

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.**

Editora Chefe	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 Emilias 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 MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. 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 6

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

Data de submissão: 13/04/2026

Data de aceite: 29/04/2026

Moisés García Villanueva

Facultad de Ingeniería Eléctrica
Universidad Michoacana de
San Nicolas de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

<https://orcid.org/0000-0002-8567-309X>

Salvador Ramírez Zavala

Facultad de Ingeniería Eléctrica
Universidad Michoacana de
San Nicolas de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México

<https://orcid.org/0000-0001-5480-6593>

RESUMEN: Los sistemas actuales con reconocimiento de comandos de voz (RCV) abren nuevas posibilidades y son ampliamente utilizados por usuarios muy diversos. En el ámbito del diseño gráfico o de dibujo técnico, se tiene la necesidad de interfaces cada vez más naturales para interactuar con los sistemas de cómputo, es decir, ser más eficientes al realizar el trazo de primitivas en los diseños que se requieren implementar o desarrollar. Este trabajo presenta el desarrollo de una aplicación escrita en Python para el dibujo de formas geométricas básicas a través de comandos de

voz. Se presenta el diseño e implementación de un sistema innovador de reconocimiento de voz que interpreta comandos en lenguaje natural para la generación automática de gráficos vectoriales en formato SVG. La aplicación combina técnicas avanzadas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) con instrucciones del lenguaje gráfico, permitiendo a los usuarios crear formas geométricas mediante instrucciones vocales en español. El desarrollo de estas herramientas permite la creación de aplicaciones con gran accesibilidad para usuarios con movilidad reducida, interfaces a manos libres para diseño gráfico y soporte para personas con discapacidades motoras. Se concluye que la combinación de reconocimiento de voz robusto con un motor semántico especializado permite flujos de trabajo intuitivos que reducen significativamente la curva de aprendizaje para usuarios no técnicos.

PALABRAS CLAVE: reconocimiento de voz; Procesamiento de Lenguaje Natural; Gráficos Vectoriales; Python; Interacción Humano Máquina.

GENERATION OF SVG VECTOR GRAPHICS FROM VOICE INSTRUCTIONS USING THE *SPEECH RECOGNITION* LIBRARY

ABSTRACT: Current systems with voice command recognition (VCR) open up new possibilities and are widely used by highly diverse users. In the field of graphic design

or technical drawing, there is a need for increasingly natural interfaces to interact with computer systems, that is, to become more efficient when drawing primitives in the designs that need to be implemented or developed. This work presents the development of an application written in Python for drawing basic geometric shapes through voice commands. It presents the design and implementation of an innovative voice recognition system that interprets natural language commands for the automatic generation of vector graphics in SVG format. The application combines advanced natural language processing (NLP) techniques with graphic language instructions, allowing users to create geometric shapes through voice instructions in Spanish. The development of these tools enables the creation of highly accessible applications for users with reduced mobility, hands-free interfaces for graphic design, and support for people with motor disabilities. It is concluded that the combination of robust voice recognition with a specialized semantic engine enables intuitive workflows that significantly reduce the learning curve for non-technical users.

KEYWORDS: Voice recognition; Natural Language Processing; Vector Graphics; Python; Human-Machine Interaction Introduction.

1. INTRODUCCIÓN

El habla es el modo de comunicación más natural, eficiente y preferido entre los seres humanos. Por lo tanto, se puede suponer que las personas se sienten más cómodas utilizando el habla como método de entrada de información para diversas máquinas o dispositivos que otros modos de comunicación más primitivos como los botones y teclados alfanuméricos. Los sistemas de reconocimiento automático de voz (por sus siglas en Inglés de Automatic Speech Recognition, ASR) nos ayudan a lograr este objetivo. Dichos sistemas permiten que una computadora tome un archivo de audio o la voz directamente del micrófono como entrada y la convierte en texto, preferiblemente en la escritura del idioma hablado. Un ASR ideal debería ser capaz de percibir la entrada, reconocer las palabras habladas y, posteriormente, utilizar las palabras reconocidas como entrada para otra aplicación o dispositivo, de modo que se pueda realizar alguna acción (Gaikwad, et. al., 2010; Radha y Vimala, 2012; Vadwala, et. al., 2017). En retrospectiva, consideramos que los sistemas ASR son el medio futuro de comunicación entre humanos y máquinas (Malik, et. al., 2021).

El reconocimiento de voz, revoluciona la forma en que los usuarios interactúan con los sistemas modernos mediante comandos de voz. La tecnología ASR se basa en gran medida en algoritmos complejos y métodos de aprendizaje automático (ML, Machine Learning por sus siglas en Inglés) para descifrar con precisión las palabras habladas e interpretar su significado. Gracias a su capacidad para comprender y responder al habla humana, el reconocimiento de voz abre un mundo de posibilidades para la comunicación

a manos libres en diversas industrias (Deng y Li, 2013; Gonge, et. al., 2023; Sen, et. al., 2023; Sharma, et. al., 2013).

Además, el reconocimiento automático de voz ya se ha integrado en aplicaciones por los desarrolladores de tecnología de asistencia y muchas otras áreas, lo que ha permitido a las personas controlar sillas de ruedas o acceder a equipos de cómputo utilizando únicamente comunicación aumentativa y alternativa (Bouafif y Ellouze, 2020; Jaradat, et. al., 2022). Este avance mejora la accesibilidad y empodera a las personas de cualquier lengua que se incluye en los sistemas de reconocimiento de voz, especialmente a aquellas con discapacidad, para realizar tareas cotidianas de forma independiente. A pesar de las variaciones lingüísticas y los numerosos dialectos existentes, los investigadores perfeccionan continuamente los algoritmos de reconocimiento de voz y los conjuntos de datos para desarrollar un ASR preciso y eficiente (Nasr, et. al., 2023;).

