

Abstract Book - XVIII National Meeting on Optics and the IX Andean and Caribbean Conference on Optics and its Applications (ENO-CANCOA 2024)



Encuentro Nacional de Óptica y la Conferencia Andina y del Caribe en
Óptica y sus Aplicaciones

2024

ISBN 979-8-3503-8784-1

ORGANIZING COMMITTEE

Andrés Marrugo – Chair
Lenny Alexandra Romero – Co-Chair
Yady Tatiana Solano – Technical chair
Vilma Ojeda – Logistics chair
Sonia Contreras – Administrative chair
Alberto Patiño – Program chair
Hernando Altamar – Conference Treasurer

LOCAL COMMITTEE

Andrés Marrugo
Lenny Romero
Yady Solano
Vilma Ojeda
Sonia Contreras
Alberto Patiño
Hernando Altamar
David Sierra
Raúl Vargas
Yurima Rodriguez
Camilo Naufal
César González
Fernando Quintero
Caleb Romero
Eberto Benjumea
Juan Camilo Peña
Elizabeth Valderrama
Yesenia Rodriguez

PROGRAM COMMITTEE

Edgar Rueda – Universidad de Antioquia
Juan Manuel Vilardy – Universidad de la Guajira
Paola Pacheco – Universidad del Atlántico
Efraín Solarte – Universidad del Valle
Juan Serna – Universidad Pontificia Bolivariana
Freddy Perez – Universidad Pontificia Bolivariana
María Sagrario Millán – Universidad Politécnica de Cataluña
Martha Molina – Universidad de Pamplona
Jorge Rueda – Universidad de Pamplona
Rafael Sarmiento – Universidad del Atlántico
César Torres – Universidad Popular del Cesar
Yezid Torres – Universidad Industrial de Santander
Jorge García-Sucerquia – Universidad Nacional de Colombia
César Hereño – Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Nestor Arias – Universidad de Pamplona

Jorge Bacca – Universidad Industrial de Santander
Laura Galvis – Universidad Industrial de Santander
Hoover Rueda – Universidad Industrial de Santander
Jaime Meneses – Universidad Industrial de Santander
Esteban Vera – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
John Fredy Barrera – Universidad de Antioquia
Gabriel Cristóbal – Instituto de Óptica
Myrian Tebaldi – Centro de Investigaciones Ópticas
Rigoberto Juarez-Salazar – Instituto Politécnico Nacional
Alejandro Mira – Universidad de Antioquia
Omar Calderón Losada – Universidad del Valle
David Alejandro Collazos Burbano – Universidad del Valle
Karina Garay Palmett – Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE)
Caterin Salas Redondo – Sweep
Jorge Herrera – ITM
Henry Arguello – Universidad Industrial de Santander
Giovanni Volpe – University of Gothenburg
Stefan Heist – Fraunhofer IOF
Francesca Bovolo – Fondazione Bruno Kessler

COUNCIL RED COLOMBIANA DE ÓPTICA - RCO

President

Dr. Freddy Perez

Regional Representative Antioquia

Dr. Juan Serna

Vice President

Dra. Martha Molina

Regional Representative Caribbean

Dr. Juan Vilarity

Former President

Dr. Edgar Rueda

Regional Representative Bogotá

Dr. Cesar Hereño

Treasurer

Dra. Paola Pacheco

Regional Representative Abroad

Dra. Maria Sagrario Millán

Secretary

Dr. Andrés Marrugo

Student Representative

Sra. Sandra Agudelo

Regional Representative Santanderes

Dr. Nestor Arias

Representative of the RCO to ICO

Dr. Efrain Solarte

Regional Representative Occidental

Dr. Oscar Ramirez

TECHNICAL SPONSORS

OPTICA



NorthEast Brazil Section



IEEE COMPUTER SOCIETY



Joint Chapter



IEEE COMSOC & SPS COLOMBIAN CARIBBEAN JOINT CHAPTER

SPONSORS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

RECTOR

Alberto Roa Varelo

ACADEMIC VICE-RECTOR

Andrés Marrugo

ADMINISTRATIVE VICE-RECTOR

**María del Rosario Gutiérrez
de Piñeres Perdomo**

GENERAL SECRETARY

Ana María Horrillo

DEAN OF BASIC SCIENCES

Lenny Alexandra Romero Pérez

DEAN OF ENGINEERING

Sonia Contreras**Campus Tecnológico**Parque Industrial y Tecnológico Carlos
Vélez Pombo

Km 1 Vía Turbaco

Tel: +57 605 6939119

Campus Casa Lemaitre

Calle del Bouquet Cra.21 #25-92

Barrio Manga

Tel: +57 605 6931919

Cartagena de Indias, D. T. y C., - Colombia

www.utb.edu.co

2024

Preface

The National Meeting on Optics and the Andean and Caribbean Conference on Optics and its Applications (ENO-CANCOA) is a biannual event sponsored by the Sociedad Red Colombiana de Óptica (RCO), with over thirty years of experience in Colombia and the region. Each ENO-CANCOA brings together more than one hundred participants, including undergraduate and graduate students, researchers, and professors from various areas of optics, photonics, and related subjects.

The ENO-CANCOA 2024, organized on this occasion by the Universidad Tecnológica de Bolívar, aims to maintain the high-quality standards of this conference, placing special emphasis on creating an attractive congress for young researchers and presenting advances in optics and photonics to contribute to sustainable development objectives such as health and welfare, affordable and non-polluting energy, climate action, among others.

This version of ENO-CANCOA was held in person from June 12 to 14 at the Casa Lemaitre Campus of the Universidad Tecnológica de Bolívar in Cartagena, Colombia. Participants enjoyed lectures by national and international guests of great trajectory. In this way, researchers in optics and photonics from Colombia and the region were able to meet again after several years, since the previous version was held virtually.

Andrés Marrugo
Chair

Cartagena, 2024

Contents

Ronchi test using Fourier transform	15
Design of a contact lens scanner with y-y method	15
Design of an equipment for measuring the refractive power of progressive ophthalmic lenses.	15
Design of portable LIDAR for the study of air quality and atmospheric fauna	16
Automated image annotation using text prompts with grounding DINO and SAM	16
Unveiling microscopic motion using Geometric Deep Learning	17
Training CNNs for temperature prediction using synthetic datasets of optical fiber specklegrams	18
Transformaciones de luz parcialmente polarizada a través de placas de onda compuestas	18
Generalized finite differences method applied to finite photonic crystal	19
Distribución de clave cuántica en estados parcialmente polarizados	20
Algoritmo para calcular la transformada de Fourier fraccional de orden complejo en la propagación de ondas en medios dispersivos con pérdidas	20
Evaluación del elemento óptico espiral mediante un simulador visual monocular dotado de óptica activa	21
Diseño de un aberrómetro multiexéntrico	22
Optical characterization of Moiré photonic crystals using the RCWA method	23
Mid-IR to THz detector based on vacuum electronics	24
Entangled photon-pair source in a Sagnac-ppKTP configuration	24
Metodología de caracterización de medios birrefringentes con modos propios elípticos	25
Implementación de redes neuronales para el sensado de aberraciones ópticas a través del análisis de patrones de speckle	25
Encriptación óptica simultánea de múltiples objetos mediante holografía generada por computadora	27

Principle of the electron emission in the THz regime	27
Vórtices ópticos tipo anillo en sistemas no lineales PT simétricos	28
Geometric states of space in Michelson interference	29
Indeterminación geométrica en interferencia no-paraxial	30
Entrelazamiento espacial de estados geométricos del espacio ordinario en interferencia no-paraxial	30
Compresión de video holográfico de alto rendimiento utilizando desenvolvimiento de fase espacio-temporal	31
Anillos de Newton: una simulación dinámica en GeoGebra	32
Caracterización de la birrefringencia lineal en láminas delgadas de polímeros	33
Deep Learning with YOLOv8 for the classification of solid waste according to the Peruvian Technical Standard 900.058:2019	34
Evaluación de desempeño de un sistema de encriptación de doble imagen basado en un correlador de transformada conjunta no lineal en el dominio de Fourier frente a pruebas de oclusión y ruido aplicadas a la imagen encriptada	34
Sistema de encriptación de imágenes en el dominio de Fourier para la autenticación de tres imágenes	35
Analysis of the reproduction of chromatic properties by using hyperspectral spectroscopy and RGB images	36
Automated detection of COVID-19 in radiological medical images using Gabor transform and convolutional neural network	36
Study of the quasi-Talbot effect with a grid of 600 lines/mm	37
Three-dimensional reconstruction of objects by double-laser triangulation with smart phone	38
Thinned fiber optic refractometer (Tapers) for the analysis of water and glycerin mixtures	38
Design and implementation of a hybrid solar simulator for rigorous photovoltaic evaluation	39
Hyperspectral characterization of DSSC solar cells in scaling process	39
Experimental validation of a diffraction efficiency model for complex binary gratings	40

Propuesta de modelo para soluciones ópticamente activas basado en birrefringentes con modos propios elípticos	40
Generación iterativa de hologramas multiplano a color con ligaduras mixtas	41
Thickness determination of gold and silver thin films using three methods: interferometry, Hall effect, and surface plasmon resonance	42
Design and development of a non-invasive blood glucose gensor through the integration of dual wavelength photoplethysmography, bioimpedance spectroscopy and neural networks	43
Diseño y caracterización de un refractómetro basado en un microrresonador para aplicaciones en biosensado	44
Using a Hong-Ou-Mandel interferometer to characterise single-photon pair indistinguishability	44
Floquet analysis of periodic modulated spin-1 Mott-insulating lattice-bosons	45
QT SoftEdu: Programming of a graphical user interface in ROOT as a pedagogical strategy in teaching quantum tunneling effect	45
Structural, morphological and optical characterization of ZnO nanowires	46
Implementation and evaluation of a cost-competitive open-source DLS-Type measurement system for micro and nanoparticles	47
Cryptosystem for secure image encryption based on the Gabor transform	47
Influence of reducer-precursor molar ratio on the development of thiamine functionalized silver nanoparticles by optical detection of mercury	48
Determination of cadmium in cocoa beans using laser-induced breakdown spectroscopy	48
Decoherence-assisted quantum key distribution	49
Tracking tumors via convolutional neural networks in ultrasound images	49
Automatic object detection-and-counting method using single-shot self-supervised learning and 3D sensing in resource-limited environments	50
A calibration comparison of a structured light system and its digital twin	51
Simulated total hemoglobin distributions in capillaries and blood vessels by visible-light optical coherence tomography	51
Análisis de complejos DNA-fármaco con varios modos de unión, utilizando la técnica de pinzamiento óptico	52

Experimental measurement of diffusion coefficient in liquids using holographic interferometry	52
Desarrollo de un sensor óptico basado en una fibra óptica en forma de nudo recubierta con grafeno oxidado	53
Implementation of computer vision based algorithms for biomechanical risk estimation in upper limbs during activities with repetitive movements	54
Plasmonic surface lattice resonances in arrays of gold nanoparticles	54
Medición de la función de coherencia compleja a partir de la polarización	55
Deep Learning for fungal spore recognition: Automatic counting for aerobiological analysis	55
Simulation of Dual-band generation in a mode-locked Erbium-doped fiber laser based on monolayer graphene	56
Physical interpretation of a generated class-label vector by GK-Means in Spectral Width and Mean Power Analysis of Supercontinuum	56
Quantum coherent control of molecules at room temperature	57
Una revisión de los materiales de registro de lentes holográficas para aplicaciones de concentración de energía solar	57
Diseño preliminar de una plancha de cocina a vapor basada en un colector cilindro parabólico en el departamento de La Guajira	58
Construcción de prototipo de un motor Stirling para la succión de agua mediante radiación solar en zonas no interconectadas en La Guajira	59
Large photon-number asymptotics of the HOM interferometer with partially indistinguishable photons	60
OPTICA-EPN's outreach initiatives: Building a culture of science engagement	61
Uso de la energía solar en la potabilización del agua en Colombia: Una revisión de la literatura	61
Estrategia de calibración de un sistema telecéntrico de digitalización 3D usando siluetas	62
Unsupervised Hermite-based vertebral segmentation in 3D CT images	62
Nonlinear optical absorption coefficients in semiconductor quantum dots under the diatomic potential	63

Visible light positioning based on RF carrier allocation technique to improve positioning accuracy at edges and corners	64
Resonances of the optical responses in GaN/InGaN/AlGaIn/GaN quantum wells	64
Calibration of a multimodal thermographic fringe projection profilometer using low-cost targets	65
Semi-supervised model for the segmentation of satellite images of maritime vessels in security applications	66
Coffee trees segmentation in UAV-acquired images using Deep Learning	66
Flight mission planning methodology in UAV surveying	67
Conventional classification methods applied to optical Brillouin shift spectra	68
Development of a neural network for VIS-NIR spectral re-construction from Sentinel-2 satellite images	68
Optimización del software Beamdiameter para el perfilado de un haz láser y validación experimental	69
Indoor navigation system using visible light and RGB LEDs	69
The GEMM initiative of OPTICA and AGU: An opportunity for the SRCO	71
Exploring brain network changes during mental arithmetic task with Minimum Spanning Tree	72
Spatiotemporal analysis of variables affecting air quality in urban areas of the city of Cartagena, Colombia	72
Classification of planet images with a multitemporal method for land cover analysis	73
Brain PET/MR image fusion using a sparse model in a polynomial transform domain	73
Contributing to fishery productivity in Colombia: A machine learning approach to predict missing chlorophyll-a values using MODIS satellite imagery	74
Caracterización de microrresonadores ópticos a partir de sus parámetros geométricos	75

Proposal of hybrid optical-radio communication technologies to improve indoor telecommunications systems	75
Determination of non-Markovianity from principal component analysis	77
Unraveling ocean dynamics: Exploring temporal variability and climate correlations along the northern coast of Colombia	78
Superradiant effects in the reading process of a quantum memory formed by cold atoms	78
Landslide hazard analysis associated with precipitation levels due to climate change scenarios in the urban area of Popayán, Colombia	79
Variation in the fluorescence intensity of Sulforhodamine B due to changes in temperature	80
Design of a Pushbroom NIR optimized system for citrus spectral data acquisition	80
Diseño de una cavidad láser extendida en configuración Littrow con potenciales usos en sensores basados en absorción láser para la detección de contaminantes	81
Low-cost optoelectronic system for IR spectral acquisition based on band selection	81
Toward solar activity understanding: Multifaceted insights from SOHO solar images and spectral analysis for Machine Learning applications	82
Mode conversion using a digital micromirror device and optimized phase masks	82
Estudio DFT de las propiedades ópticas de absorción y fluorescencia en compuestos orgánicos tipo pi-conjugados derivados de oxazoles para dispositivos OLEDs	83
LUMA: Empowering solar research through open-source web observatories and image analysis tools	84
Estimación y visualización del déficit habitacional en el distrito de Cartagena de Indias mediante técnicas de Machine Learning y mapas de calor	84
Introducción de conceptos de física cuántica en la educación media a partir de un espectrofotómetro de absorción de proyección	85
Cold atom-atom-ion three-body recombination assisted by radio frequency trap	86

Espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X y Raman aplicadas a micro y nano diamante comercial: estudio comparativo de propiedades ópticas y composición superficial	87
Monitoreo y análisis de calidad de aguas continentales mediante el uso de datos satelitales y Machine Learning	88
Diseño, construcción e implementación de un espectrógrafo Raman de bajo costo	89
Caracterización óptica de películas delgadas de óxido de grafeno obtenidas mediante spin-coating	89
Effect of BODIPY-pyrene halogenation on fluorescence lifetime	90
Elaboration and characterization of gold nanostructures for application as optical sensors	90
RGB realistic synthetic interferograms in a white light interference microscope	91
Síntesis verde de óxido de zinc con aplicaciones nanoestimulantes para la germinación de semillas y crecimiento de plántulas	92
Ground roll attenuation of seismic data: a numerical evaluation using fractional Fourier transform	93
Computer-generated hologram and focusing technique for three-dimensional profile	93
Colorimetric analysis of cadmium and zinc for water samples	94
Soft-coding in computer generated fractional Fourier holograms	94
VLC-ID system based on LED to LED communication and energy generator	95
Integration of non-sequential ray tracing, cad design and cam manufacturing: The FreeCAD-pyOpTools workbench	95
Manufacture of digitally calculated synthetic holograms using optical micrography	96
Optical sensor for measuring refractive index using a PMMA capillary fiber	97
Light and matter, from pottery to quantum information	98

**Pixel-wise calibration methodologies to enhance the accuracy of structured
light systems**

98

ID: 03

Ronchi test using Fourier transform

Yobani Mejia^{1*}, Víctor Paredes¹¹*Universidad Nacional de Colombia*

*Email de contacto: ymejiab@unal.edu.co

A Ronchi test is used to measure the surface of a primary mirror of a Newtonian telescope with 140 mm diameter and 2440 mm radius of curvature. The optical setup consists of a Ronchi ruling with 16 lines/cm, a white LED as the light source, a variable neutral density filter, a beam splitter, and a CCD camera. By using Fourier transform, a computational analysis of the ronchigrams obtained for horizontal and vertical orientations is performed. To verify the results we compare the Point Spread Function calculated from the wavefront reconstructed from the ronchigrams and the experimental Point Spread Function, that is, the mirror image of point like source of laser light at the center of curvature of the mirror. It is concluded that the Fourier transform is an appropriated tool for the Ronchi test.

