 84, 85, 87, 88, 89, 91, 97

Q

Química Ambiental 183, 184, 185, 187, 188, 189, 192

Química de materiales 32, 48

R

Reconocimiento de voz 84, 85, 86, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 108, 110

Redes Neuronales Convolucionales 99, 100, 101, 102, 104, 106, 113

Redes Neuronales Recurrentes 99, 100, 101, 102, 103, 106, 113

Región Ica 116, 119, 122

Responsabilidad profesional 175

Revisión sistemática 163, 194, 196, 197, 218

S

Sauriermuseum Aathal 220, 221, 225, 229, 230

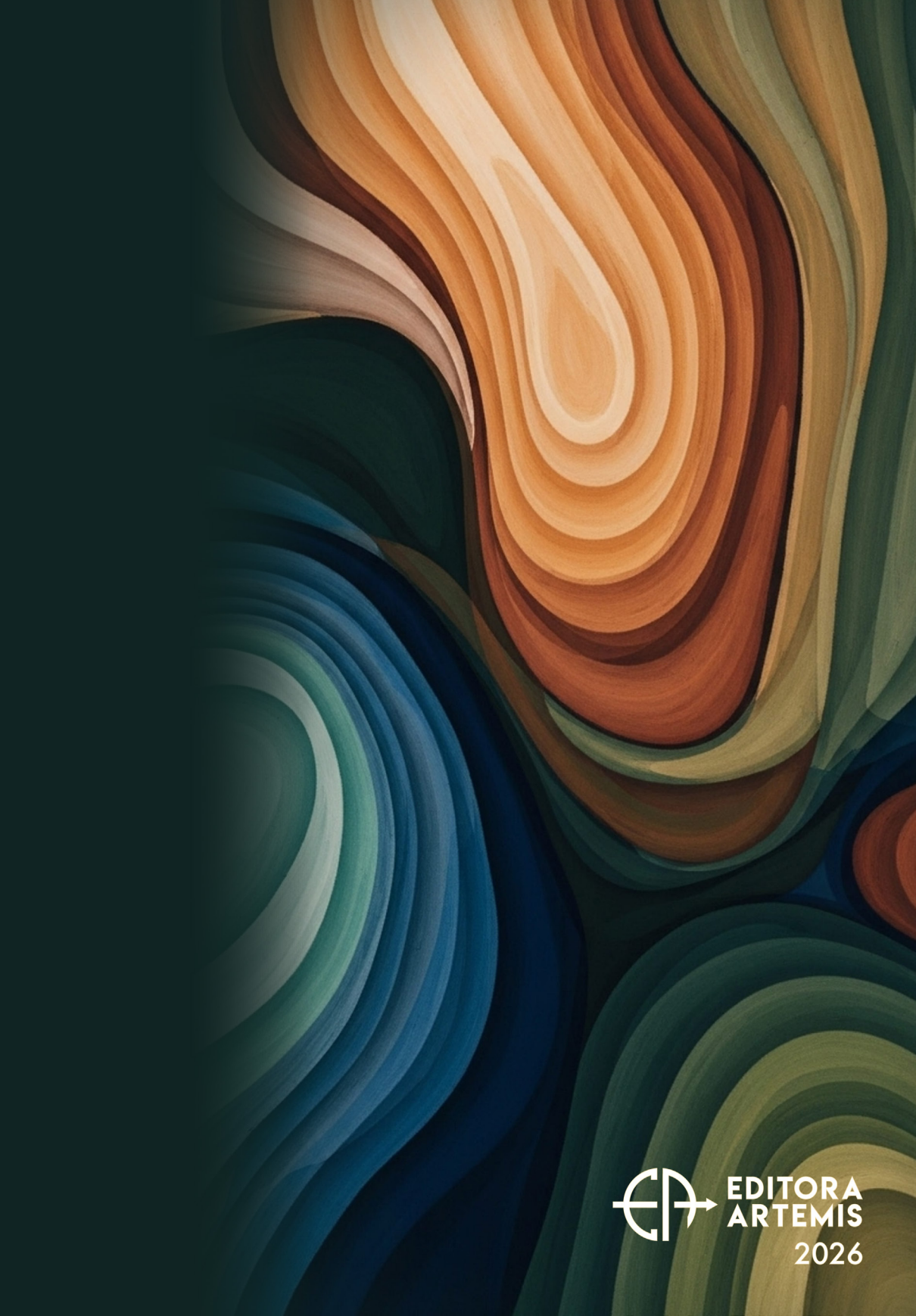
Science–policy collaboration 220

Sueño 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

T

TENS 66, 67, 69, 83

Transformadores 99, 100, 101, 109, 111



**EDITORA
ARTEMIS**

2026