1.1. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema de reconocimiento de voz para la generación de gráficos vectoriales representa una convergencia innovadora entre interfaces naturales de usuario y tecnologías de diseño asistido, abordando necesidades críticas en accesibilidad, eficiencia y evolución de paradigmas de interacción humano-computadora. Tres dimensiones se pueden señalar para justificar la implementación de un sistema de ASR en el dibujo asistido por computadora que utiliza el formato estandarizado de imágenes vectoriales SVG (por sus siglas en Inglés de Scalable Vectors Graphics):

1. Brecha en Interfaces de Diseño Actuales. Los sistemas CAD y de diseño vectorial tradicionales presentan barreras significativas: Curva de aprendizaje pronunciada para usuarios no técnicos; Interfaces complejas con cientos de herramientas y menús; Dependencia exclusiva de interacción manual (mouse/tableta); y limitaciones de accesibilidad para usuarios con discapacidades motoras. El reconocimiento de voz moderno ha eliminado varias de estas barreras:

- **Usuarios con discapacidades motoras:** Pueden generar dibujos complejos mediante comandos de voz, sin necesidad de precisión en el movimiento del ratón.
- **Profesionales en entornos estériles:** Cirujanos que diseñan implantes, ingenieros en salas limpias o técnicos en espacios confinados pueden operar CAD sin contacto físico.
- **Diseñadores multidisciplinarios:** La curva de aprendizaje se reduce significativamente al permitir comandos en lenguaje natural.

Nuestro sistema propone un paradigma alternativo mediante comandos naturales en español, reduciendo la complejidad cognitiva y física requerida.

Evolución de las Tecnologías de Voz. El reconocimiento de voz ha alcanzado niveles de madurez óptimos: Precisión superiores al 95% en español con modelos modernos; Procesamiento en tiempo real con latencias o tiempo de respuesta inferior a 200 ms; Disponibilidad de bibliotecas de código abierto robustas; Integración multiplataforma sin dependencias de hardware especializadas.

El ecosistema de librerías para reconocimiento de voz en Python ha experimentado una transformación radical en los últimos años, evolucionando desde simples wrappers de APIs externas hacia frameworks completos que integran modelos de última generación capaces de operar offline, en tiempo real y en dispositivos de borde. Esta evolución responde a tres demandas fundamentales: privacidad (procesamiento local sin envío de datos a la nube), latencia (respuestas en tiempo real) y personalización (adaptación a dominios específicos).

3. Estandarización y Portabilidad SVG. El formato SVG es abierto y estandarizado desarrollado y mantenido por el World Wide Web Consortium (W3C), el organismo internacional que crea estándares para la web. El proceso de estandarización implica que cualquier persona u organización puede descargar, leer e implementar la especificación completa sin pagar licencias ni regalías. Esta apertura es fundamental para su adopción masiva. El formato SVG constituye un estándar abierto ideal: Soporte nativo en navegadores y software de diseño; Escalabilidad infinita sin pérdida de calidad; Estructura en el lenguaje de etiquetas XML legible y procesable; Ecosistema de herramientas maduro para manipulación. La estandarización y portabilidad son las columnas vertebrales que han permitido a SVG convertirse en el formato universal de gráficos vectoriales en la web y más allá. La estandarización por el W3C garantiza que exista una especificación única, pública y mantenida profesionalmente, mientras que la portabilidad asegura que los archivos creados según esa especificación funcionen consistentemente en cualquier entorno conforme.

Esta combinación ha creado un ecosistema donde:

- **Desarrolladores** pueden generar SVG programáticamente con confianza.
- **Diseñadores** pueden intercambiar archivos sin preocuparse por compatibilidad.
- **Usuarios finales** ven el mismo resultado independientemente de su dispositivo o navegador.
- **Organizaciones** pueden invertir en activos SVG a largo plazo sin riesgo de bsolescencia.

La estandarización no es un fin en sí mismo, sino el mecanismo que hace posible la portabilidad, y la portabilidad es el valor que justifica la estandarización. Juntas, estas cualidades explican por qué SVG, a más de dos décadas de su creación, sigue siendo el formato de referencia para gráficos vectoriales en aplicaciones técnicas, científicas, educativas y de diseño.

La pregunta de investigación que se plantea es: ¿Cómo puede un sistema de reconocimiento de voz en español, basado en expresiones regulares y procesamiento de lenguaje natural, generar representaciones SVG precisas de formas geométricas básicas a través de comandos naturales?

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. BIBLIOTECAS DE PYTHON PARA EL RECONOCIMIENTO DE VOZ

Para el reconocimiento de voz en español con Python, Speech Recognition es la biblioteca principal, ya que actúa como una interfaz para múltiples motores (Google, Sphinx, Vosk, Whisper) y permite especificar el idioma ('es' o 'es-ES' para el caso del idioma español), siendo ideal para grabar audio del micrófono o leer de archivos .wav, .flac, etcétera.