ID: 04

Design of a contact lens scanner with y-y method

Yobani Mejia^{1*}, Laura A. Vásquez Troncoso¹¹*Universidad Nacional de Colombia*

*Email de contacto: ymejiab@unal.edu.co

To measure the shape of the convex and concave sides of a rigid contact lens, an optical scanner is designed based on the triangulation principle. A light slit passes over the contact lens while a camera at an angle of about 30° saves a set of images of the distorted light slit. The optical scanner comprises of two systems: a slit projection and an image formation systems. To design these optical systems, we use the y-y method. For the image formation system the condition of minimum distortion is established. The results show that the design satisfies the initial requirements and that the y-y method is a tool with great potential in optical design.

ID: 05

Design of an equipment for measuring the refractive power of progressive ophthalmic lenses.

Yobani Mejia^{1*}, Santiago Rodríguez Mendoza¹¹*Universidad Nacional de Colombia*

*Email de contacto: ymejiab@unal.edu.co

To measure the refraction of progressive ophthalmic lenses (freeform), a device was designed and built in the optical design laboratory at the Universidad Nacional of Colombia

(Bogotá). This device analyzes the refraction of lenses with or without the frame. The device consists of a LED lighting source, a collimating lens, a transparent screen with an array of dots, a ground glass diffuser, and a camera with an optical system to form the image of the projection of the dots on the ground glass diffuser. The camera is located on a motorized linear stage that allows to adjust the refraction. The device includes a software for digital image processing and analysis of the refraction of the lenses.

ID: 08

Design of portable LIDAR for the study of air quality and atmospheric fauna

Luis Andrés Santacruz-Almeida^{1*}, Efraín Solarte²

¹*Universidad Nacional sede Medellín, Cra. 65 #59a-110, Medellín, Colombia.*

²*Universidad del Valle, Calle 13 #100-00, Cali, Colombia.*

*Email de contacto: lsantacruz@unal.edu.co

The research consists of the design, construction, and data validation of a portable LiDAR for the study of air quality and atmospheric fauna. The LiDAR construction was carried out at the quantum optics laboratory of UNIVALLE University from the design of the LiDAR in a Scheimpflug configuration. Optical pieces and astronomical telescopes were acquired, and other pieces were made in the UNIVALLE laboratories. Software design for the analysis of data also was necessary, and it is in the probe stage. The tests are carried out in different places in the city of Cali, making comparisons between areas with different degrees of air pollution.

ID: 09

Automated image annotation using text prompts with grounding DINO and SAM

Sergio Sánchez^{1*}, Alex Morales², Hector Urzola²

¹*Faculty of electronic engineering, UAJS, Sincelejo, Colombia.*

²*Faculty of systems engineering, UAJS, Sincelejo, Colombia.*

³*Faculty of health sciences, UAJS, Sincelejo, Colombia.*

*Email de contacto: docente_investigador9@uajs.edu.co

Supervised learning has demonstrated great success in various visual recognition tasks, however, it requires a large amount of well-annotated data and generally these systems are trained to predict a fixed set of predetermined object categories. Human support in labeling has long been paramount to the development of this task, but this annotation process is expensive, error-prone, and time-consuming. These difficulties hinder the availability, generality, usability and quality of annotated data sets for different applications. Therefore, how to annotate image sets automatically is an important problem that is addressed in this research.

In this study, fine tuning was carried out on two multimodal architectures Grounding DINO and Segment Anything Model (SAM) on different data sets extracted from the roboflow tool, with the purpose of generating automatic annotations that can be used for training of instance segmentation models or object detection in real time. These architectures stand out for their ability to integrate visual and textual information, which allows them to generate precise semantic descriptions of images and link them with specific regions of interest.

The results show highly efficient automatic labeling compared to manual techniques, highlighting significant improvements in the speed and accuracy of the annotation process on diverse image sets. These improvements offer a clear indication of the potential of multimodal architectures, by combining text processing and vision capabilities, opening up new possibilities in self-tagging.

This research represents a major advance in the automation of visual data labeling, with significant implications for the development and deployment of computer vision systems in a wide range of practical applications. This innovative approach allows computer vision models to learn from textual descriptions associated with images, rather than relying solely on visual labels. Doing so takes advantage of a much broader and more diverse source of supervision, as text can provide detailed and contextual information about the objects, scenes, and concepts present in the images.

ID: 10

Unveiling microscopic motion using Geometric Deep Learning

Jesús Pineda^{1*}, Carlo Manzo, Giovanni², Giovanni Volpe¹

¹*Department of Physics, University of Gothenburg, Origovägen 6B, SE-41296 Gothenburg, Sweden.*

²*Facultat de Ciències, Tecnologia i Enginyeries, Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC), C. de la Laura 13, 08500 Vic, Spain.*

*Email de contacto: jesus.pineda@physics.gu.se

The characterization of dynamic processes in living systems provides essential information for advancing our understanding of life processes in health and diseases, as well as for developing new technologies and treatments. In the past two decades, optical microscopy has undergone significant developments, enabling us to study the motion of cells, organelles, and individual molecules with unprecedented detail at various scales in space and time. However, analysing the dynamic processes that occur in complex and crowded environments remains a challenge. This work introduces MAGIK (Motion Analysis through Graph Inductive Knowledge), a geometric deep learning framework for the analysis of biological system dynamics from time-lapse microscopy. MAGIK models the movement and interactions of particles through a directed graph where nodes represent detections and edges connect spatiotemporally close nodes. The framework utilizes a graph neural network to process the graph and modulate the association strength between nodes through two mechanisms. The first mechanism is a learnable local receptive field that captures the complexity of local particle interactions. The second is a gated

self-attention mechanism, enabling MAGIK to derive insights into the dynamics of each particle from regions within the graph that are not directly connected but provide valuable information about the overall dynamics. MAGIK is capable of performing multiple tasks, from linking coordinates into trajectories to inferring local and global dynamic properties. We demonstrate the flexibility and reliability of this approach by applying it to real and simulated data corresponding to a broad range of biological experiments.

ID: 11

Training CNNs for temperature prediction using synthetic datasets of optical fiber specklegrams

Francisco J. Vélez^{1,2*}, Víctor H. Aristizábal¹, Carlos Trujillo², Juan D. Arango³,
John I. Huertas-Montes³, Jorge Herrera-Ramírez³

¹*Universidad Cooperativa de Colombia*

²*EAFIT University*

³*Instituto Tecnológico Metropolitano.*

*Email de contacto: francisco.velezh@campusucc.edu.co, fvelezh@eafit.edu.co

Fiber specklegram sensors (FSSs) exploit modal interference in multimode optical fibers to capture interference patterns (specklegrams) encoding fiber disturbance information. These sensors are effective in measuring mechanical stresses, bending, pressure, and temperature. To improve sensor accuracy, Deep Learning models using Convolutional Neural Network (CNN) architecture are employed for predicting sensing measurements. Additionally, synthetic specklegrams can be generated through computational simulation using the finite element method (FEM).

This study investigates training four CNN models for temperature prediction, utilizing two datasets of synthetic specklegrams. Based on Finite Element modeling, datasets were generated with specific parameters. Four Deep Learning models were implemented using a MobileNet architecture and trained with the datasets. The models were evaluated using root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE), maximum error (MAXE), and R2 score.

Results show that certain models achieve high accuracy and precision in temperature estimation, demonstrating the potential of CNN-based models for temperature prediction using synthetic specklegrams. These findings have significant implications for enhancing sensor performance in the field of optical fiber sensing.

ID: 12

Transformaciones de luz parcialmente polarizada a través de placas de onda compuestas

Cristian Hernández Cely^{1*}, Jhon Pabón Niño¹, Rafael Torres Amaris¹

¹*Universidad Industrial de Santander, Cl. 9 #27, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: cristian2218412@correo.uis.edu.co

El formalismo algebraico de Stokes-Mueller, en el marco de la teoría de la coherencia, es el que tradicionalmente ha sido utilizado para la descripción de luz parcialmente polarizada y sus transformaciones a través de medios birrefringentes. Sin embargo, se ha mostrado que la teoría de la coherencia puede también ser adaptada a cualquiera de los otros formalismos algebraicos que describen el estado de polarización de la luz como es el caso de los vectores de Pauli o las matrices de polarización. Esto es relevante ya que, dependiendo del problema o el sistema óptico a tratar, ciertos formalismos presentan ventajas respecto a otros, por lo tanto, no siempre es conveniente adoptar el formalismo de Stokes Mueller. No obstante, aún no existe esta metodología general que permita usar cualquier formalismo algebraico de la polarización (además de los que ya se mencionaron) en el marco de la teoría de la coherencia. Adicionalmente, tampoco se tiene una metodología que permita describir las transformaciones de luz parcialmente polarizada a través sistemas de placas de onda compuestas donde se tenga en cuenta la despolarización. En así que en este trabajo se propone un formalismo de coherencia y polarización que permita utilizar cualquiera de las representaciones algebraicas de la polarización. Se usará principalmente las matrices de polarización y las matrices de Jones para modelar la transformación del estado de polarización de luz incoherente a través de placas de onda compuestas y se propondrá también la descripción del primer y segundo momento estadístico de un estado parcialmente polarizado en el marco de la teoría de la coherencia. Se encuentra un formalismo algebraico junto con una regla de transformación para el primer y segundo momento estadístico donde se puede determinar no solamente la despolarización a través de sistemas de placas compuestas sino también describir la dinámica de los estados parcialmente polarizados mediante el uso de una función de densidad de probabilidad que se puede visualizar en la esfera de Poincaré.

ID: 13

Generalized finite differences method applied to finite photonic crystal

Santiago Bustamante^{1*}, Esteban Marulanda², Jorge Mahecha¹, Herbert Vinck-Posada³

¹*Grupo de Física Atómica y Molecular SIU – Sede de Investigación Universitaria, Torre 1 Of 312, Medellín, Colombia.*

²*Grupo de Óptica y Fotónica SIU – Sede de Investigación Universitaria, Torre 1 Sótano 2 Óptica, Medellín, Colombia.*

³*Grupo de Superconductividad y Nanotecnología, Universidad Nacional de Colombia, Edificio 404 Of 217, Bogotá, Colombia.*

*Email de contacto: santiago.bustamanteq@udea.edu.co

We propose a Generalized Finite-Differences in the Frequency Domain method for the computation of photonic band structures of finite photonic crystals. Our approach is to discretize some fundamental domain instead of a single unit cell, such that boundary conditions of interest can be introduced into the eigenvalue problem. The validity and effectiveness of the proposed method are shown for the case of a one-dimensional photonic crystal embedded in an optical cavity. The limit from finite to infinite photonic crystals is reviewed in view of the proposed method.

ID: 14

Distribución de clave cuántica en estados parcialmente polarizados

**Miguel Jafert Serrano Mantilla^{1*}, Rafael Ángel Torres Amaris¹, Cristian
Hernandez Cely¹**

¹*Universidad Industrial de Santander, Cl. 9#27, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: jafgofu1s@gmail.com, miguel2190742@correo.uis.edu.co

En este proyecto buscamos crear un protocolo de distribución de clave cuántica con base en fotones parcialmente polarizados. Se pretende desarrollar un modelo matemático y teórico que permita comprender y aplicar este fenómeno para mejorar la seguridad en la distribución de claves cuánticas. Para lograr esto se explora la distribución de probabilidad sobre la esfera de Poincaré como una representación completa y precisa de los estados de polarización parcialmente polarizados. A través del desarrollo del modelo matemático y teórico, se analiza detalladamente la distribución de probabilidad sobre la esfera de Poincaré y se investigan sus características. Se exploran las propiedades estadísticas y cuánticas de los estados parcialmente polarizados y se examina cómo se pueden utilizar para la generación y distribución segura de claves cuánticas. Basándonos en la dinámica de los estados parcialmente polarizados sobre la esfera de Poincaré y las evolución de la curva de despolarización proponemos un nuevo protocolo de distribución de clave cuántica.

ID: 15

Algoritmo para calcular la transformada de Fourier fraccional de orden complejo en la propagación de ondas en medios dispersivos con pérdidas

Dayan Aselas^{1*}, Zandra Lizarazo²

^{1,2}*Grupo de Óptica y Tratamiento de señales, Escuela de Física, Universidad Industrial de Santander, Carrera 27 Calle 09, 680002, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: doadayan@gmail.com, zylizara@uis.edu.co

Este estudio se enfoca en el análisis de la propagación de paquetes de ondas en medios dispersivos, abordando dos aspectos cruciales: la dispersión cromática y las pérdidas dependientes de la frecuencia. Al considerar las pérdidas, la propagación puede escribirse mediante una integral de Fresnel de variable compleja, que puede reinterpretarse como una transformada de Fourier fraccionaria de orden complejo. Este resultado nos impulsa a desarrollar un algoritmo en Scilab para calcular esta transformada, ofreciendo una herramienta práctica para comprender cómo estos factores influyen en la propagación de paquetes de ondas en medios dispersivos con pérdidas.

ID: 17

Evaluación del elemento óptico espiral mediante un simulador visual monocular dotado de óptica activa

Salomé Osorio-Muñoz^{1*}, Walter Torres-Sepúlveda^{1,2}, Alejandro Mira-Agudelo¹

¹Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

²Programa de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social (INDDDES), Facultad de Ciencias y Humanidades, Institución Universitaria Digital de Antioquia, Medellín, Colombia.

*Email de contacto: salome.osoriom@udea.edu.co

Dentro del grupo de elementos ópticos con diseño de foco extendido se tiene un nuevo elemento caracterizado por tener una geometría de enfoque en la cual el área del elemento es dividida en segmentos de espiral, cada una de ellas con una potencia óptica distinta, permitiendo que dicho elemento enfoque la luz en una línea sobre el eje del elemento. Esta propuesta se suma a los elementos ópticos, como la lente espada de luz (LSL, por sus siglas en inglés), o el elemento ojo de pavo, que comparten la característica de foco extendido, el cual es de interés en formación de imagen con amplia profundidad de campo, como lo es el caso de elementos correctores de presbicia o visión artificial. En este trabajo se realiza una primera evaluación del elemento óptico espiral (EOS) que busca determinar el alcance del elemento para una potencial aplicación en campos como la optometría.

El desempeño del EOS se evaluó en tres etapas: simulaciones computacionales, experimento de banco óptico y medidas psicofísicas. En cada una de ellas se comparó su desempeño con el caso monofocal y con el elemento LSL, que es un elemento con características bien determinadas y ampliamente reportadas. Para la primera etapa se obtuvieron las características de la formación de imagen a partir de un sistema óptico virtual, con el que se predijeron las imágenes del optotipo de Snellen (E), formadas por los elementos; la métrica usada para la evaluación fue la correlación y la razón de Strehl. Para la segunda etapa, se usó un simulador visual, el cual contiene, entre otros elementos, un modulador espacial de luz de solo fase y un proyector de estímulos policromáticos. En el modulador fue posible proyectar los perfiles de fase del EOS y el LSL y obtener mediante una cámara CCD y un objetivo, las imágenes del optotipo proyectadas sobre el sistema. En este caso, la métrica usada fue la agudeza objetiva del sistema, métrica propuesta en el trabajo de Torres-Sepúlveda et al. En la tercera etapa se midió la curva de agudeza visual ‘through-focus’ con cada elemento, para un grupo de tres sujetos bajo condición de presbicia inducida artificialmente.