La librería Speech Recognition es una librería que se utiliza para realizar reconocimiento de voz en tiempo real o en archivos de audio pregrabados. Ésta tiene soporte de varias APIs (Buse y Weimer, 2012), en línea y fuera de línea. Dentro de éstas se encuentran: Google Speech Recognition, Wit.ai, Microsoft Azure Speech, Microsoft Bing Voice Recognition, IBM Speech to Text, Tensorflow, OpenAI whisper, Whisper API, entre otras. Esta librería está programada en el lenguaje Python y admite varios formatos de archivo de audio, como WAV, AIFF, y FLAC. Otras características útiles de la librería Speech Recognition en Python son, el reconocimiento de palabras clave, el reconocimiento de múltiples idiomas y la integración con servicios de transcripción en línea. Esta librería es muy útil para aquellos que desean agregar capacidades de reconocimiento de voz en sus proyectos en Python. Así como también para aquellos que trabajan con datos de voz y necesitan transcribirlos a texto para su análisis. Actualmente, esta librería es utilizada por una amplia gama de personas, desde desarrolladores y científicos de datos, hasta investigadores, y entusiastas de la tecnología. Además, esta librería es especialmente popular por su facilidad de uso y la gran cantidad de documentación y ejemplos disponibles en línea. Además, muchas empresas y organizaciones también utilizan la librería Speech Recognition en sus productos y servicios, especialmente en el campo de la tecnología de la voz y el habla.

Dentro de sus ventajas se encuentra su facilidad de uso, el gran soporte que tiene y su documentación, así como la gran cantidad de ejemplos que existen en línea. Parte de esta librería se puede utilizar sin tener conexión a internet (Soldara, et. al., 2024).

2.2. EXPRESIONES REGULARES EN EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON

La integración de expresiones regulares con sistemas de reconocimiento de voz para la generación de gráficos vectoriales SVG representa una aproximación pragmática y eficiente para la interpretación de comandos de dibujo en lenguaje natural. Este enfoque combina la potencia de las bibliotecas de reconocimiento de voz en Python con la precisión de concordancia de patrones para extraer información estructurada de enunciados controlados.

Las expresiones regulares en Python son una secuencia de caracteres que definen un patrón para buscar y manipular texto. Se utilizan con el módulo `re` de Python para realizar tareas como la coincidencia de patrones, la búsqueda de subcadenas, la validación de formatos (como el de correo electrónico) y la sustitución de texto. Las expresiones regulares son un lenguaje embebido que permite establecer reglas complejas para encontrar y extraer información de cadenas de texto de forma eficiente. Para los comandos que nos permitan identificar las formas geométricas primitivas de los gráficos vectoriales SVG, para el presente trabajo se establecieron las expresiones regulares que se muestran en la Tabla 1. El caso del círculo está expresión regular permite extraer los parámetros o atributos: a) coordenada del centro del círculo (`P<x>` y `P<y>`); y el valor del radio (`P<radio>`)

Tabla 1.- Definición de las expresiones regulares que identifican las primitivas a dibujar en la aplicación de comandos por voz.

Primitiva	Expresión regular
círculo	<code>r""c[ii]rculo\s+(?P<x>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<y>\d+(?!\. \d+)?)\s+(?radio\s+)?(?P<radio>\d+(?!\. \d+)?)""</code>
línea	<code>r""l[ii]nea\s+(?P<x1>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<y1>\d+(?!\. \d+)?)\s+(?hasta a\s+)?(?P<x2>\d+(?!\. \d+)?) \s*[, \. \s]\s*(?P<y2>\d+(?!\. \d+)?) ""</code>
rectángulo	<code>r""rect[áa]ngulo\s+(?P<x>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \s]\s*(?P<y>\d+(?!\. \d+)?)\s+ancho\s+(?P<w>\d+(?!\. \d+)?)\s+alto\s+(?P<h>\d+(?!\. \d+)?)""</code>
polígono	<code>r"" polígono\s+de\s+radio\s+(?P<radio>\d+(?!\. \d+)?)\s+lados\s+ (?P<n>\d+)\s*(?en\s+)(?P<x>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<y>\d+(?!\. \d+)?) ""</code>
estrella	<code>r"" estrella\s+de\s+radio\s+(?P<radio>\d+(?!\. \d+)?)\s+picos\s+ (?P<n>\d+)\s*(?en\s+)(?P<x>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<y>\d+(?!\. \d+)?)""</code>
elipse	<code>r"" elipse\s+de\s+radios\s+(?P<radioMe>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<radioMa>\d+(?!\. \d+)?)\s*(?en\s+)(?P<cx>\d+(?!\. \d+)?)\s*[, \. \s]\s*(?P<cy>\d+(?!\. \d+)?) ""</code>

En una expresión regular podemos encontrar: patrones comunes, cuantificadores, clases y grupos de caracteres. La Tabla 2 nos muestra estos elementos y su significado en las expresiones regulares.

Tabla 2. Elementos que es posible encontrar en una expresión regular.

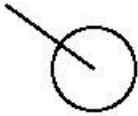
Patrones comunes		Cuantificadores		Clases y grupos	
.	Cualquier carácter (excepto nueva línea)	*	0 o más veces	[abc]	Cualquier letra a, b o c
\d	Dígitos (0-9)	+	una o más veces	[a-z]	Rango de minúsculas
\D	No dígitos	?	cero o una vez	[A-Z]	Rango de mayúsculas
\w	Letras, números, guión bajo (a-z, A-Z, 0-9, _)	{n}	Exactamente n veces	[0-9]	Rango de números
\W	No palabras	{n,}	n o más veces	[^abc]	Negación: cualquier carácter excepto a,b,c
\s	Espacios, tabs, saltos de línea	{n,m}	Entre n y m veces		OR lógico
\S	No espacios			()	Grupo de captura
^	Inicio de cadena			(?:)	Grupo no capturador
\$	Fin de cadena				
\n	Nueva línea				
\t	Tabulador				

2.3. GRÁFICOS VECTORIALES ESCALABLES

Gráficos Vectoriales Escalables es un estándar en el entorno web para definir gráficos basados en vectores, los cuales se pueden incrustar en páginas Web de la misma forma que se inserta una imagen de mapa de bits. A diferencia de los archivos raster basados en píxeles, como los JPEG, los archivos vectoriales almacenan imágenes mediante fórmulas matemáticas basadas en puntos y líneas en una cuadrícula. El formato de estas imágenes se basa en XML, el estándar SVG proporciona marcado por etiquetas para describir rutas, formas y texto dentro de una ventana gráfica. Las etiquetas se pueden incrustar directamente en HTML para mostrar el gráfico o puede ser guardado en un archivo .svg e insertarlo como cualquier otra imagen en el lenguaje HTML.