A través de las tres etapas se encontraron resultados de desempeño consistentes, específicamente en su rango de enfoque propuesto en su diseño, que fue de 1.25 D. En las curvas de desenfoque obtenidas se identificó un desempeño superior del EOS alrededor de -1 D con respecto al caso monofocal, mientras que en los desenfoques por fuera de su rango de diseño se encontró una disminución en la calidad que provee el elemento. Sin embargo, dicha disminución de la calidad no es comparable con el caso monofocal en dichos desenfoques. Adicionalmente, se observó que el tipo de curvas de desenfoque que provee el EOS no tiene una estructura tan plana (tipo meseta) como sí es característico del LSL. Sin embargo, si se propone el elemento EOS con un rango de enfoque específico,

es posible ver como el elemento responde acorde a su diseño.

El elemento EOS presenta características adecuadas de formación de imagen, de acuerdo a su desempeño desde simulaciones computacionales, pruebas de banco óptico y medidas de agudeza visual. Su desempeño en cada etapa fue el adecuado de acuerdo a su rango de diseño, resaltando que en el caso de las medidas en ojos reales, las aberraciones oculares propias de los sujetos no fueron un factor relevante para una posible disminución del desempeño del elemento, lo que permite concluir que el diseño del elemento es robusto. Se espera realizar un estudio posterior, donde se optimice el diseño del elemento para visión lejana, un aspecto que debe ser tenido en cuenta pensando en una aplicación real al campo de la optometría.

ID: 19

Diseño de un aberrómetro multiexéntrico

J.A. Morales-Marín^{1*}, A. Mira-Agudelo¹

¹Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.

*Email de contacto: jennyfer.morales@udea.edu.co

La visión periférica, esencial para actividades diarias que no exigen alta resolución pero sí un amplio rango de visión, juega un papel crucial en la eficiencia de estas tareas. Las aberraciones periféricas pueden influir no solo en estas actividades sino que recientes estudios sugieren que pueden jugar un papel crítico en el desarrollo de aberraciones que afectan la visión central. Esta interacción puede ser un factor determinante en la aparición de errores de refracción tales como la miopía, hipermetropía y astigmatismo. En este contexto, resulta esencial contar con tecnologías de medición que sean tanto versátiles como precisas y objetivas, capaces de identificar y cuantificar estas aberraciones a lo largo de la periferia.

Tras reconocer la importancia de disponer de métodos precisos, la elección del instrumento adecuado se convierte en un pilar central. Los aberrómetros representan una de estas herramientas esenciales. En particular, el sensor de frente de onda Hartmann-Shack (HS) ha emergido como el más prominente debido a su eficacia y precisión. Sin embargo, su aplicación tradicional se ha limitado a la medición de aberraciones en la periferia de manera secuencial y aislada, enfocándose en puntos individuales a lo largo de ejes específicos o en áreas determinadas del campo visual [1-2]. Fue solo en 2020 cuando se introdujo un diseño innovador que permitía la medición simultánea de dos puntos en la retina, aunque requería el uso de dos sensores HS para lograrlo [3]. Ante esta limitación, el presente trabajo propone el desarrollo de un sensor HS para medir de manera simultánea las aberraciones originadas tanto en la fovea como en diversas excentricidades periféricas.

Este trabajo introduce un aberrómetro multicéntrico que emplea una red de difracción bidimensional para iluminar múltiples puntos en la retina, capturando los frentes de onda con un único sensor HS. Este enfoque permite obtener imágenes de spots multiplexadas, que son analizadas por software diseñado específicamente para reconstruir los frentes de onda en las diferentes excentricidades. Para este sensor se definen parámetros esenciales como la excentricidad máxima, el rango dinámico y los valores de aberración que caracterizan la visión periférica [4], asegurando que el sensor modificado cumpla con los requisitos

de resolución necesarios, lo cual es clave para identificar con precisión los spots correspondientes a cada punto sobre la retina, permitiendo una caracterización detallada y precisa de las aberraciones en diferentes posiciones en la periferia.

Con el fin de asegurar la fiabilidad y precisión del software, se han llevado a cabo simulaciones computacionales detalladas. Estas simulaciones emplean un modelo óptico virtual diseñado para generar imágenes de HS que reflejan aberraciones específicas y aleatorias, todas dentro del rango de variaciones reportadas para la literatura [4]. Este enfoque permite una evaluación rigurosa del software, comparando los resultados de las mediciones simuladas con los valores medidos. Tal proceso de verificación es esencial para confirmar que el software no solo es capaz de reconstruir con exactitud el frente de onda en diversas excentricidades, sino que también asegura su capacidad para realizar mediciones precisas bajo condiciones variadas de aberración.

Los resultados obtenidos demuestran un rendimiento sobresaliente del software, manifestando una discrepancia mínima entre los valores de aberración inducidos y los medidos. Se anticipa que este avance tecnológico ofrezca una contribución significativa al entendimiento y solución de las interrogantes que rodean el desarrollo de ametropías. Como siguiente paso, se proyecta la implementación y evaluación exhaustiva del aberrómetro multicéntrico en estudios con ojos reales, lo cual permitirá validar su aplicabilidad y eficacia en condiciones clínicas.

ID: 20

Optical characterization of Moiré photonic crystals using the RCWA method

Juan F. Calderon^{1*}, Carlos A. Galindez¹

¹*Quantum Optics Group, Universidad del Valle, Calle 13 No. 100-00, Cali, Colombia.*

*Email de contacto: juan.felipe.calderon@correounivalle.edu.co

Photonic crystals allow us to control the flow of light. Its periodic dielectric function causes multiple phenomena like the photonic band gaps, confinement of light, slow light propagation, etc. Due to these reasons, photonic crystals can be used in the fabrication of light filters, waveguides, optical diodes, polarizers, lasers, among others. When two photonic crystal slabs are superimposed unevenly, a Moiré structure arises. This introduces the possibility of manipulating the dispersion relation of the structure by changing geometric variables, like the layers thickness, the displacement and twist angle between the slabs. Recently, the theory has shown that these structures can cause tunable optical vortices, resonances and slow light propagation by changing, for example, the twist angle. In this work is investigated the possibility of designing tunable optical devices through the theoretical study of two photonic crystal slabs, or two gratings. RCWA (Rigorous Coupled Wave Analysis) is used for the calculation of the electric and magnetic fields, the reflectance, and the transmittance of the structure while changing the interlayer thickness, the twist angle and the displacement between layers.

In the transmittance spectra, it is observed that a set of resonances of the system can be tunable through the modification of the twist angle, and the displacement between the gratings. By the other hand, the interesting effects due to the interferences are lost

when the thickness of the interlayer is much bigger than the central wavelength considered. These results indicate that it is possible to develop an optical device capable of changing its optical properties through mechanical movement of the gratings. For example, a tunable filter capable of changing its filtered wavelength by displacing the gratings between them.

ID: 21

Mid-IR to THz detector based on vacuum electronics

**Tobias Olaf Buchmann^{1*}, Naoya Kawai², Hisanari Takahashi², Matej Sebek¹,
Peter Uhd Jepsen¹, Simon Jappe Lange¹**

¹*DTU Electro, Technical University Denmark, Kgs. Lyngby, 2800 Denmark.*

²*Central Research Laboratory, Hamamatsu Photonics K.K, Hamamatsu City, Shizuoka
434-8601, Japan.*

*Email de contacto: toobu@dtu.dk, naoya.kawai@etd.hpk.co.jp

This study introduces a novel THz-PMT detector, leveraging metasurfaces for the detection of THz-to-IR frequencies through quantum tunnelling. Combining this with photomultiplier technology, we achieve a high-sensitivity, nanosecond-response detector, advantageous for spectroscopy and signal detection. Employing Fourier-transform spectroscopy with a Michelson interferometer, we demonstrated the capability to evaluate the complex refractive index and spectral response of select samples, with results aligning closely with literature. This method, particularly effective at high electric field strengths, offers a significant advancement over thermal-based detectors for material characterisation and other applications within the mid-IR to THz frequency range.

ID: 24

Entangled photon-pair source in a Sagnac-ppKTP configuration

Samuel Quitian^{1*}, Santiago Bustamante², Boris Rodriguez³

*1 Grupo de Física Atómica y Molecular, SIU – Sede de Investigación Universitaria Torre 1 Of
312, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: samuel.quitang@udea.edu.co

In the the study of fundamental quantum effects, as well as for multiple applications based on quantum theory, it is necessary to generate entangled states between two or more systems in different degrees of freedom. This entanglement can be created in multiple ways according to the physical system. In this work, the study and adjustment of a source of polarization-entangled photons is carried out; produced by SPDC in a nonlinear ppKTP type II crystal with a length of 30mm, in an experimental configuration of a Sagnac interferometer, which allows generating entanglement between photons due to the indistinguishability of paths traveled. This type of source is known for having a good stability and high generation of entangled photon-pairs been one of the best options at the time of implement a quantum technology application. Having as a result a bright source of photons by generating 8.2×10^4 pairs/(s x mW) in the Bell state $|\psi(-)\rangle$ with a visibility in the base D/A above 98% and in the base H/V above 99%. With an CHSH parameter S of 2.77. The work describes how the source optimization was carried out, detailing alignment techniques for correctly adjusting the experimental setup.

ID: 26

Metodología de caracterización de medios birrefringentes con modos propios elípticos

Camilo Andrés Cadena^{1*}, Jhon Pabón², Rafael Torres^{3 1,2,3} *Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: cacadurann@gmail.com, j.stivenson@outlook.com,
rafael.torres@saber.uis.edu.co

Tradicionalmente, al caracterizar los medios birrefringentes con modos propios elípticos (BE), se emplean dos enfoques: los parámetros intrínsecos y los parámetros equivalentes. Los primeros describen el medio en términos de modos elípticos y retraso de fase, mientras que los segundos separan el BE en modos lineales y circulares para simplificar la recolección de datos en experimentos. Sin embargo, surge un problema en la forma en que estos parámetros se relacionan a través de ecuaciones, ya que no son inyectivas, lo que significa que hay múltiples soluciones, tanto físicas como matemáticas, que cumplen con las ecuaciones.

La idea principal de este trabajo es proponer un nuevo enfoque para caracterizar los BE, permitiendo mediciones simultáneas de ambas representaciones. Se describe un método experimental que utiliza polarimetría con un colimador, polarizador lineal y cuarto de onda. Esto resuelve el problema de la no-inyectividad y proporciona una descripción más precisa del medio birrefringente.

ID: 27

Implementación de redes neuronales para el sensado de aberraciones ópticas a través del análisis de patrones de speckle

Andres Osorno-Quiroz^{1*}, Walter Torres-Sepúlveda²

¹*Estudiante de Ingeniería de software, Joven investigador Facultad de Ciencias y Humanidades, Institución Universitaria Digital de Antioquia, Medellín, Colombia.*

²*Programa de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Innovación Digital y Desarrollo Social (INDDDES), Facultad de Ciencias y Humanidades, Institución Universitaria Digital de Antioquia, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: andres.osorno@est.iudigital.edu.co

El incremento progresivo de las patologías oculares, como la miopía, han impulsado una búsqueda constante de métodos de diagnóstico más precisos y eficientes que sean útiles en el campo de la optometría. Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) han emergido como una herramienta prometedora para abordar este problema. En estudios relacionados con esta problemática, se han propuesto modelos de CNN implementados en el análisis de imágenes obtenidas por un sensor de frente de onda de Hartmann-Shack, el cual se usa mayormente en contextos clínicos y de investigación a nivel mundial. Sin embargo, debido al principio de funcionamiento de este sensor, su implementación se limita debido a su bajo rango dinámico. Por esta razón, en este estudio se propone el uso de dos Redes Neuronales: una CNN del tipo ResNet y la otra del tipo Vision Transformer (ViT), para analizar imágenes de speckle creadas computacionalmente en un sistema óptico virtual, las cuales codifican un amplio rango de aberraciones ópticas, con el objetivo de superar limitaciones del SHS como su rango dinámico limitado.

Las imágenes de los patrones de Speckle se generaron computacionalmente, lo que permitió codificar controladamente las aberraciones ópticas dadas por los coeficientes de Zernike. La generación de estas imágenes se realizó a través de simulaciones basadas en la teoría de la difracción de la luz y su propagación en el espacio libre. Por otro lado, se entrenaron las dos redes: una CNN (ResNet) y el ViT. Para el entrenamiento se creó un conjunto de 35000 imágenes de patrones de Speckle con aberraciones codificadas, en un rango de $-3 \mu\text{m}$ a $3 \mu\text{m}$ para términos de Zernike hasta el coeficiente 21. Para el entrenamiento se usaron 50 épocas y se usó como métrica de evaluación el mean square error (MSE)..

Los resultados indican que tanto ResNet como Vision Transformer son efectivos en la identificación de características específicas de estos patrones de speckle, mostrando en ambos casos una disminución de la métrica de MSE que indica un buen desempeño para estos dos modelos durante el proceso de entrenamiento. Por otro lado, al evaluar la capacidad de predicción de ambos modelos se encuentra una gran similitud en la predicción de los coeficientes de Zernike con respecto a los valores codificados en los patrones de Speckle, logrando así reafirmar que ambos modelos son adecuados para dicha predicción, aunque su desempeño en términos de tiempo de entrenamiento y de predicción sean ligeramente distintos, siendo mejor el desempeño de la CNN ResNet.

En este trabajo se proporciona una estrategia alterna a los métodos basados en sensores de frente de onda como el Hartmann-Shack para medir la calidad óptica de un sistema a través de las aberraciones ópticas. El uso de patrones de Speckle con aberraciones codificadas permite una ampliación del rango dinámico y la implementación de redes como la ViT, que es una arquitectura poco investigada y novedosa en el ámbito de la óptica visual. Finalmente, se plantea una fase experimental donde se puedan aplicar las estrategias desarrolladas desde este estudio netamente computacional, con el fin de acercar más esta implementación a un contexto real, con los desafíos que esto conlleva.

ID: 28

Encriptación óptica simultánea de múltiples objetos mediante holografía generada por computadora

Juan-Andrés González Moncada^{1*}, Alejandro Velez Zea¹, John Fredy Barrera-Ramirez¹

¹*Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: juan.gonzalezm1@udea.edu.co

En los últimos años, los criptosistemas ópticos han sido de gran interés como alternativa a los criptosistemas digitales tradicionales. En particular, los criptosistemas de doble máscara de fase aleatoria se han estudiado ampliamente y se han propuesto múltiples modificaciones que ofrecen interesantes ventajas. A pesar del atractivo de estas modificaciones, implementarlas requeriría modular simultáneamente la fase y la amplitud del campo proyectado. Como no existen dispositivos capaces de alcanzar directamente la modulación compleja requerida en un sistema experimental, el análisis de estas modificaciones ha estado principalmente limitado a simulaciones numéricas o montajes experimentales muy restringidos.

Para superar esta limitación diseñamos un método que usa holografía generada por computadora para obtener los campos complejos deseados utilizando hologramas de solo fase. La holografía generada por computadora hace posible codificar campos 3D y multiplano en un solo holograma, lo cual tiene aplicaciones que han cobrado gran interés en los últimos años. En particular, los hologramas multiplano reproducen distribuciones de intensidad deseadas en tres dimensiones a medida que el campo se propaga, lo que resulta en la formación de diversos objetos a distintas distancias del holograma. La combinación hologramas multiplano y el método propuesto para obtener un criptosistema experimental con modulación compleja permitiría encriptar experimentalmente múltiples objetos simultáneamente. Además, los diferentes objetos se recuperarían propagando a distancias específicas el campo correctamente descifrado, reforzando la seguridad del sistema al introducir la distancia de propagación como un nuevo parámetro de seguridad que debe ser conocido. Este estudio propone un método de holografía generada por computadora para generar hologramas de solo fase que permitan encriptar hologramas multiplano. Se presentan resultados numéricos que validan la efectividad de nuestra propuesta.

ID: 29

Principle of the electron emission in the THz regime

Matej Sebek^{1*}, Tobias Olaf Buchmann¹, Peter Uhd Jepsen¹, Simon Jappe Lange¹

¹*DTU Electro Technical University of Denmark, 2800 Kongens Lyngby, Denmark.*

*Email de contacto: maseb@dtu.dk

Recent advancements in terahertz (THz) technology have unveiled novel interactions between THz radiation and matter, opening new avenues for manipulating electron emission at ultrafast scales. [1-4] This work aims to elucidate the underlying principles governing electron emission in the THz regime, emphasizing the necessity of integrating both

field effects and electronic temperature considerations. By transcending the specifics of ultrathin gold films, we extend our discussion to include materials such as various metasurfaces, thereby providing a broader understanding of THz-induced electron dynamics.

Our methodology encompasses a comparative analysis of existing electron emission models, specifically focusing on the Fowler-Nordheim model for field emission, the Richardson-Dushman model for thermionic emission, and the Murphy-Good theory that incorporates both field and thermal effects. We employ a combination of numerical simulations and experimental measurements to assess the impact of THz radiation on electron emission. This approach allows for the investigation of electronic temperature elevation due to THz absorption and its effects on emission phenomena across different materials, including ultrathin gold films, and tailored metasurfaces.

Our findings underscore the significance of considering both the electric field's strength and the material's electronic temperature in predicting electron emission in the THz regime. For ultrathin gold films, we observe a pronounced increase in electron emission intensity and a distinct high-energy tail in the emission spectrum, attributable to enhanced electronic temperature. Similarly, in graphene and metasurfaces, the integration of thermal effects with field-induced emission mechanisms provides a comprehensive understanding of their emission behavior. These results highlight the limitations of traditional models when applied in isolation and demonstrate the enhanced predictive power of combined field and thermal effect models.

This study establishes a foundational understanding of electron emission principles in the THz regime, emphasizing the critical role of both electric field effects and electronic temperature. By integrating these factors, we offer a more accurate and comprehensive framework for predicting and analyzing electron emission across a variety of materials. Our findings not only contribute to a deeper theoretical understanding but also pave the way for developing advanced THz applications, including high-speed electronic devices and ultrafast sensors, leveraging the unique properties of materials like ultrathin gold films, and metasurfaces.

ID: 30

Vórtices ópticos tipo anillo en sistemas no lineales PT simétricos

Jesus Muñoz^{1*}, Cristian Mejía¹

¹*Universidad del atlántico*

*Email de contacto: jesusdmunoz@mail.uniatlantico.edu.co

En el marco de esta investigación, se abordó de manera detallada el análisis de un arreglo fotónico bidimensional con geometría circular y una configuración específica de

ganancia y pérdida alternadas. El enfoque central consistió en evaluar la presencia y estabilidad de modos tipo vórtice con diversos niveles de vorticidad en dicho arreglo, considerando como variables de interés tanto la longitud del arreglo como la intensidad del parámetro no hermítico, el cual se deriva de un potencial disipativo que satisface la simetría de paridad e inversión temporal (Simetría PT). En una etapa inicial, se procedió a identificar los modos propios del sistema, incluyendo aquellos de tipo vórtice, con el propósito de encontrar y caracterizar las regiones en el espacio de parámetros donde estos modos exhiben estabilidad. Posteriormente, se llevó a cabo una exhaustiva verificación de la estabilidad de dichos modos mediante la implementación de la integración directa del modelo, utilizando estos modos identificados como condiciones iniciales. Los resultados obtenidos revelaron un fenómeno intrigante, en donde para valores mayores de la longitud del arreglo, se evidenció una disminución en el dominio de estabilidad a medida que se incrementa el parámetro no hermítico. Contrariamente, se observó que un aumento en la vorticidad generó ventanas de estabilidad notables, especialmente para longitudes más reducidas del arreglo. Este fenómeno sugiere una influencia significativa y, en efecto, beneficiosa de la vorticidad en la estabilidad del sistema, lo que conduce gradualmente a la expansión de estas ventanas de estabilidad desde los sistemas con configuraciones de longitudes de arreglo pequeñas. Este hallazgo desafiante respecto a la intuición convencional tiene implicaciones significativas para la transmisión robusta de haces de vórtices anulares en redes fotónicas de pequeña escala bajo simetría PT. Además, subraya la complejidad de la interacción entre vorticidad, fuerza de ganancia-pérdida y estabilidad en sistemas no lineales. Este estudio no solo contribuye a la comprensión fundamental de la dinámica en sistemas fotónicos bidimensionales, sino que también destaca la importancia de la vorticidad en la estabilidad de modos tipo vórtice.

ID: 31

Geometric states of space in Michelson interference

Valentina López^{1*}, Daniel Peláez¹, Laura Sofía Bravo¹, Samuel Huertas Rojas¹, Román Castañeda¹

¹*Physics Department, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia*

*Email de contacto: vlopezv@unal.edu.co

Non-paraxial interference in ordinary space has been described as the confinement of light, photons, and matter particles in geometric states of space, which are realized as spatially structured Lorentzian wells in the setup volume. Michelson interference is discussed in this framework by regarding the space states dependence from lengths of interferometer arms. It is optically equivalent to considering the space state vertices distributed in a three-dimensional region before the detector plane. This description is potentially relevant in devices where light comes from three-dimensional distributions of points, for instance, the outputs of waveguide arrays in optical or integrated photonics elements.

ID: 32

Indeterminación geométrica en interferencia no-paraxial

**Laura Bravo, Daniel Peláez, Valentina López, Samuel Huertas Rojas, Román
Castañeda**

*Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín,
Colombia.*

*Email de contacto: rcastane@unal.edu.co

A new type of indetermination is discussed in the framework of the exact (non-paraxial) and generalized description of interference in ordinary space. This description, which applies equally to light, photons and matter particles, is based on the novel phenomenological principle of confinement in geometric states of space, which leads to a description different from the classical one. These geometrical states establish cones of Lorentzian cross section that represent the base states of space in the volume bounded by two consecutive planes, where the vertices are located in the input plane and their base is the cross section in the output plane. It has been established that i) the opening angle is equal for all cones and its value is about 70° , and ii) pairs of base states with vertices separated a given distance are excited by a specific cosine mode of the geometric potential, which modulates their Lorentzian cones spatially. The modulation is triggered by the nonlocality or correlation between the vertices of the ground states. In this work it is shown that basis states with vertices within an volume of diameter no greater than $\lambda/10$ can be located at any of the points in that area without introducing any change in the rest of the volume. Furthermore, the pairs of ground states with vertices within this area are not excited by any mode of the geometric potential, regardless of their non-locality. So, all the geometric states with vertices inscribed in this area can be represented by a single basis state with vertex in any point of the area.

The above listed attributes are a clear manifestation of indeterminacy of the geometrical states of space, which is why it has been called geometrical uncertainty. This differs from Heisenberg's uncertainty which was established for particles of matter and deals with dynamical quantities. However, it should be noted that the geometric uncertainty establishes limitations on the Heisenberg uncertainty. Indeed, the geometric uncertainty indicates that the uncertainty in the position of a particle cannot be arbitrarily reduced; similarly, the angular openness of the ground state indicates that the uncertainty in the momentum cannot be arbitrarily increased. It is crucial to take these new approaches into account, both because they constitute a tool for analysis in the understanding of non-paraxial interference, and also because of their importance and relevance for the description of experimental devices at the scales of integrated optics and photonics.

ID: 34

Entrelazamiento espacial de estados geométricos del espacio ordinario en interferencia no-paraxial

**Samuel Huertas^{1*}, Daniel Peláez¹, Laura Bravo¹, Valentina López¹, Román
Castañeda¹**

¹*Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: rcastane@unal.edu.co

Recientemente se ha propuesto un nuevo modelo exacto (no-paraxial) y generalizado de la interferencia, en espacio libre, el cual puede ser aplicado a la luz clásica, los fotones y las partículas de materia no-relativistas. Esta fenomenología diverge claramente de la estándar debido a que le atribuye al espacio ordinario estados geométricos, que pueden confinar la energía luminosa, los fotones y las partículas en regiones específicas, las cuales determinan la morfología de los patrones de interferencia registrados por detectores de módulo cuadrado.

Dichos estados establecen conos de sección transversal Lorentziana en el volumen delimitado por dos planos consecutivos del interferómetro, y sus vértices se encuentran en el plano de entrada, donde se ubica la máscara. Los conos Lorentzianos representan los estados base del espacio. Las parejas de estados base con vértices separados una cierta distancia, dentro de un soporte de no-localidad en el plano de entrada, son excitados por modos cosenoidales específicos del potencial geométrico, el cual los modula espacialmente. Si el valor de no-localidad en el plano de entrada es lo suficientemente alto, el modo del potencial geométrico induce zonas prohibidas para el confinamiento en los estados excitados individuales, caracterizados por valores de energía negativa. Al solaparse los estados excitados individuales, las zonas prohibidas de cada estado coinciden con zonas de confinamiento del otro estado, de manera que ese solapamiento es una condición suficiente y necesaria para caracterizar apropiadamente el observable asociado a mediciones factibles en cada estado individual (los puntos de energía nula son puntos prohibidos que caracterizan la interferencia destructiva, la cual es observada experimentalmente). Esto significa que tales parejas de estados excitados no son separables en general. También se evidencia que dichas parejas de estados excitados están matemáticamente descritos por funciones no-factorizables, lo cual viola una desigualdad de carácter clásico. Debido a los atributos anteriormente mencionados estos estados excitados del espacio ordinario presentan un entrelazamiento espacial, específicamente en las zonas prohibidas de cada uno. Tal entrelazamiento espacial se presenta en el siguiente trabajo y difiere del entrelazamiento cuántico, ya que no depende de las variables dinámicas de los fotones o partículas de materia sino de las condiciones espaciales y de no-localidad preparadas en el plano de la máscara. Además, debe aclararse que el entrelazamiento espacial no se había reportado antes, a pesar de que la interferencia sea un fenómeno ampliamente estudiado desde el siglo 19, porque solo queda en evidencia cuando se identifican estados excitados individuales del espacio, noción que no hace parte de la descripción estándar de la interferencia

ID: 35

Compresión de video holográfico de alto rendimiento utilizando desenvolvimiento de fase espacio-temporal

Sorayda Trejos Gonzalez^{1*}, Alejandro Velez Zea¹, John Fredy Barrera Ramírez¹

¹*Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: sorayda.trejos@udea.edu.co

En este trabajo, presentamos una técnica de compresión de datos holográficos de alto rendimiento. Este enfoque se basa en la correlación temporal encontrada en un video holográfico generado utilizando una fase aleatoria optimizada. Esta correlación temporal hace posible altos niveles de compresión mediante el uso de una representación espacio-temporal (ET), desenvolvimiento parcial de fase (DPF) y un algoritmo de compresión sin pérdidas como DEFLATE. Para probar la efectividad de este método, se crean dos videos holográficos utilizando la técnica de fase aleatoria optimizada (ORAP) y el algoritmo de Gerchberg-Saxton (GS). Los hologramas de fase correspondientes a cada fotograma de un video se convierten a una representación ET, lo que permite el desenvolvimiento de fase espacial y temporal. Probamos el desenvolvimiento de fase a lo largo de las dimensiones espacial y temporal por separado, seguido por la reducción de volumen aplicando el algoritmo de compresión sin pérdidas DEFLATE a la fase desenvuelta en cada caso. Luego, se reconstruye el video holográfico para la fase desenvuelta espacialmente comprimida y para la fase desenvuelta temporalmente comprimida, con el propósito de determinar qué tipo de desenvolvimiento da lugar a el menor volumen y mayor calidad de reconstrucción. Consideramos que esta propuesta representa un avance en el desarrollo de la compresión óptica, estimulando investigaciones adicionales y la investigación interdisciplinaria. En particular, esta contribución es de especial interés para investigadores en áreas relacionadas con la gestión de datos holográficos, el cifrado óptico y los hologramas generados por computador.

ID: 37

Anillos de Newton: una simulación dinámica en GeoGebra

Fabián A. Jalk D.^{1*}, Francisco J. Racedo N.²

¹*Estudiante del programa de Física en la Facultad de C. Básicas de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.*

²*Investigador del grupo GEOEL de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.*

*Email de contacto: fjalk@mail.uniatlantico.edu.co

El desarrollo experimental en las instituciones de educación superior puede ser enriquecido gracias a la implementación de herramientas complementarias, como lo pueden ser las simulaciones, puesto que estas pueden funcionar como complemento de una práctica de laboratorio real, con la que los estudiantes pueden interactuar con el experimento sin necesidad de estar en un laboratorio, facilitando el entendimiento y objetivo de la práctica.

La simulación fue creada a partir de las herramientas proporcionadas por GeoGebra como los deslizadores, las gráficas, las ecuaciones y su propio lenguaje de programación; a partir de estas y de la teoría, se definieron variables dinámicas cuya función principal fue la creación de los anillos luminosos, los diferentes factores que influyen en el desarrollo del experimento y formas para obtener la medición.

La simulación cuenta con deslizadores y botones interactivos definidos a partir de las variables dinámicas (longitud de onda, índice de refracción y radio de la lente) que permiten observar cambios en el diámetro de los anillos; además, también pueden cambiar

otros factores como el color y el medio en el que viaja la luz. Por último, se creó un vernier móvil para la obtención de mediciones coherentes con la teoría.

Para comprobar el funcionamiento de la simulación se seleccionó una luz de color amarillo, con una longitud de onda asignada de 589 nm, un radio de la lente correspondiente a 100 cm y el aire como medio de propagación de la luz; luego, se tomó la medida del diámetro de los anillos haciendo uso del vernier; por último se dedujo la longitud de onda, obteniendo un resultado preciso con respecto al asignado en la simulación.

Con el valor de longitud de onda obtenido en la medición se calculó el porcentaje de error, donde se obtuvo un 0,55% con respecto al valor teórico asignado. Se puede concluir que el uso de herramientas digitales como GeoGebra permiten crear modelos precisos y funcionales como complemento a las experiencias de laboratorio.

ID: 40

Caracterización de la birrefringencia lineal en láminas delgadas de polímeros

Carlos Beltran Martinez^{1*}, Angel Blanco Puerto¹, Cristian Hernández Cely¹, Jhon Pabón Niño¹, Rafael Torres Amaris¹

¹*Universidad Industrial de Santander, Cl. 9 #27, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: carlos2200009@correo.uis.edu.co

La caracterización del retardo de fase introducido por materiales birrefringentes permite su uso como elementos activos de polarización para controlar el estado de un haz polarizado. En este trabajo se caracterizaron un grupo de láminas plásticas comerciales sin fines ópticos mediante un método geométrico a través de su trayectoria descrita por sus estados n emergentes sobre la esfera de Poincaré. La caracterización determinó al grupo de las laminas plásticas como birrefringentes lineales no homogéneos regidos por una estadística de tipo Lorentziana. Por lo tanto, las laminas de polímeros termoplásticos pueden usarse de manera equivalente a una waveplate en aplicaciones didácticas y en entornos de laboratorios, sin embargo, es requerida una caracterización previa de cada muestra debido a su no homogeneidad

ID: 42

Deep Learning with YOLOv8 for the classification of solid waste according to the Peruvian Technical Standard 900.058:2019

¹Castro Casas Alexis Del Piero*, Chamorro Ninamango Ricardo Manuel¹, Pinares Taype Alvaro Santy¹

¹*Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.*

*Email de contacto: alexisdelpiero3034@ieee.org

Poor management of solid waste presents a pressing global challenge, leading to substantial social and environmental consequences. This study introduces a waste detection and classification system based on the deep learning model YOLOv8 and the Peruvian Technical Standard 900.058:2019. Techniques such as data augmentation by Roboflow and GroundingDINO-assisted labeling were utilized to construct a robust and representative dataset comprising approximately 4000 images of debris. Following rigorous training of 100 epochs, the model achieved an average accuracy of 95.8% and a recall of 0.933 in detecting waste categories including plastic, metal, glass, paper, cardboard, and bio-waste. Additionally, a graphical interface was developed to enable real-time execution of the model, yielding an average accuracy of 89.42%. These findings underscore the efficacy of the proposed approach for waste classification, aligning with technical standards and contributing to enhanced waste management practices. Nonetheless, certain areas for further research and improvement are also identified.