Puede escribir SVG a mano, pero se pueden diseñar gráficos más complicados en editores de gráficos vectoriales, la Tabla 1 muestra el ejemplo de las etiquetas que permiten crear un gráfico vectorial escalable o archivo SVG que dibuja un círculo y una línea, elementos que se ilustran en la parte derecha de la Tabla 3.

Tabla 3.- Ejemplo de las etiquetas que conforman un gráfico vectorial SVG (izquierda), las etiquetas representan formas (un círculo y una línea) que se grafican en el espacio gráfico definido (derecha).

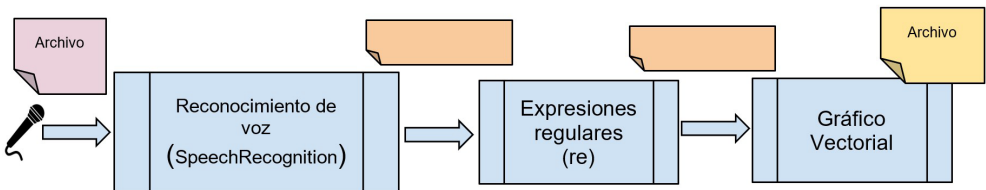
Etiquetas SVG para crear la imagen vectorial	Imagen Resultante
<pre><svg width='100' height='80' xmlns='http://www.w3.org/2000/svg'> <line x1='10.0' y1='10.0' x2='65.0' y2='50.0' stroke='black' ></line> <circle cx='65.0' cy='50.0' r='26.0' stroke='black' fill='none'></circle> </svg></pre>	

Las principales ventajas de las imágenes vectoriales son su escalabilidad infinita, lo que significa que se pueden aumentar o disminuir sin perder calidad, y el tamaño de archivo reducido, ya que se basan en fórmulas matemáticas en lugar de píxeles. También son fáciles de editar y, a menudo, se utilizan para diseño gráfico, logotipos, tipografía y otras aplicaciones donde la flexibilidad y la alta resolución son cruciales.

2.4. IMPLEMENTACIÓN

La aplicación implementada para obtener el gráfico vectorial, sigue el proceso descrito por el diagrama de bloques que se presenta en la Figura 1. El primer paso es obtener la voz por el medio más común en la computadora (un micrófono); la segunda etapa consiste en hacer el reconocimiento automático de la voz y convertirlo a texto, la biblioteca de funciones en python que se encargan de esta tarea es Speech Recognition; entonces, se utilizan las expresiones regulares sobre el texto reconocido como tercer paso, identificando los comandos de las formas primitivas y sus parámetros; finalmente se generan las instrucciones (etiquetas) de los elementos que conformarán el gráfico vectorial en el formato SVG.

Figura 1.- Diagrama de bloques involucrados en el proceso de la aplicación que reconoce los comandos de las primitivas que generan el gráfico vectorial.

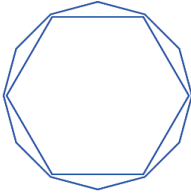


2.5. POLÍGONOS REGULARES

Un polígono regular es una figura geométrica plana con todos sus lados y ángulos interiores iguales, lo que significa que son equiláteros y equiangulares. En el formato de imágenes vectoriales SVG, existe la etiqueta <polygon> para dibujar cualquier tipo

de polígono. Se requiere realizar el cálculo de las coordenadas que corresponden a los vértices del polígono. Para el presente trabajo se utilizó la rutina que se muestra en la Tabla 4, en la que se determinan los puntos que permiten dibujar el polígono regular a partir de proporcionar la cantidad de lados y el radio del círculo en el que quedará circunscrito el polígono.

Tabla 4.- Ejemplo de la etiqueta <polygon> que permite dibujar un polígono en el formato gráfico vectorial SVG (izquierda). En el lado derecho de la tabla se ilustra la imagen resultante.

Etiquetas SVG para crear la imagen vectorial	Imagen Resultante
<pre><svg width='1000' height='1000' xmlns='http://www.w3.org/2000/svg'> <polygon points='127.0,72.0 118.69,103.0 96.0,125.69 65.0,134.0 34.0,125.69 11.30,103.0 3.0,72.0 11.30,41.0 33.99,18.30 64.99,10.0 96.0,18.30 118.69,40.99 ' stroke='blue' fill='none'></polygon> <polygon points='125.0,72.0 95.0,123.96 35.0,123.96 5.0,72.0 34.99,20.03 95.0,20.03 ' stroke='blue' fill='none'></polygon> </svg></pre>	

Para generar las coordenadas de los vértices de un polígono regular se utilizan las ecuaciones paramétricas E1 y E2.

$$x_i = X_c + r \cos\left(\frac{2 * \pi * i}{n}\right) \quad (E1)$$

$$y_i = Y_c + r \sin\left(\frac{2 * \pi * i}{n}\right) \quad (E2)$$

En donde x_i, y_i corresponden a la coordenada del vértice i -ésimo del polígono; X_c y Y_c son los valores de la coordenada del centro del polígono; r es el valor del radio en el que estará inscrito el polígono; n es la cantidad de lados que tendrá el polígono; El intervalo de valores que toma la variable i es de 0 a $n-1$.