ID: 43

Evaluación de desempeño de un sistema de encriptación de doble imagen basado en un correlador de transformada conjunta no lineal en el dominio de Fourier frente a pruebas de oclusión y ruido aplicadas a la imagen encriptada

Juan M. Vilarity^{1*}, María Millán², Ronal Perez¹, Elisabet Pérez-Cabré², Cesar Torres³

¹*Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

²*Grupo de Óptica Aplicada y Procesado de Imagen (GOAPI), Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech, 08222 Terrassa (Barcelona), España.*

³*Grupo de Óptica e Informática, Departamento de Física, Universidad Popular del Cesar, Valledupar 200001, Colombia.*

*Email de contacto: jmvilarity@uniguajira.edu.co

El año pasado, fue propuesto un sistema de encriptación de doble imagen basado en un correlador de transformada conjunta (Joint Transform Correlator, JTC) no lineal

en el dominio de Fourier. El sistema de encriptación emplea un JTC con un plano de entrada totalmente codificado en fase con dos imágenes originales para encriptar de forma simultánea. El sistema de desencriptación emplea dos transformadas de Fourier sucesivas. Las imágenes recuperadas en el proceso de desencriptación son de muy buena calidad y la seguridad del sistema propuesto se ha incrementado debido al uso de un JTC no lineal.

En este trabajo se analiza el desempeño del sistema de seguridad mencionado, cuando la imagen encriptada se ve afectada o modificada por fuentes habituales de degradación, como el ruido o la oclusión. Se comprueba la robustez frente al ruido aditivo y multiplicativo que afecta a la imagen encriptada. También se estudia el efecto de la pérdida de datos debida a la oclusión parcial de la imagen encriptada.

El rendimiento del sistema de encriptación-desencriptación en el dominio de Fourier se evalúa utilizando la métrica de la raíz del error cuadrático medio (Root Mean Square Error, RMSE) entre las dos imágenes originales y las dos imágenes desencriptadas correspondientes, cuando la imagen encriptada está afectada por ruido o modificada por oclusión.

ID: 44

Sistema de encriptación de imágenes en el dominio de Fourier para la autenticación de tres imágenes

Daniel Castilla^{1*}, Adolfo Montero¹, Juan M. Vilardy², María Millán³, Elisabet Pérez-Cabré³

¹Grupo de Optoelectrónica y Procesamiento de Señales (OPSE), Departamento de Electrónica, Universidad Popular del Cesar, Valledupar 200001, Colombia.

²Grupo de Óptica e Informática, Departamento de Electrónica, Universidad Popular del Cesar, Valledupar 200001, Colombia.

³Grupo de Óptica Aplicada y Procesado de Imagen (GOAPI), Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech, 08222 Terrassa (Barcelona), España.

*Email de contacto: vilardy.juan@unicesar.edu.co

Inicialmente, las tres imágenes a autenticar pueden estar relacionadas entre sí, al pertenecer o ser generadas dichas imágenes de una misma persona o de un elemento material, o pueden ser independientes entre sí. Con el propósito de realizar la autenticación de tres imágenes, se propone un sistema de encriptación-desencriptación basado en un correlador de transformada conjunta (Joint Transform Correlator, JTC) no lineal en el dominio de Fourier. La imagen encriptada de valor real se obtiene como la salida del sistema de encriptación basado en un JTC no lineal en el dominio de Fourier, cuando las entradas de dicho sistema de encriptación están dadas por: una imagen original a encriptar, cuatro máscaras de fases aleatorias (Random Phase Masks, RPMs) y tres distribuciones de solo fase que contienen las tres imágenes a encriptar, respectivamente. La imagen de salida resultante del sistema de desencriptación permite la autenticación simultáneamente de las tres imágenes al realizar una comprobación sobre la imagen desencriptada. El proceso de autenticación de las tres imágenes sucede como un resultado del proceso de desencriptación. La seguridad del sistema propuesto es robusta frente ataques de fuerza bruta y texto plano, ya que el espacio de claves es enorme y el sistema de encriptación-desencriptación está basado en un JTC no lineal. Finalmente, se realizan simulaciones

numéricas del sistema de seguridad propuesto con el objetivo de comprobar su correcto funcionamiento.

ID: 45

Analysis of the reproduction of chromatic properties by using hyperspectral spectroscopy and RGB images

J. A. Ramirez-Rincon^{1*}, J. D. Ardila-Useda¹, A. F. Ceron-Molina¹, J. Osorio-Gallego¹

¹*Universidad de América, Facultad de Ciencias Básicas, Grupo de Investigación Physchemath, Ak. 1 #20-53, Bogotá, Colombia.*

*Email de contacto: jorge.ramirez@profesores.uamerica.com

Visual inspection processes are common tools for identifying and sorting objects on various production lines. Typically, trained personnel perform these tasks directly, comparing objects to a standard sample to ensure quality control. However, when these criteria are based on the color of an object, the process becomes more complex. The chromatic appearance of a surface is influenced by the type of illumination and its intensity, which introduces high variability and subjectivity in the final diagnosis. In this work, six chromatic properties of 700 Pantone TCX fabric samples are analyzed using hyperspectral images in the visible range (400-780 nm), comparing the results with those obtained from images in the sRGB and REC2020 color spaces. This process has been automated using a Python tool that identifies, separates and analyzes 35 fabric samples simultaneously in each type of photograph (HSI and RGB), to establish the correlation between the data generated in each case. The results indicate that, due to limitations in the amount of information that can be captured by a three-channel device (RGB cameras), the reproduction of chromatic information is restricted in cases where colors have high saturation and low brightness, i.e., when their spectral fingerprint is concentrated in one of the three main regions.

ID: 47

Automated detection of COVID-19 in radiological medical images using Gabor transform and convolutional neural network

William Yesid Lasso^{1*}, Leiner Barba Jimenez¹, Cesar Torres Moreno¹

¹*Universidad Popular del Cesar, Campus de Hurtado, Valledupar, Colombia.*

*Email de contacto: wlasso@unicesar.edu.co, cesartorres@unicesar.edu.co

Se describe una propuesta de investigación para abordar los desafíos de diagnóstico de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). La pandemia ha destacado la necesidad de pruebas de diagnóstico no invasivas altamente sensibles. Por lo tanto se propone una metodología que utiliza inteligencia artificial y modelado de imágenes para analizar

imágenes de rayos X en el diagnóstico de la enfermedad. Este trabajo tiene como propósito implementar un método de diagnóstico asistido por computadora utilizando imagenología que tiene el potencial de desempeñar un papel vital en el diagnóstico y tratamiento oportuno de la enfermedad COVID-19 en la práctica clínica. Para lograr esto se utilizará un modelo matemático de caracterización de imágenes como la transformada de Gabor así como un algoritmo basado en redes neuronales convolucionales para analizar imágenes de rayos X de tórax incluyendo tomografías y radiografías. Se busca visualizar características relevantes extraídas de las imágenes y establecer correlaciones entre las áreas de lesión y los indicadores clínicos para obtener un marco de clasificación de alta precisión. Esta investigación busca aportar soluciones innovadoras a los desafíos de diagnóstico de COVID-19 aprovechando el potencial de la inteligencia artificial y el análisis de imágenes médicas. Los resultados obtenidos pueden tener un impacto significativo en la detección temprana y el tratamiento efectivo de la enfermedad.

ID: 48

Study of the quasi-Talbot effect with a grid of 600 lines/mm

Emiro Arrieta^{1*}, Nestor Bolognini², Cesar Torres³

¹*Theoretical Physics Group, Surcolombiana University, Neiva, Colombia.*

²*Optical Research Center CIOp (CONICET La Plata-CIC), C.C. 31897, M. B. Gonnet, Argentina.*

³*Optics and Informatics Group (LOI), Popular University of Cesar, Valledupar, Colombia.*

*Email de contacto: emiro.arrieta@usco.edu.co

The Talbot effect or self-image formation is a well-known property of the electromagnetic field by which periodic objects of infinite dimensions when coherently illuminated are capable of providing their own image in a series of parallel planes by free propagation. H Fox Talbot in 1836 was the first to observe the longitudinal periodicity of the electromagnetic field diffracted by a grating. Rayleigh demonstrated the longitudinal periodicity of the field diffracted by a Ronchi grating but when in a periodic or quasi-periodic object the ratio between the period and the wavelength (λ) is less than ten at optical frequencies it is said that this phenomenon enters the regime of the non-paraxial Talbot effect. In this contribution it is intended to show a theoretical study of the quasi-Talbot effect presented by a grating of 600 lines/mm when illuminated with a coherent plane wave of wavelength 616nm for this the diffraction solution is used with the asymptotic expression of the Hankel function of order one of the first kind. The results obtained through numerical calculations with the Mathematics program are compared with experimental results found through a confocal microscope coupled with a highly coherent laser source of wavelength 616nm evidencing good agreement between them.

ID: 49

Three-dimensional reconstruction of objects by double-laser triangulation with smart phone

J. A. Mogollón Ramírez¹, M. L. Molina Prado¹, N. A. Arias Hernández¹

¹*Grupo de Óptica Moderna, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.*

*Email de contacto: nesariher@unipamplona.edu.co

This work presents the development of a 3D scanning system using a smart phone by triangulation with double laser lines and a rotating platform. A structure was designed and built with great flexibility that allows to adjust the angles of the lasers and to zoom in or out the object to be scanned. The designed and built system is provided with two laser lines in order to obtain information of the object that may be hidden in one of the views. Likewise, an application was designed and implemented in a smartphone with Android operating system that allows to capture images, control the elements of the scanner structure via Bluetooth and process the information. The developed app allows using digital image processing methods and taking into account the triangulation configuration, to reconstruct the topography of an object in 3D, obtaining information about the surface of the scanned object in 360 degrees. Several objects with different characteristics, such as: type of material, textures, sizes and reflectivity levels (glossy and matte or opaque) were reconstructed three-dimensionally, which allowed to evaluate the performance of the system and the accuracy of the device.

ID: 50

Thinned fiber optic refractometer (Tapers) for the analysis of water and glycerin mixtures

Leonardo Díaz^{1,5*}, David Monzón², Erika Rodríguez³, Carlos Galíndez⁴, Javier Montoya⁵

¹*Grupo de Óptica e Informática, Universidad Popular del Cesar, Colombia*

²*Grupo de Sensores Ópticos y Microdispositivos, Centro de Investigaciones en Óptica A.C., León, Guanajuato, México.*

³*Centro de Investigaciones en Óptica A.C., León, Guanajuato, México.*

⁴*Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), Grupo de Óptica Cuántica, Universidad del Valle, Colombia.*

⁵*Grupo Modelado Computacional, Universidad de Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: leonardodiaz@unicesar.edu.co, ldiazm@unicartagena.edu.co

The measurement of the refractive index of a liquid allows, among other things, to determine whether it is pure or has been adulterated by the addition of another liquid or soluble solid. In this work, a refractometric technique is proposed to study mixtures of water and Glycerin using a single-mode optical fiber (SMF28) thinned to 15 μ m by the heating and stretching method. Different concentrations (for a total of ten) of Milli Q Water with Glycerin were prepared and their refractive indices measured with an Abbe refractometer are in the range of 1.333 - 1.441 RIU. These samples were used to test our

sensor and showed a good discrimination between the eleven refractive indices analyzed and an excellent performance in optical power at 1550nm. This first study is oriented to the future development of techniques for the detection of pollutants in water bodies.

ID: 51

Design and implementation of a hybrid solar simulator for rigorous photovoltaic evaluation

C.A. García-Yara^{1*}, S. Ramirez-Sanchez¹, J.A. Ramirez-Rincon¹

¹Universidad de América, Facultad de Ciencias Básicas, Grupo de Investigación Physchemath, AK 1# 20-53, Bogotá, Colombia.

*Email de contacto: jorge.ramirez@profesores.uamerica.edu.co

This study presents a proposal for the design and construction of a solar simulation system using a hybrid light source. This design serves as a first and scaled-down version consisting of an array of 14 LEDs of different wavelengths combined with a halogen bulb. Results are discussed in terms of spectral matching, spatial non-uniformity, and temporal instability, within a limited wavelength range of 400-900 nm. A uniform and stable radiant flux density of 50 W/m² has been achieved on the test plane (100 cm²), referenced to the AM1.5G spectrum. The prototype proved a spectral match close to 85%, spatial uniformity 2.6%, and temporal stability of less than 2%, earning a class AAA classification at the specified irradiance level. The primary aim of this research is to investigate solar simulation using a hybrid illumination system, initially on a smaller scale, with a view towards scaling up and implementing it for the analysis of photovoltaic devices. The results involve conducting tests for characterizing and classifying solar simulation using elements of hyperspectral imaging.

ID: 52

Hyperspectral characterization of DSSC solar cells in scaling process

S. Ramírez-Sánchez^{1*}, C. A. García-Yara¹, D.A. Mateus-Garavito¹, L.M. Perez-Caceres¹, G. Dirseu-Lopez¹, J. A. Ramirez-Rincon¹

¹Universidad de América, Facultad de Ciencias Básicas, Grupo de Investigación Physchemath, Ak.1 #20-53, Bogotá, Colombia.

*Email de contacto: jorge.ramirez@profesores.uamerica.edu.co

This study explores the scalability of DSSC solar cells using hyperspectral analysis to characterize their properties. The research focuses on analyzing the uniformity of TiO₂ layers, dye degradation, and silver deposition on larger scale glasses, along with electrolyte injection, crucial for ensuring cell efficiency and stability at a large scale. The results show that the screen-printing deposition process is uniform and scalable, making it suitable for manufacturing on larger scale glasses. Differential degradation was

observed between ruthenium and achiole sensitizing dyes, both showing high stability. These findings highlight the potential of hyperspectral analysis in advancing photovoltaic technology towards more efficient and sustainable production.

ID: 53

Experimental validation of a diffraction efficiency model for complex binary gratings

Jose Camacho¹, Dafne Amaya^{2,3}, Pablo Vaveliuk^{1,4}, Edgar Rueda¹.

¹*Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Universidad de Antioquia, U de A, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.*

²*Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), Gonnet, La Plata, Argentina.*

³*Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, UNLP, Calle 1 y 47, La Plata, Argentina.*

⁴*Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Avenida Calchaqui 1880, Florencio Varela, Argentina.*

*Email de contacto: edgar.rueda@udea.edu.co

In this work, we carry out a comprehensive validation of a recently proposed model for calculating the diffraction efficiency of a Generalized Complex Binary Grating (GCBG) that is a simultaneous composition of binary amplitude and phase gratings. The GCBG is characterized by four degrees of freedom: amplitudes of the two steps, the relative phase between them, and the duty-cycle. We implement a validation approach considering the overall variation range of all these variables and experimentally test cases of grating parameter combinations that are hard to be precisely measured, as for extreme duty-cycle values. In this frame, we exhaustively determine the experimental uncertainties to improve the robustness of the results. The findings highlight a significant agreement between the model and the experimental data, emphasizing the strength of the analytical tool. Additionally, it is pointed out that the diffraction efficiency found by replacing the experimentally obtained parameters does not always follow a Gaussian distribution, presenting some asymmetries that generate non-symmetric uncertainty intervals. In conclusion, this detailed analysis reinforces the reliability of the model and underscores the importance of correctly analyzing the distributions of experimental physical quantities for the proper validation of the model. The method can be extended to validate measurements for other class of grating, specially those that can be recorded by a spatial light modulator.

ID: 55

Propuesta de modelo para soluciones ópticamente activas basado en birrefringentes con modos propios elípticos

Brayan Orlando Pedraza Ayala^{1*}, Jhon Stivenson Pabón Niño¹, Rafael Ángel Torres Amaris¹

¹*Universidad Industrial de Santander, Calle 9 #27, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: brayan2190726@correo.uis.edu.co, rafael.torres@saber.uis.edu.co

El estudio de la actividad óptica (AO) en soluciones es esencial en diversas industrias, destacando su relevancia en química y bioquímica. Se propone un modelo innovador basado en la convergencia de birrefringentes elípticos (BE) con retardos pequeños hacia un birrefringente con modo propio circular (BC). Este enfoque permite una mejor comprensión de la AO y abre nuevas posibilidades en aplicaciones prácticas. Mediante análisis teóricos y experimentales, se demuestra la viabilidad y efectividad de este modelo, lo que representa un avance significativo en la comprensión de la AO en soluciones ópticamente activas

ID: 58

Generación iterativa de hologramas multiplano a color con ligaduras mixtas

Valentina Lobo Ruiz¹, Alejandro Vélez Zea¹, John Fredy Barrera Ramírez¹

¹*Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: valentina.lobo@udea.edu.co

Codificar distribuciones de luz tridimensionales en hologramas es un reto de gran interés por sus múltiples aplicaciones en áreas como la microscopia, la optogenética y la visualización holográfica de información, entre otras. Debido a la complejidad de los campos multiplano no existe un método que permita generar el holograma correspondiente de forma exacta. En particular, algunas de las distribuciones de luz en 3D son físicamente irrealizables, es decir, no es posible generar un holograma cuya solución satisfaga de forma exacta las ecuaciones de Maxwell. Esto implica que se deben buscar métodos aproximados para generar este tipo de hologramas. Otro aspecto importante para tener en cuenta es que los moduladores espaciales de luz (SLM por las siglas en inglés de spatial light modulator) modernos solo son capaces de modular la amplitud o la fase de la luz, pero no ambas al mismo tiempo. En particular, los SLM de solo fase han demostrado una mayor eficiencia, por lo cual la generación de hologramas de fase es de especial interés. Las técnicas de generación de hologramas por computadora (CGH por las siglas en inglés de computer-generated holography) ofrecen un amplio abanico de algoritmos para la generación de hologramas de fase. Algunos de estos algoritmos están enfocados en la eficiencia computacional, mientras que en otros, el objetivo principal es mejorar

la calidad de la reconstrucción. En este trabajo estudiaremos un algoritmo de CGH para la generación de hologramas de fase mul-tiplano. Este algoritmo es una versión del algoritmo de Gerchberg-Saxton global (GSG) incluyendo restricciones mixtas (MC por las siglas en inglés de mixed constraint), el cual presenta una mejora en la calidad de la reconstrucción acelerando la convergencia respecto al GSG convencional. Como contribución original, demostramos la aplicación de este algoritmo para la generación de hologramas de escenas multiplano a color. Se muestran resultados numéricos y se discute la implementación experimental de un sistema de proyección holográfica para este tipo de hologramas multiplano a color.

ID: 60

Thickness determination of gold and silver thin films using three methods: interferometry, Hall effect, and surface plasmon resonance

Maria José Londoño¹, Angélica Pérez¹, Carlos Galíndez¹

¹*Quantum Optics Research Group, Universidad del Valle, Cali, Colombia.*

*Email de contacto: maria.jose.londono@correounivalle.edu.co

Now in Colombia, the contamination of rivers by mercury has emerged as a significant concern, stemming from both legal and illegal mining activities across the nation. Mercury poses severe risks to human health, with the potential to undergo chemical transformations into even more toxic compounds, such as methylmercury. Recognizing the gravity of the situation, the Colombian government has initiated research projects, inviting the scientific community to propose alternatives and conduct studies aimed at addressing this pressing issue. A crucial initial step in combating contamination involves the precise measurement of mercury and heavy metal concentrations within freshwater sources and their tributaries, often at levels as low as parts per billion (ppb). To this end, we have been actively developing optical sensors utilizing optical surface plasmons. A doctoral project is currently in progress at Universidad del Valle, aiming to design a sensor utilizing Surface Plasmon Resonance (SPR) for monitoring mercury concentrations in rivers. This sensor incorporates thin films of gold and silver. A critical aspect of these sensors is the accurate determination of the thickness of thin metallic films. In this study, we present measurements of thin film thickness using three distinct methods, with the objective of identifying the most effective approach. The present work employs interferometry, the Hall effect, and surface plasmon resonance techniques for this purpose, facilitating a comparative analysis of the obtained results.

A Michelson-Morley interferometer is used for interferometry, replacing one of the mirrors with a thin film whose thickness needs to be determined. This mirror is deposited, creating a step so the laser spot hits this point, resulting in a phase shift in the interference pattern. Regarding the Hall effect, a Hall probe was designed, and the corresponding thin film is deposited on it. The Hall voltage of the films is measured using a high-precision voltmeter with a minimum measurement in the picovolt range. This precision is necessary due to the proportion of the thin film used, as the potential difference obtained

is considerably tiny. As for SPR, a He-Ne laser is employed to observe the phenomenon, explicitly considering the Kretschmann configuration. This configuration consists of a dielectric, conductor, and sensing medium trilayer. A prism is used as the dielectric, and either silver or gold is used as the conductor medium.

The project is currently in the development phase; in this process, various depositions have been carried out using different masses. This approach has been adopted to characterize the operational range of plasmonic behavior. Considering these efforts, it has been concluded that the optimal masses to use range between 45 and 48 mg for both gold and silver. This determination has been possible thanks to implementing the experimental setup corresponding to Surface Plasmon Resonance, which allows the observation of the plasmonic phenomenon. This setup obtained data within the specified range, thereby solidifying the understanding of plasmonic behavior in the conducted depositions. Based on the results obtained thus far, the project is poised to advance with a strong foundation. The immediate next step involves the deposition of thin films utilizing each identified method. All requisite setups are in place, streamlining the commencement of thin film thickness determination. Expectations are centered on achieving consistent thicknesses across all depositions. While some heterogeneity in deposition is foreseeable, it is expected that any differences between thin films will not yield substantial disparities among the different methods employed. The overarching aim is to garner comparable and reliable measurements, enhancing the integrity and coherence of the project's findings.

ID: 61

Design and development of a non-invasive blood glucose sensor through the integration of dual wavelength photoplethysmography, bioimpedance spectroscopy and neural networks

Kevin Ocampo¹, Carlos Galindez¹

¹*Quantum Optics Research Group, Universidad del Valle, Cali, Colombia.*

*Email de contacto: ocampo.kevin@correounivalle.edu.co

This study examines the consequences of inadequate monitoring of blood glucose levels, which can lead to complications in diseases such as diabetes, a globally impactful condition with serious implications. We propose the development of a non-invasive system based on optical techniques. The combination of photoplethysmographic signals and convolutional neural networks (CNNs) aims to provide continuous and precise monitoring of blood glucose levels. The database used to train the CNNs consists of photoplethysmographic (PPG) curves and blood glucose values collected at the University of Science and Technology in Mazandaran, Behshahr, Iran. It includes 67 PPG curves collected from 23 patients. Our CNN-based blood glucose estimation model achieved Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and R-squared (R^2) values of 3.67, 1.721, 1.194, and 0.971, respectively.

ID: 62

Diseño y caracterización de un refractómetro basado en un microrresonador para aplicaciones en biosensado

Sebastian Valencia-Garzon¹, Erick Reyes-Vera¹, Estéban Gonzalez-Valencia¹

¹*Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: sebastianvalencia@itm.edu.co

En los últimos años, la fotónica del silicio se ha convertido en una de las plataformas de integración fotónica más prometedoras, debido a la combinación de materiales con contraste de índices muy elevado y los avances de las tecnologías de fabricación de circuitos fotónicos. Por otro lado, recientemente se han hecho muchas demostraciones de dispositivos fotónicos integrados, como moduladores, fotodetectores basados en germanio e incluso fuentes, detectores integrados, entre otros. Entre estos dispositivos se encuentran, los anillos microrresonadores, los cuales destacan por su versatilidad, y que, gracias a sus propiedades ópticas específicas han impulsado el desarrollo de diversas técnicas para optimizar sus geometrías. Las aplicaciones de estos sensores se centran sobre todo en el sector clínico, pero también son populares en la industria alimentaria, la detección medioambiental y tóxica, la defensa y las aplicaciones marinas. En los biosensores ópticos, el reconocimiento del analito biológico se transforma en algunas propiedades relacionadas de la luz óptica. biológico se transforma en algunas propiedades relacionadas de la luz óptica. Los biosensores ópticos se componen de una fuente de luz, un medio conductor de luz y un fotodetector.

ID: 63

Using a Hong-Ou-Mandel interferometer to characterise single-photon pair indistinguishability

Juan E. Murillo^{1,2}, Omar Calderón-Losada^{1,2}, John H. Reina^{1,2}

¹*Centre for Bioinformatics and Photonics (CIBioFi), Universidad del Valle, 760032 Cali, Colombia.*

²*Quantum Technologies, Information and Complexity Group (QuanTIC), Departamento de Física, Universidad del Valle, 760032 Cali, Colombia.*

*Email de contacto: juan.esteban.murillo@correounivalle.edu.co

In a seminal 1987 experiment by Hong, Ou, and Mandel (HOM), a significant quantum phenomenon was discovered: The HOM effect. It was observed that, in a distinctive two-photon quantum interference setup, when two indistinguishable photons hit the two input ports of a 50:50 beam splitter, coincident detections were nullified. This effect stems from the destructive interference between the probability amplitudes for the two photons. Double transmission and double reflection occur at the beam splitter, meaning that the probability amplitude of both photons being transmitted cancels out the

probability amplitude of both photons being reflected. The HOM effect is one of the hallmarks of quantum behaviour and cannot be understood from a classical wave interference perspective.

The HOM effect has demonstrated significant promise for utilisation in a range of quantum optical applications, specifically with regard to investigating the degree of indistinguishability between a pair of photons and exploring the morphology of a sample via the quantum optical coherence tomography (QOCT) protocol. In this study, a HOM interferometer was implemented to evaluate the indistinguishability of photon pairs generated via the spontaneous parametric down-conversion process in a nonlinear β -BBO crystal. Our results confirm its capacity to produce identical photon pairs and its suitability as a light source for QOCT applications.

ID: 64

Floquet analysis of periodic modulated spin-1 Mott-insulating lattice-bosons

Santiago Olave Escobar¹, Karem Rodriguez Ramirez¹

¹*Physics Department, Universidad del Valle, A.A 24350, Calle 13 #100-00, Cali, Colombia.*

*Email de contacto: olave.santiago@correounivalle.edu.co

In this work we study the dynamics of bosons possessing the minimal internal spin degree of freedom, i.e., spin-1, in a one dimensional optical lattice, within the strongly interacting Mott insulator regime. The system is described by the bilinear biquadratic Heisenberg Hamiltonian in terms of quadrupolar and spin operators by taking advantage of the SU(3) symmetry present in the system, using either the magnetic (quadrupolar) basis or the coherent spin basis, in presence of engineered external, linear and quadratic, periodic magnetic fields. The periodic behavior of these external fields allows the use of Floquet Theory, being our goal to describe the magnetic dynamics of the system by means of the Floquet spectrum analysis unveiling the behavior of the quadruple while the dynamics is taking place.

ID: 65

QT SoftEdu: Programming of a graphical user interface in ROOT as a pedagogical strategy in teaching quantum tunneling effect

Sandra Agudelo, Julian Salamanca

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

*Email de contacto: smagudelog@udistrital.edu.co

Physics teaching faces significant challenges in the abstract realm of quantum mechanics, where subatomic particles defy common perception. One strategy to smooth the

learning curve in this branch of physics is the use of pedagogical tools such as analogies; these not only make quantum mechanics more understandable to students by establishing relationships between quantum phenomena and more familiar situations, but also provide teachers with a greater amount of resources when dealing with the abstractions of this area of physics in the classroom.

The current work focuses on the presentation of the development and programming of a Graphical User Interface through CERN's ROOT framework, where an In-Silico virtual laboratory is created that establishes an analogy between the phenomenon of Frustrated Total Internal Reflection and the Tunnel Effect in one dimension, which is commonly mentioned in the literature and demonstrates an intersection between quantum mechanics and classical optics. This scientific-technological resource focuses on providing an approach to the tunnel effect by varying parameters and analyzing its transmission coefficient.

ID: 66

Structural, morphological and optical characterization of ZnO nanowires

Alvaro Daniel Jamiroy Aricapa^{1,2}, John Betancourt^{2,3}, Edgar Mosquera-Vargas^{1,2}

¹*Grupo de Transiciones de Fase y Materiales Funcionales, Departamento de Física, Universidad del Valle, Santiago de Cali 760042, Colombia.*

²*Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), Universidad del Valle, Santiago de Cali 760042, Colombia.*

³*Grupo de Películas Delgadas, Departamento de física, Universidad del Valle, Santiago de Cali 760042, Colombia.*

*Email de contacto: alvaro.jamiroy@correounivalle.edu.co,

ZnO nanowires were grown on zinc foil using the thermal evaporation method. The nanowires were characterized by vibrational spectroscopy, UV-VIS absorption, room temperature photoluminescence (PL), scanning electron microscope (SEM), and energy dispersive X-ray spectrometer (EDS). The characteristic E2 mode corresponding to the optical phonon of the hexagonal wurtzite structure was observed in the Raman spectrum. FTIR spectroscopy confirm the Zn-O bonds at low wavenumber. Using Kubelka Munk method and the Tauc function, the energy bandgap was determined to be 3.24 eV. Photoluminescence spectroscopy shows an intense emission band at 491 nm (2.53eV) accompanied by other relatively less intense bands, which are due to various defects in the fabricated nanowires. SEM images and EDS analysis were performed to show the morphological and compositional characteristics of the sample. SEM images show that the ZnO nanowires have diameters less than 60 nm and length greater than 1 μm . ZnO nanowires have potential application in optoelectronic devices.

Keywords: Nanowires, ZnO, Spectroscopy, Characterization.

ID: 67

Implementation and evaluation of a cost-competitive open-source DLS-Type measurement system for micro and nanoparticles

José Luis González¹, Ricardo Araguillin López^{1,2}, César Costa Vera¹

¹*Departamento de Física, Escuela Politécnica Nacional, Quito 170109, Ecuador.*

²*Departamento de Automatización y Control Industrial, Escuela Politécnica Nacional, Quito 170109, Ecuador.*

*Email de contacto: *jose.gonzalez02@epn.edu.ec

This study introduces a cost-effective and accessible Dynamic Light Scattering (DLS) system for measuring the hydrodynamic diameter of microparticles. The system utilizes 3D-printed components, an open-source algorithm, and a modular laser source, making it readily reproducible and adaptable for various research needs.

The method leverages the Brownian motion of particles in solution to estimate their size. Backscattering and side scattering configurations were implemented to accommodate different particle properties. Validation using polystyrene microspheres demonstrated excellent agreement with theoretical predictions (error $\leq 5\%$).

This DLS system offers a valuable tool for researchers due to its affordability, ease of construction, and open-source software. The modular design allows for exploration of different wavelengths, potentially extending its applicability to a wider range of nano and microstructures.

ID: 68

Cryptosystem for secure image encryption based on the Gabor transform

William Lasso, J. Vilardy, César O. Torres

Optics and Informatics Group LOI, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia.

*Email de contacto: wlasso@unicesar.edu.co

To improve the secure digital image encryption systems today, numerous studies have been made with different methods and novel algorithms have been proposed; the optical and digital image information processing systems have been widely studied for various security purposes; a new symmetric encryption technique using information security with optical means such as double random phase encoding and Gabor transform has been investigated by various researchers. We present a review of optical technologies for information security using the Gabor transform and the advantages and potential weaknesses of this optical security system are analyzed and discussed. Finally, in this paper, we propose an implemented optical setup based on a novel encoding technique; the optical image encryption was based on diffractive imaging and the Gabor transform. The effectiveness and robustness of the proposed cryptosystem have been analyzed on the basis of various

parameters by simulating on MATLAB. This method can be used for high-security applications in optical security systems but also may shed some light on future developments of these.

ID: 69

Influence of reducer-precursor molar ratio on the development of thiamine functionalized silver nanoparticles by optical detection of mercury

Angelica Pérez, Wargner Moreno, Carlos Galíndez, Walter Torres

Universidad del Valle, Calle 13 # 100-00, Cali, Colombia.