2.6. DIBUJAR UNA ESTRELLA

Para dibujar una estrella, se considera obtener los vértices de dos polígonos regulares de la misma cantidad de lados pero de radios diferentes. Las puntas o picos de la estrella corresponden a los vértices del polígono cuyo radio es mayor (vértices externos); mientras que los vértices del polígono interno o de radio menor son los puntos que corresponden a los ángulos interiores (vértices internos), aquellos puntos más cercanos al centro de la estrella y que forman los valles de la estrella, estos permiten dibujar las líneas que van de los vértices internos a los externos. Las ecuaciones E3 y E4,

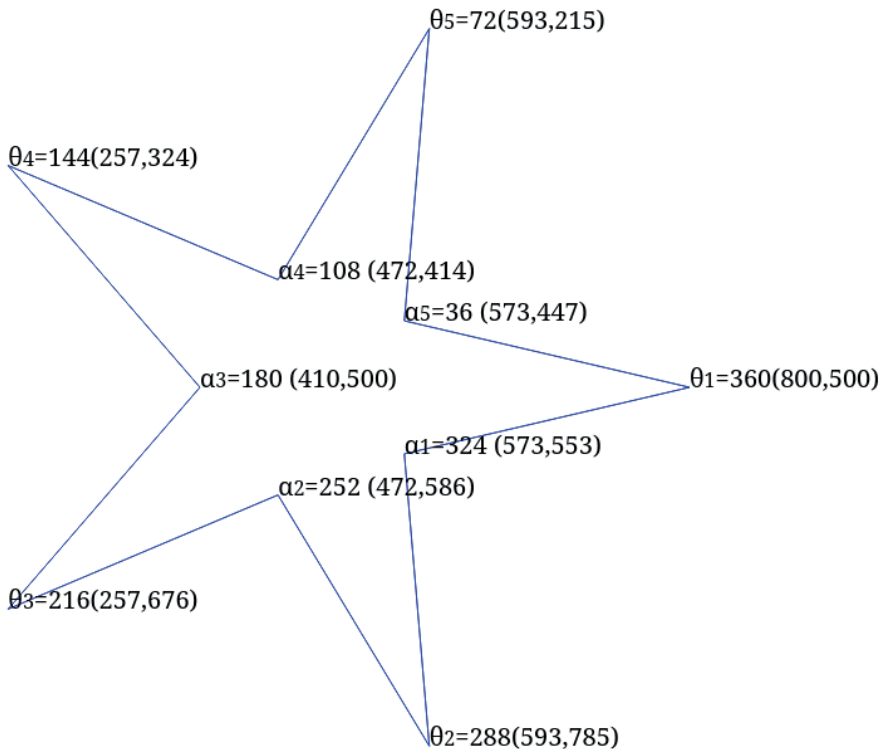
definen la forma en que se obtienen los valores para los vértices exteriores e interiores de una estrella de n picos.

$$x_{ext-i} = X_c + r_{ext} \cos(\theta_i), y_{ext-i} = Y_c + r_{ext} \sin(\theta_i) \quad (E3)$$

$$x_{int-i} = X_c + r_{int} \cos(\alpha_i), y_{int-i} = Y_c + r_{int} \sin(\alpha_i) \quad (E4)$$

El radio interior se puede obtener a partir del exterior, para el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el radio interior es el 30% del radio exterior. El rango de valores del ángulo θ van de 360 a 0, el incremento se obtiene de la ecuación: $\theta = \frac{360}{n}$, en donde n corresponde a la cantidad de picos que contiene la estrella. El valor inicial de α se obtiene de la ecuación: $\alpha_1 = 360 - \frac{360}{2n}$ y el incremento para los siguientes valores de α es el mismo que para el ángulo θ .

Figura 2. Estrella dibujada a partir de obtener los vértices de los polígonos exterior e interior que permiten dibujar la estrella. Se muestra una estrella de 5 picos y los valores de los ángulos para obtener los valores de los vértices exteriores e interiores de la estrella.



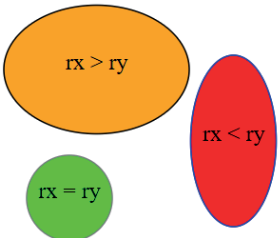
2.7. ETIQUETA PARA DIBUJAR UNA ELIPSE

Una elipse es una figura más general que un círculo. En el contexto de la creación de un elemento `<ellipse>` en el formato de gráficos vectoriales SVG, los valores de un semieje mayor rx , un semieje menor ry y las coordenadas de su punto de intersección (cx , cy) deben ser indicados como atributos de la etiqueta. Estas características o atributos indican lo siguiente:

rx , ry – corresponde al radio respecto al eje coordenado de las x en el plano cartesiano (rx), mientras que ry representa el radio para el eje y de la elipse (se les denomina semieje mayor y semieje menor). Cuando el valor de rx y ry son iguales, se obtiene una circunferencia, ver la imagen en la Tabla 5.

cx , cy – corresponden a las coordenadas x e y del centro de la elipse.