*Email de contacto: angelica.perez@correounivalle.edu.co

Monitoring pollutants in water resources is becoming increasingly crucial due to the growing impact of anthropogenic activity on society. Therefore, monitoring and analyzing the status of water resources is crucial for the scientific community. This work focuses mainly on the process of detecting mercury concentrations through the analysis of the optical response of functionalized nanoparticles. So far, the scientific community has been developing various heavy metal detection systems, such as inductively coupled plasma mass spectrometry, among others. However, these techniques require robust equipment and highly skilled labor to operate and prepare samples, incurring high costs and thus limiting their implementation in developing countries. Therefore, using silver nanoparticles (AgNPs) as sensors can offer an economical and rapid method for detecting environmental mercury. This work focuses on developing AgNPs through chemical synthesis, using silver nitrate as a precursor, sodium borohydride as a reducing agent, and trisodium citrate dihydrate as a stabilizer functionalized by thiamine as a ligand. The present work conducts a study leading to the production of AgNPs, controlling size by three different molar ratios, which obtained the optical absorption response of AgNPs in the presence of mercury chloride as an analyte in the detection range of ppb concentration, getting the calibration curves for each molar ratio, founding that the average size of thiamine-functionalized nanoparticles with the best optical response (highest slope of 5.79549×10^{-5} A.U./nM) for detecting the analyte was those with a hydrodynamic diameter of 43.510 nm obtained from a reducer-precursor ratio of 2.7, being the coefficient of determination $R^2 = 0.90246$ suggested a linear response under the considered concentration range studied.

ID: 70

Determination of cadmium in cocoa beans using laser-induced breakdown spectroscopy

Raquel Pincay¹, Juan Molina^{1,2}, César Costa Vera¹

¹*Spectroscopy Lab, Department of Physics, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*

²*'Arroyo Seco' Institute of Physics, University Campus, Faculty of Exact Sciences, UNICEN, (B7000GHG) Tandil, Buenos Aires, Argentina.*

*Email de contacto: leila.pincay@epn.edu.ec

The LIBS technique is evaluated for its application to the analysis of Cadmium (Cd) in Ecuador's cocoa beans. Cd quantification is crucial for public health, the environment, and agriculture. A systematic pellet preparation method was established, mixing cocoa powder with known cadmium nitrate amounts. LIBS plasmas were generated in air and nitrogen atmospheres using a pulsed Nd: YAG laser (1064 nm, 8 ns; 75 mJ/pulse). Spectral emissions were examined for optimal experimental conditions (Delay time: 3 μ s; 75 mJ/pulse; LTSD: 82 mm). Despite differing from prior studies due to concentrations, the technique qualitatively detected significant Cd via the 346.766 nm and 361.051 nm peaks.

ID: 72

Decoherence-assisted quantum key distribution

**Daniel R. Sabogal¹, Daniel F. Urrego², Juan Rafael Alvarez^{4,5}, Juan P. Torres^{2,3},
Alejandra Valencia¹**

¹*Laboratorio de Óptica Cuántica, Univ. de Los Andes, 4976 Bogotá, Colombia.*

²*ICFO – Institut de Ciències Fotoniques, The Barcelona Institute of Science and Technology, 08860 Castelldefels, Barcelona, Spain.*

³*Department of Signal Theory and Communications, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.*

⁴*Université Paris-Saclay, CNRS, Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, 91120, Palaiseau, France.*

⁵*Clarendon Laboratory, University of Oxford, Parks Road, Oxford OX1 3PU, United Kingdom.*

*Email de contacto: ac.valencia@uniandes.edu.co

We present a theoretical and experimental study of a controllable decoherence-assisted scheme for quantum key distribution. Our scheme is based on the possibility of introducing a controllable decoherence in polarization to a qubit used for communicating through a quantum key distribution channel. Theoretically, we show that our method reduces the amount of information that an eavesdropper can obtain in the BB84 protocol under the entangling probe attack. Experimentally, we demonstrate that, when applied to the BB84 protocol of QKD, the controllable decoherence scheme enables the recovery of low QBER values, despite the presence of large decoherence.

ID: 74

Tracking tumors via convolutional neural networks in ultrasound images

Caleb D. Romero-Mercado¹, Sonia H. Contreras-Ortiz¹, Andres G. Marrugo¹

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena-Bolívar, Colombia.*

*Email de contacto: cromero@utb.edu.co

Tracking objects in ultrasound images presents a challenge, particularly in dynamic scenarios involving patient movement or irregular objects with high noise. This work

is dedicated to the pursuit of reliable object centroid detections in ultrasound images. To achieve this objective, we implement LodeStar, a convolutional neural network optimized for training with a single ultrasound image sample containing the object. The generation of ground-truth ultrasound images is facilitated by the MUST (MATLAB Ultrasound Toolbox). Subsequently, a trajectory is defined using object centroids, creating a sequence-like representation. To enhance the network's capabilities, contrast image level variations and object deformation are systematically introduced during training. The results demonstrate the efficacy of our approach, showcasing a light-weight convolutional neural network with an error range between 0.03 to 1.06 cm, measured using the Euclidean distance as the performance metric. In conclusion, the demand for light-weight convolutional neural networks ensuring low training time is underscored. Additionally, recognizing the significance of an additional post-processing stage to mitigate outliers is emphasized for enhanced accuracy in object tracking.

ID: 75

Automatic object detection-and-counting method using single-shot self-supervised learning and 3D sensing in resource-limited environments

Juan C. Peña¹, Eberto Benjumea¹, Raúl Vargas¹, Lenny A. Romero², Alberto Patino-Vanegas², Andres G. Marrugo¹

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

²*Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: penaj@utb.edu.co

Custom object detection systems are essential for meeting the specialized requirements of diverse applications, including manufacturing and biomedical engineering. Conventional deep-learning methods outperform these tasks but depend on large volumes of labeled data. This study presents a deep-learning method for object detection that reduces the amount of labeled training data to a single unlabeled 3D image obtained by a structured light system. By incorporating a 3D data augmentation stage and using a multi-scale prediction approach, we ensured robust detection and counting across different orientations and scales. This method drastically reduces the training data and improves the accuracy and robustness of the data processing using 3D sensors under limited environmental and computational conditions. The performance of this method indicates its suitability for adoption in a wide range of real-world sensor applications, providing a solid framework for advanced 3D sensor systems and offering a scalable and efficient solution for complex detection and counting tasks.

ID: 76

A calibration comparison of a structured light system and its digital twin

Fernando Quintero¹, Eberto Benjumea¹, Andrés G. Marrugo¹, Lenny A. Romero²

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

²*Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: fquintero@utb.edu.co

Structured light system has been used widely in optical metrology due to its high accuracy in 3D reconstructions and its practicality to obtain the measurements via encoding patterns. Owing to recent advances in computer graphics and the growing popularity of digital twins, some works have implemented the creation of digital twin of structured light system to perform diverse tasks including the simulation of variety of illumination conditions, generation of numerous datasets for train machine learning models, reconstruction of virtual objects, among others. However, there is insufficient works that had analyzed the correct assessment of these digital twins of structured light system. Here we present a comparative study of the calibration of a physical structured light system and its digital twin using computer graphics. First, we calibrate the real system in order to obtain the intrinsic and extrinsic calibration parameters that will be used to create the virtual system. We use Blender, an open-source computer graphics software for 3D modeling and simulating the camera and projector. Then, we perform a virtual calibration using virtual boards identical to the real ones used in the real world. Additionally, we simulate the distortion of the lens for the camera and projector. We show that the reprojection errors obtained via calibration of the virtual system are comparable to the real system. The virtual calibration parameters including distortion parameters show low differences compared to the real ones (focal length error is below 0.1 pixels).

ID: 77

Simulated total hemoglobin distributions in capillaries and blood vessels by visible-light optical coherence tomography

Isabella Gómez Gallego¹, Carlos Cuartas Vélez², René Restrepo Gómez³

¹*Undergraduate Engineering Physics, School of Applied Sciences and Engineering, EAFIT University, Medellín, Colombia.*

²*Biomedical Photonic Imaging Group, Faculty of Science and Technology, University of Twente, Enschede, The Netherlands.*

³*Applied Optics Research Group, School of Applied Sciences and Engineering, EAFIT University, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: igomezg3@eafit.edu.co

Optical Coherence Tomography (OCT) has transformed the non-invasive visualization of biological structures with high-resolution. Visible-Light Spectroscopic OCT (vis-OCT), an extension of OCT, has even higher resolution and contrast due to the use of

shorter wavelengths (400 -700 nm), which expands its potential applications in biomedical research. One of the current challenges in this field is the accuracy and localized quantification of hemoglobin concentration ([tHb]). This work approaches this issue by generating simulated skin tomograms with the aim of analyze whether a [tHb] quantification model for vis-sOCT can differentiate between capillaries and blood vessels in the skin. A flexible model for the simulation of skin tomograms was implemented, which allows choosing the parameters of the optical system, configurations of blood vessels and capillaries, and includes optical properties according to the medium. The results show a significant influence by factors such as depth and diameter of blood vessels in the [tHb] quantification model. A limitation in the detection of capillaries was identified due to the resolution of the [tHb] quantification model, futhermore an overestimation of [tHb] values at deeper depths, probably in account of the limited plane of focus in the real system and assumptions in the simulated optical model. Therefore, implementations are also proposed to eliminate or counteract the limitations found.

ID: 78

Análisis de complejos DNA-fármaco con varios modos de unión, utilizando la técnica de pinzamiento óptico

Wilson Ferney Pinzón Bernal¹

¹*Universidad Federal de Vicosa, Vicosa, Brasil.*

*Email de contacto: wilsonferneyp@hotmail.com

Actualmente, el estudio de complejos DNA-Farmacos es un tema de investigación relevante en varias ramas del conocimiento. Uno de estos complejos es el formado con Berenil, un medicamento con actividad quimioterapéutica, inhibidora del crecimiento del ADN y utilizado en el tratamiento de la tripanosomiasis bobina. Usando la técnica de pinzamiento óptico en el régimen entrópico, fue observada la variación de la longitud de contorno y persistencia del complejo DNA-Berenil en función de la concentración del fármaco en la presencia de fuerzas iónicas altas y bajas. Los resultados muestran dos posibles comportamientos de interacción, ambos dependientes de la fuerza iónica en solución.

ID: 79

Experimental measurement of diffusion coefficient in liquids using holographic interferometry

Néstor Alonso Arias Hernández, Martha Lucía Molina Prado

Grupo Óptica Moderna, Departamento de Física, Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.

*Email de contacto: marlumopra@unipamplona.edu.co

The measurement of the diffusion coefficient (DC) in liquids using Holographic Interferometry (HI) is presented in this paper. The phenomenon of diffusion is the gradual mixing of substances until the concentrations are the same, in the case of substances in liquid phase, the diffusion of a solute in a solvent. The measurement of CD by means of HI allows to perform non-destructive tests, to measure the CD for any liquid system without any restriction, taking a shorter calculation time compared to the chemical approach, moreover, by measuring it by means of HI, it is not necessary to prepare the sample. The diffusive process that takes place between two liquids inside the cell where the phenomenon is generated produces a gradient between the refractive indices of both solutions. Finally, experimental results of the recording of the diffusive phenomenon and the obtaining of the diffusion coefficient of ethanol and gasoline are showed, from the comparison between interferential fringes of the same order recorded in a CMOS type digital camera for different times, taking into account the distances at which they appear from the interface between the two liquids.

ID: 81

Desarrollo de un sensor óptico basado en una fibra óptica en forma de nudo recubierta con grafeno oxidado

Camila Noreña^{1,*}, Sindi Horta Piñeres², Duber Ávila Padilla²

¹ *Estudiante de Maestría en Ciencias Físicas. SUECaribe Joven Investigador, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Cesar, Colombia.*

² *Grupo de óptica e Informática, Universidad Popular del Cesar, Departamento de Física Química y Afines, Valledupar, Cesar, Colombia.*

*Email de contacto: candreanorena@unicesar.edu.co

En esta investigación, se reporta el desarrollo de un dispositivo de sensado basado en una fibra óptica en configuración tipo knot, recubierta con una capa de grafeno oxidado para la medición de índice de refracción. El dispositivo desarrollado, consta básicamente de una fibra óptica multimodo MMF con un lazo de diámetro definido, recubierta a través de la técnica Dip-Coating con óxido de grafeno reducido rGO. El principio físico de caracterización del dispositivo, esta basado en la interrogación de la señal óptica transmitida por la fibra en función de los cambios de índice de refracción de un analito. Para la determinación de la sensibilidad, fueron analizados picos de transmisión, en donde se evidenciaron ligeros desplazamientos espectrales en el rango de 400-600 nm. Las sensibilidades obtenidas en el dispositivo son relativamente mejores que otras sensibilidades reportadas por algunos autores.

ID: 82

Implementation of computer vision based algorithms for biomechanical risk estimation in upper limbs during activities with repetitive movements

Mónica Andrea Camargo Salinas^{1,*}, John F. Suárez-Pérez¹, Nasli Yuceti Miranda Arandia¹

¹*Universidad de América, Av. 1 # 20 - 53, Bogotá, Colombia.*

*Email de contacto: monica.camargo@profesores.uamerica.edu.co

Biomechanical risk, which implies the possibility of facing adverse events during work activities, is intrinsically linked to the occurrence of musculoskeletal disorders and affects various occupations. This category of impairment, predominantly associated with occupational diseases, has a variable impact depending on the specific characteristics of the performed task. Factors such as repetitive movements, forced postures, and handling of loads, among others, can trigger this risk.

In order to prevent and control this risk, it is essential to carry out diagnoses and evaluations using validated methods or instruments. The acquisition of data through these instruments requires techniques that minimize subjectivity and reduce the time needed for data capture. In this context, this document describes the results of research that implements computer vision-based algorithms to assess biomechanical risk associated with repetitive movements in the upper limbs. This evaluation was conducted on workers in the pharmaceutical industry, specifically in production and conditioning activities. The risk assessment methodology used as a basis was the OCRA Checklist, and computational algorithms based on the "You Only Look Once" YOLO and YOLO-Pose models were implemented, obtaining promising results from the implementation of a semi-automated biomechanical risk measurement model.

ID: 84

Plasmonic surface lattice resonances in arrays of gold nanoparticles

Carlos J. Rojas^{1,*}, César A. Herreño Fierro², Mario Zapata-Herrera³

¹*Universidad Central, Carrera 5 n.º 21-38 FICB, Bogotá, Colombia.*

²*Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Carrera 3 # 26A-40 PCLF 110311, Bogotá, Colombia.*

³*Donostia International Physics Center, Paseo Manuel de Lardizabal 5 20018, Donostia-San Sebastián, Spain.*

*Email de contacto: crojasb3@ucentral.edu.co

In this work, We develop a systematic computational study of localized surface plasmon resonances (LSPR) in periodic arrays of gold nanoparticles (AuNPs). Specifically, we analyze the influence of the geo-metrical features of the nanoparticles (shape and size), the dielectric environment (refractive in-dex), and the lattice parameter (in a square lattice),

on the quality factor (Q) of the LSPRs in this type of nanosystem. Our results allow us to characterize the sensitivity of these surface lattice resonances (SLR) to changes in the dielectric environment as a principle of operation in conceptual prototypes of plasmonic transducers for biodetection. The influence of geometrical parameters on the excitation of surface plasmons in periodically distributed nanoparticles serves as a theoretical basis for the improvement of the control of the optical response of these systems and opens the way for the analysis of more complex realistic geometries and their applications in biosensors.

ID: 88

Medición de la función de coherencia compleja a partir de la polarización

Angel Blanco Puerto^{1,*}, Rafael Torres Amaris¹

¹ *Universidad Industrial de Santander, Cl. 9 #27, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: angelblanco43@gmail.com

El estudio presenta un método para abordar el carácter estadístico de la luz. Se propone una metodología que incorpora la información estadística de las fuentes de luz mediante la curva de despolarización, permitiendo una descripción más completa acerca del verdadero carácter de las fuentes. Los resultados resaltan la obtención de la función de coherencia de grado complejo para fuentes parcialmente coherentes, lo que proporciona una medida más directa de parámetros estadísticos como el grado de coherencia y polarización. Esta metodología ofrece una herramienta valiosa para caracterizar los estados de polarización de las fuentes parcialmente coherentes, con posibles aplicaciones en sistemas de comunicación cuántica o fotónica.