Tabla 5.- Ejemplos de la etiqueta `<ellipse>` para dibujar las diferentes formas elípticas en un gráfico vectorial SVG (izquierda). La imagen de elipses para diferentes valores de los radios mayores y menores y cuando son iguales se ilustran en la parte derecha de la tabla.

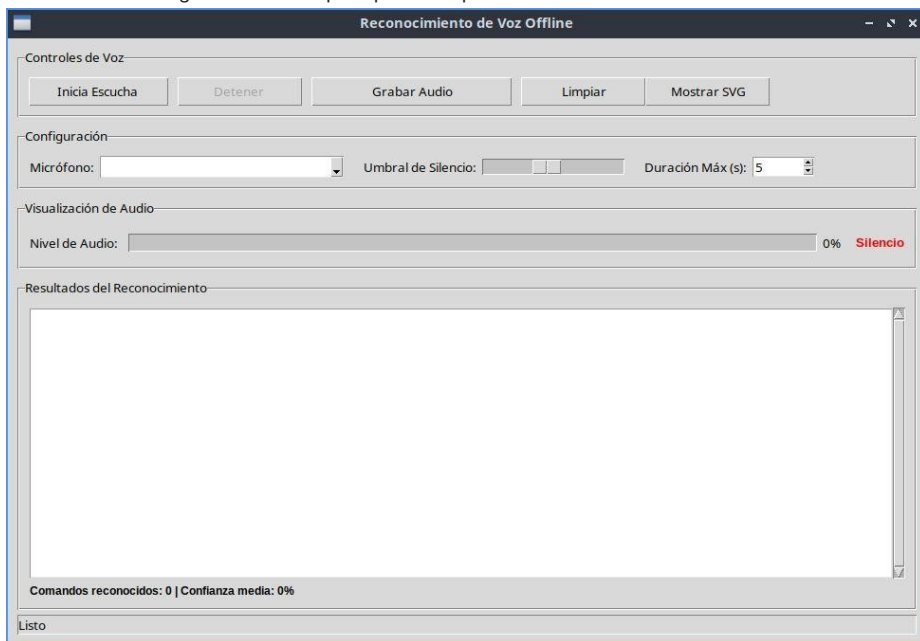
Etiquetas SVG para crear las diferentes formas elípticas	Imagen Resultante
<pre><svg width='200' height='280' xmlns='http://www.w3.org/2000/svg'> <ellipse cx='69.0' cy='50.0' rx='65.0' ry='45.0' stroke='black' fill='orange' > </ellipse> <ellipse cx='165.0' cy='100.0' rx='30.0' ry='60.0' stroke='blue' fill='red' > </ellipse> <ellipse cx='50.0' cy='140.0' rx='30.0' ry='30.0' stroke='grey' fill='lime' > </ellipse> <text x='69' y='50' text-anchor='middle'>rx > ry</text> <text x='165' y='100' text-anchor='middle'>rx &lt; ry</text> <text x='50' y='140' text-anchor='middle'>rx &#61; ry</text> </svg></pre>	

3. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

La interfaz de usuario que se implementó, tiene como objetivo permitir al usuario introducir comandos de voz para dibujar las formas primitivas (círculo, línea, rectángulo y polígono) en la primera versión de la aplicación y poder visualizar la imagen resultante. La aplicación cuenta con un conjunto de botones en la parte superior, véase la Figura 3, esta sección de la aplicación se denomina *Controles de Voz*. El botón *Grabar Audio* hace el proceso de activar el micrófono y almacenar en un archivo de audio (formato wav) la información del usuario, aparece la etiqueta en el mismo botón de *Detener Grabación*, que al terminar de hablar el usuario se debe presionar y la aplicación procede al reconocimiento de voz y generación de texto; entonces se procede a extraer mediante las expresiones regulares definidas alguno de los patrones que definen las primitivas de dibujo a partir

del texto reconocido; finalmente si existe un patrón identificado y se logran extraer los parámetros correctamente, el sistema traduce esa información a su etiqueta equivalente de los gráficos vectoriales SVG. Los resultados del texto reconocido se muestran en el área *Resultados del Reconocimiento*, se indica además la cantidad de patrones que se extrajeron con las expresiones regulares, señalando dicha información como *Comandos Reconocidos*. El botón *Limpiar*, nos permite eliminar de la aplicación los resultados del reconocimiento e iniciar nuevamente el proceso de dibujado. Finalmente el botón de *Mostrar SVG* hace visible la imagen que se produce por las etiquetas que representan las primitivas identificadas. La aplicación cuenta además con una sección de configuración, para el caso de contar con múltiples micrófonos, es posible seleccionar aquel con las mejores características de obtención de audio. La sección de *Visualización de Audio*, le proporciona al usuario un mecanismo visual que indica la captura del audio a través del dispositivo seleccionado, es decir, con este elemento visual se determina el correcto funcionamiento del primer paso en la aplicación: capturar los datos de entrada (voz del usuario).

Figura 3.- Ventana principal de la aplicación de reconocimiento de voz.



De las pruebas obtenidas se observaron las siguientes deficiencias de la aplicación.

1. Dificultad del sistema de reconocimiento para identificar el caracter coma (,). En múltiples ocasiones lo traduce al texto “koma” o como el caracter punto (.). Este problema se afrontó con el mecanismo de buscar y reemplazar.

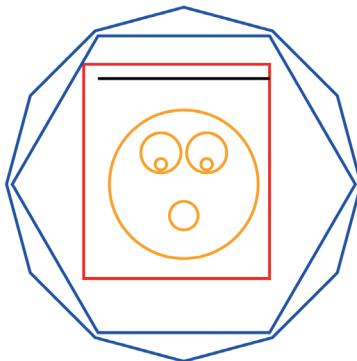
2. Separación entre cantidades numéricas. El sistema de reconocimiento de voz no logra identificar que el usuario está indicando dos valores numéricos, a menos que introduzca un símbolo de separación o permanezca por un periodo de tiempo considerable en silencio, en nuestro caso la separación de los valores de una coordenada es la coma (x,y), sin embargo, en voz también es muy natural que se desee omitir indicar la coma y solo indicar los valores numéricos. Este problema persiste en la aplicación, se plantea como un trabajo futuro abordar una solución de esta deficiencia.
3. Las expresiones regulares no logran extraer patrones que se encuentran en frases de texto que no tienen el patrón de los siguientes ejemplos de frases válidas: “Por favor dibuja un círculo 100,150 radio 50”, “círculo 200.0,300.0 radio 45.0”, “Necesito un círculo de radio 80 en 400,500”, “Crear un círculo 300,400 radio 60”, “Agregar un círculo 500,434 radio 66.7”.

En general las pruebas realizadas nos indican que la eficiencia de la aplicación se encuentra establecida principalmente por el reconocimiento de voz al traducirlo al texto, de ello depende en gran medida que las expresiones regulares planteadas logren extraer los patrones definidos.

Para ejemplificar el uso de la aplicación, a continuación se indican el tipo de frases que se dictaron para la fase de pruebas a las que se sometió el sistema, mostrando en la Figura 4 el gráfico vectorial resultante.

Figura 4.- Gráfico vectorial resultante al dictarle a la aplicación los comandos de voz, se identificaron e interpretaron las primitivas de dibujo en el formato SVG.

*Dibujar círculo 65,72 radio 26
 otro círculo 65,83 radio 5 círculo 73,61 radio 7 círculo 57,61 radio 7
 Dibuja círculo 73,65 radio 2 círculo 57,65 radio 2
 línea 35,35 a 95,35
 Crear rectángulo 30,30 ancho 65 alto 75
 polígono de radio 60 lados 6 en 65,72
 polígono de radio 62 lados 12 en 65,72*



4. CONCLUSIONES

La implementación de un sistema de reconocimiento por voz en Python no solo es técnicamente viable sino estratégicamente óptimo, combinando la expresividad del español con la eficiencia de desarrollo que ofrece Python. El proyecto aborda necesidades reales de mercado mientras contribuye al avance académico en interfaces humano-computadora naturales, posicionándose como un puente entre la tecnología actual y los paradigmas de interacción del futuro.

La evolución de las tecnologías de reconocimiento de voz, desde los rudimentarios sistemas de dígitos aislados hasta las sofisticadas arquitecturas basadas en transformadores y atención, ha transformado fundamentalmente la manera en que interactuamos con las herramientas de diseño asistido por computadora.

Esta evolución no ha sido solamente técnica; ha representado un cambio filosófico en la concepción de las interfaces humano-computadora. La capacidad de expresar intenciones de diseño mediante lenguaje natural, complementada por reconocimiento de voz robusto y contextual, ha democratizado el acceso al diseño técnico, reduciendo barreras para personas con discapacidades, expandiendo las posibilidades de trabajo en entornos restrictivos y acelerando la curva de aprendizaje para nuevos diseñadores.

La integración específica con formatos vectoriales como SVG, combinada con las capacidades semánticas de los sistemas modernos de reconocimiento de voz, abre posibilidades fascinantes para la creación de herramientas CAD que responden no solo a comandos explícitos sino a intenciones implícitas, adaptándose al estilo de trabajo y preferencias de cada usuario.

La pregunta de investigación formulada proporciona un marco riguroso para evaluar tanto la efectividad técnica como el impacto práctico del sistema, asegurando contribuciones significativas tanto al campo de la ingeniería de software como al de la accesibilidad computacional.

Trabajos futuros. Se plantea como trabajo futuro incluir dentro de las primitivas formas más complejas, por ejemplo: una estrella con centro en la coordenadas (x,y) de K cantidad de picos y radio R con un ángulo de rotación o dibujar múltiples estrellas escaladas que permitan construir objetos 3D a partir de sistemas de corte láser. Además con este sistema base se puede abordar la creación de animaciones con movimientos geométricos básicos de las primitivas en el formato SVG, indicando por voz la forma en que se desea generar el movimiento, por ejemplo circular, lineal, senoidal, etcétera.

REFERENCIAS

Gaikwad, S. K., Gawali, B. W., & Yannawar, P. (2010). A review on speech recognition technique. *International Journal of Computer Applications*, 10(3), 16-24.

Radha, V., & Vimala, C. (2012). A review on speech recognition challenges and approaches. *doaj.org*, 2(1), 1-7.

Vadwala, A. Y., Suthar, K. A., Karmakar, Y. A., Pandya, N., & Patel, B. (2017). Survey paper on different speech recognition algorithm: challenges and techniques. *Int J Comput Appl*, 175(1), 31-36.

Malik, M., Malik, M. K., Mehmood, K., & Makhdoom, I. (2021). Automatic speech recognition: a survey. *Multimedia Tools and Applications*, 80(6), 9411-9457.

Deng, L., & Li, X. (2013). Machine learning paradigms for speech recognition: An overview. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 21(5), 1060-1089.

Gonge, S., Jain, A., Joshi, R., Vora, D., & Kotecha, K. (2023). Voice recognition system for desktop assistant. In *Computational Vision and Bio-Inspired Computing: Proceedings of ICCVBIC 2022* (pp. 675-690). Singapore: Springer Nature Singapore.

Sen, M., Jana, S., Bhattacharya, S., & Maity, G. (2023). AI-based DBMS controlled speech recognition model for some common computing commands. In *Novel Research and Development Approaches in Heterogeneous Systems and Algorithms* (pp. 143-154). IGI Global.

Sharma, K., Suryakanthi, T., & Prasad, T. V. (2013). Exploration of speech enabled system for English. *arXiv preprint arXiv:1304.8013*.

Bouafif, L., & Ellouze, N. (2020). Implementation of a biometric interface in voice controlled wheelchairs. *Article. Sound and Vibration*, 54(1), 1-15.

Jaradat, G. A., Alzubaidi, M. A., & Otoom, M. (2022). A novel human-vehicle interaction assistive device for Arab drivers using speech recognition. *IEEE Access*, 10, 127514-127529.

Nasr, S., Duwairi, R., & Quwaider, M. (2023). End-to-end speech recognition for arabic dialects. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(8), 10617-10633.

Buse, R. P., & Weimer, W. (2012, June). Synthesizing API usage examples. In *2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE)* (pp. 782-792). IEEE.

Soldara, S. M. M., Camacho, D. E. C., Guzman, C. A. M., Ramirez, J. L. T., & Chavez, J. L. H. (2023). Análisis De Características En Herramientas Inteligentes Para Reconocimiento De Voz (Selection Of A Speech Recognition Tool By Analyzing Its Features). *Pistas Educativas*, 45(146).

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

Coefficientes 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
Estudantes 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
Estudantes 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

Formação profissional 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 Vectoriais 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
Inteligência 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

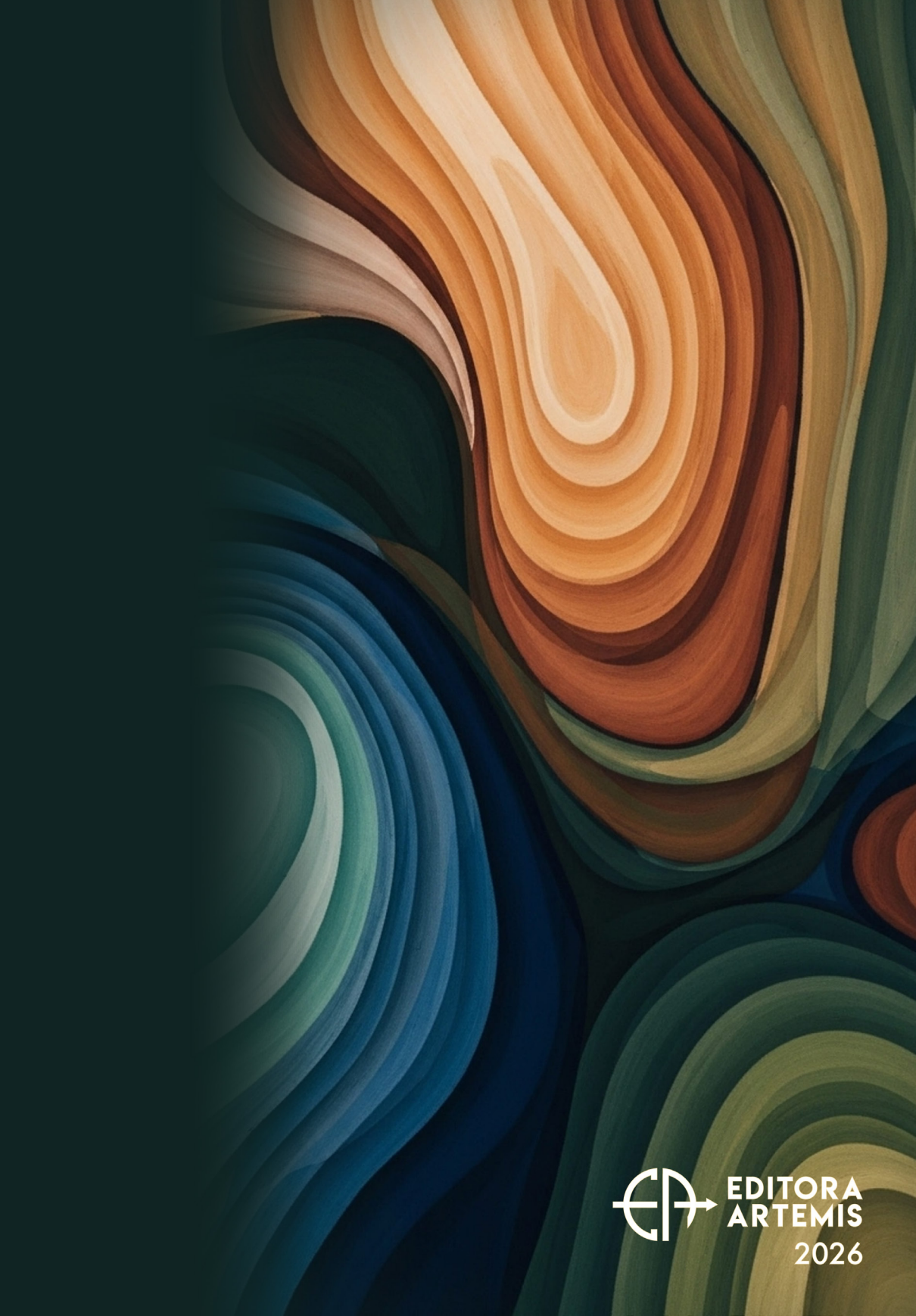
Science–policy collaboration 220

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