ID: 89

Deep Learning for fungal spore recognition: Automatic counting for aerobiological analysis

Damaris A. Jimenez-Uribe¹, Hernando Altamar-Mercado¹, Rosa Acevedo-Barrios¹, Carolina Rubiano-Labrador¹, Alberto Patiño-Vanegas^{1,*}

¹ *Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Km 1, vía Turbaco, Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: apatino@utb.edu.co

Respiratory allergies caused by fungal spores affect 30% of individuals with a genetic predisposition, and severe asthma symptoms can even be fatal. Despite the importance of detecting and preventing these allergies, traditional aerobiological sampling methods involve manual microscopic analysis, a task that requires significant time and highly skilled personnel. In this context, we propose the use of deep learning for the automated detection and classification of fungal spores from optical microscope images. Convolutional Neural

Networks (CNNs) were trained using YOLOv8 for the detection and counting of three different types of fungal spores. When compared to manual counting performed by an expert, the error percentage is considered tolerable for aerobiological analysis involving a large number of images. Additionally, a considerable reduction in counting time was observed

ID: 90

Simulation of Dual-band generation in a mode-locked Erbium-doped fiber laser based on monolayer graphene

Esteban Marulanda^{1,2,*}, Sergio Castrillon^{1,3}, Javier F. Botia¹, Juan D. Zapata¹

¹ *Applied Telecommunications Research Group (GITA), Faculty of Engineering, Department of Electronic Engineering, Universidad de Antioquia (UdeA), Calle 50 No. 73-21, 050034 Medellin, Colombia.*

² *Grupo de Óptica y Fotónica, SIU – Sede de Investigación Universitaria, Torre 1 Sótano 2, Óptica, Medellín, Colombia.*

³ *Mackenzie Presbyterian University, School of Engineering, Rua da Consolação 930-São Paulo/SP 01302-907, Brazil.*

*Email de contacto: esteban.marulandaa@udea.edu.co

We simulate Dual-band in an Erbium-doped fiber laser cavity composed of graphene as a saturable absorber. The simulation shows a high dependence on the pulse's central wavelength generated with Erbium's peak gain. We compare the simulation results for pulse generated at 1530 nm, 1550 nm, and dual-band at these wavelengths with the experimental implementation of the cavity. We found that the relative percentage error for the spectral width was 22.7%, 11.3% at 1530 and 1550 nm, respectively. For dual 2% and 15% at 1530 nm and 1550 nm.

ID: 91

Physical interpretation of a generated class-label vector by GK-Means in Spectral Width and Mean Power Analysis of Supercontinuum

Esteban Marulanda^{1,2,*}, Sergio Castrillon^{1,3}, Juan Pablo Gomez¹, Daniel H. Martinez¹, Javier F. Botia¹, Juan D. Zapata¹

¹ *Applied Telecommunications Research Group (GITA), Faculty of Engineering, Department of Electronic Engineering, Universidad de Antioquia (UdeA), Calle 50 No. 73-21, 050034 Medellin, Colombia.*

² *Grupo de Óptica y Fotónica, SIU – Sede de Investigación Universitaria, Torre 1 Sótano 2, Óptica, Medellín, Colombia.*

³ *Mackenzie Presbyterian University, School of Engineering, Rua da Consolação 930-São Paulo/SP 01302-907, Brazil.*

*Email de contacto: esteban.marulandaa@udea.edu.co

The polarization state of an erbium-doped fiber laser was changed, and its dependence on the spectral width and mean power generated at the end of a high-nonlinear fiber was investigated. The GK-Means algorithm was applied to identify clustering patterns in the spectral width and mean power. Finally, linear polarized vectorial solitons were simulated as the input of the high-nonlinear fiber, providing a physical interpretation of the clusters proposed by GK-Means. A comparison of the simulation and experimental data revealed approximately 42% of coincidences.

ID: 92

Quantum coherent control of molecules at room temperature

Juan Manuel Scarpetta^{1,*}, Omar Calderón^{1,2}, John Henry Reina^{1,2}

1 Centre for Bioinformatics and Photonics (CiBioFi), Universidad del Valle, Cali, Colombia.

2 Departamento de Física, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

*Email de contacto: scarpetta.juan@correounivalle.edu.co

This study explores quantum coherent control techniques applied to molecular systems at room temperature, specifically focusing on ultrafast quantum coherence and photoluminescence induced by a femtosecond pulsed laser. Our work involves the development of a theoretical model for an N-level system subjected to an external chirped pulse within a dissipative environment, described by a Lindblad equation. Numerical simulations were performed to analyze the dynamics of electronic populations and coherences based on control parameters. Several experiments have been conducted using a TiF-15 Ti:Sapphire femtosecond laser to control the pulse's amplitude and spectral phase. The validation of the pulses was performed using a FROG algorithm, and subsequently, the coherent control experiment was set up alongside the optimization and parameters extraction algorithm, laying the foundation for quantum coherent control with potential applications to quantum technologies.

ID: 93

Una revisión de los materiales de registro de lentes holográficas para aplicaciones de concentración de energía solar

Eder Alfaro^{1,*}, Juan M. Vildary¹, Marlon Bastidas², Carlos Jimenez¹, Tomás Lloret³, Marta Morales-Vidal³, Inmaculada Pascual³, Marcela Osorio⁴, Haider Bermudez⁴, Elias Vides⁵

¹ Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.

² Grupo de Investigación Desarrollo de Estudios y Tecnologías Ambientales del Carbono (DESTACAR), Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, La Guajira, Colombia.

- ³ *Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía, Universidad de Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, España.*
- ⁴ *Estudiante de Ingeniería Ambiental, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*
- ⁵ *Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*
- *Email de contacto: ealfao@uniguajira.edu.co

Los elementos ópticos holográficos (Holographic Optical Elements, HOEs) actúan como lentes holográficas (Holographic Lenses, HLs), los cuales se están aplicando para concentrar el espectro visible del sol en un punto o línea focal. De este modo, la energía solar concentrada puede convertirse en energía eléctrica o térmica mediante una celda fotovoltaica o un tubo absorbedor térmico. En las HLs se registran múltiples lentes convergentes capaces de seguir pasivamente el movimiento aparente del sol con un ángulo de aceptación elevado, lo que permite sustituir los sistemas de seguimiento solar, así como reducir los costos de las estructuras de soporte, ya que las HLs son algo más ligeras y baratas. Este artículo ofrece una amplia visión de los avances y usos históricos y actuales de las HLs en la concentración de energía solar. La revisión se centra en el material de grabación típicamente empleado para las HLs en los colectores solares fotovoltaicos y/o térmicos. Esta revisión muestra que el uso de HLs para la transformación de energía consigue una eficiencia de alto rendimiento de los sistemas físicos diseñados, además, se presentan algunos elementos importantes a tener en cuenta para futuros diseños, especialmente los relacionados con el material de grabado de la HL. Por último, el artículo esboza futuras recomendaciones, haciendo hincapié en las posibles oportunidades y retos de investigación para los investigadores que se adentren en el campo de los colectores solares fotovoltaicos y/o térmicos basados en HLs.

ID: 94

Diseño preliminar de una plancha de cocina a vapor basada en un colector cilindro parabólico en el departamento de La Guajira

Elías Vides¹, Haider Bermudez², Marcela Osorio², Eder Alfaro³, Juan Vilardy³

¹ *Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

² *Estudiante de Ingeniería Ambiental, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

³ *Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

*Email de contacto: edvides@uniguajira.edu.co

Según la información sociodemográfica del pueblo Wayúu realizada por el DANE (2018), alrededor del 84,2% de la población Wayúu reside en área rural dispersa, lo cual hace que sea muy complicado suministrar los servicios de electricidad y gas natural a las comunidades que habitan allí, así mismo, según la misma institución solo el 5,7% cuenta con el servicio de gas natural, lo cual es una cifra muy alarmante y preocupante, porque estas personas no pueden realizar la cocción de sus alimentos de manera sostenible y eficiente.

Frente a esta problemática, el uso de la energía solar como fuente principal para la cocción de alimentos es una solución concreta para reducir la dependencia de las formas convencionales que utiliza gran parte de la población Wayúu, entre las que se encuentra la leña y el carbón, los cuales son muy conocidos mundialmente por emitir gases de efecto invernadero a la atmosfera.

Con lo anterior, se pretende hacer el diseño de un prototipo de una plancha de cocina a vapor basada en un colector cilindro parabólico, es decir, se requiere diseñar una plancha que va a estar conectada a un tanque de almacenamiento de vapor, con la que se podrán cocinar los alimentos y que suministrará la energía cuando no existan las condiciones climáticas favorables, y este a su vez estará conectado al colector cilindro parabólico, el cual convertirá la energía solar en energía térmica. Para esto es necesario utilizar diferentes softwares como MATLAB, en el cual podemos simular la plancha, en el que se puedan apreciar diferentes aspectos, tales como la temperatura en cada área de la plancha, las partes de la plancha, el manómetro que medirá la presión del fluido que irá desde el tanque de almacenamiento de vapor hacia la plancha para que regule la temperatura que entra hacia la plancha.

ID: 95

Construcción de prototipo de un motor Stirling para la succión de agua mediante radiación solar en zonas no interconectadas en La Guajira

Haider Bermudez^{1,*}, Elías Vides², Marcela Osorio¹, Eder Alfaro³, Juan Vilardy³

¹ *Estudiante de Ingeniería Ambiental, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible IS, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

² *Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

³ *Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

*Email de contacto: hleonelbermudez@uniguajira.edu.co

Se pretende construir un prototipo de motor Stirling que funcione mediante la radiación solar. El objetivo principal de este proyecto de investigación es que mediante este prototipo se pueda bombear agua de los pozos yacientes en las áreas rurales, particularmente en las rancherías ubicadas en este departamento.

Actualmente, estas comunidades carecen de acceso a este recurso vital, aunque construyen sus propios pozos, la eficiencia de absorción del agua podría mejorarse significativamente mediante la implementación de un motor Stirling alimentado por energía solar.

Las condiciones climáticas y geográficas de este departamento son óptimas para implementar esta tecnología, el clima estival, que prevalece durante gran parte del año, proporciona abundante radiación solar.

Al promover la autonomía y mejorar las condiciones de vida en las poblaciones rurales, este proyecto ofrecerá una solución sostenible a largo plazo, y al utilizar estas tecnologías disponibles, buscamos fomentar un cambio positivo en estas zonas y simultáneamente nuestros esfuerzos fomentarían la protección ambiental a través de la adopción de fuentes de energías limpias y renovables.

ID: 96

Large photon-number asymptotics of the HOM interferometer with partially indistinguishable photons

Alonso Botero^{1,*}, Miguel Villalobos^{1,2}, Alejandra Valencia¹

¹ *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*

² *Politecnico di Milano, Milan, Italy.*

*Email de contacto: abotero@uniandes.edu.co

We explore the large n asymptotic behavior of the Hong-Ou-Mandel (HOM) interferometer with n partially indistinguishable photons. By exploiting unitary-unitary duality between path and inner-mode degrees of freedom we find the many-photon wave function decomposes into distinct channels of coupled products of $GL(2\mathbb{C})$ irreducible tensors each labeled by a conserved spin- j quantum number. Specifically for the path degree of freedom the j channel is associated with $2j$ photons behaving as perfectly indistinguishable bosons with the remaining photons behaving “fermionically” through the interferometer as singlet pairs. The asymptotic analysis in the $n \rightarrow \infty$ limit uncovers a concentration-of-measure phenomenon around a specific channel j^* depending on the degree of photon indistinguishability which dominates the output detector statistics through the $O(\sqrt{n})$ channels associated with a well-defined macroscopic of effectively indistinguishable photons. The obtained value of j^* aligns precisely with that which would produce the detector count probability distribution from interfering two partially coherent beams at a beam splitter with randomized relative phases. Therefore, our analysis demonstrates how the loss of contrast in classical interferometry is linked through a type of law of large numbers to the entanglement between port and inner-mode degrees of freedom in the multiphotonic wavefunction. The talk is based on ref [1].

ID: 97

OPTICA-EPN's outreach initiatives: Building a culture of science engagement

Ángel Méndez¹, Ricardo Araguillin¹, Leila Pincay¹, Ana Teran¹, José González¹,
Juan Naranjo¹, César Costa Vera¹

¹*Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*

*Email de contacto: angel.mendez@epn.edu.ec

The OPTICA Student Chapter at the Escuela Politécnica Nacional is dedicated to promoting interest in optics and photonics among students of all levels and the wider community. Through various educational outreach activities, we aim to inspire new generations and generate scientific knowledge that is accessible to all. This article presents a summary of the activities that led OPTICA-EPN to win the 'Chapter Community Engagement Prize' in 2023, along with an overview of the outreach initiatives carried out to inspire more chapters in Latin America to engage in scientific outreach.

ID: 98

Uso de la energía solar en la potabilización del agua en Colombia: Una revisión de la literatura

Marcela Osorio¹, Elías Vides³, Haider Bermudez¹, Eder Alfaro², Juan M. Vilardy²

¹*Estudiante de Ingeniería Ambiental, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I & S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

²*Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

³*Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación en Ingeniería Sostenible I&S, Grupo de Investigación en Física del Estado Sólido (GIFES), Facultad de Ingenierías, Universidad de La Guajira, Riohacha 440007, Colombia.*

*Email de contacto: mmosorio@uniguajira.edu.co

La potabilización del agua es un desafío crucial en Colombia, dada la disponibilidad limitada de fuentes de agua seguras en muchas regiones, así como la presencia de contaminantes que afectan la calidad del agua. En este contexto, el aprovechamiento de la energía solar se presenta como una opción sostenible y económicamente viable para mejorar el acceso al agua potable. En esta revisión de la literatura se abarcan estudios y proyectos que han explorado el uso de tecnologías solares en la potabilización del agua en Colombia. Se examinan tanto los sistemas de desinfección solar, como la desalinización y la purificación mediante destilación solar, entre otras tecnologías. Se destacan los beneficios asociados con el uso de energía solar, que incluyen la reducción de costos operativos y la independencia de fuentes de energía externas. Además, se analizan los desafíos y limitaciones que enfrenta la implementación de estas tecnologías en el contexto colombiano,

como la necesidad de capacitación técnica, la disponibilidad de recursos financieros y la adaptación a las condiciones climáticas y geográficas locales. Se identifican áreas clave para futuras investigaciones y se discuten posibles estrategias para promover una mayor adopción de tecnologías solares en la potabilización del agua en el país.

ID: 99

Estrategia de calibración de un sistema telecéntrico de digitalización 3D usando siluetas

Jaime Meneses^{1,*}, Jean Ardila¹

¹*Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.*

*Email de contacto: jaimen@uis.edu.co, jeanpaboardila@gmail.com

Experimentalmente se demuestra que técnicas tradicionales de digitalización 3D no permiten la digitalización 3D de objetos no convencionales, con fuertes variaciones locales en su superficie y alta reflectividad. En el presente trabajo se propone una estrategia de digitalización 3D para la extracción de información topográfica a partir de siluetas o contornos 2D usando un sistema de observación telecéntrico en iluminación en contra-luz y una platina de rotación donde se ubica el objeto en estudio. El proceso de calibración incluye dos etapas: Calibración de la cámara y calibración del dispositivo de medida 3D. Se desarrolla un procedimiento matemático basado en proyección ortográfica que permite extraer los parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara telecéntrica. De igual forma se propone una estrategia novedosa para la calibración del dispositivo. La estrategia se basa en las propiedades de la elipse que se obtiene al proyectar paralelamente un círculo en el espacio. La eccentricidad es función del ángulo del eje de rotación con el plano imagen. El gradiente de las posiciones sucesivas de rotación medidas en el plano imagen sigue un comportamiento sinusoidal, cuyo máximo se obtiene en el punto de proyección del eje. Los resultados experimental confirman el modelo matemático propuesto.

ID: 100

Unsupervised Hermite-based vertebral segmentation in 3D CT images

Leiner Barba-J^{1,2}, Lorena Vargas-Quintero^{1,2}

¹*Grupo Optoelectrónica y Procesamiento de Señales, Departamento de Ing. Electrónica, Facultad de Ingeniería y Tecnológicas, Universidad Popular del Cesar, Sede Sabanas, Valledupar, Colombia.*

²*Inradiv, Carrera 12 No. 18-102, Valledupar, Colombia.*

*Email de contacto: barba.leiner@unicesar.edu.co

The spine is one of the most important organs of the human body as it is primarily responsible for communication between the brain and the body, the distribution of nerve terminals, and other range of functions. Due to the fundamental functions of the vertebral columns, its quantification to detect abnormalities and defects by using medical

imaging such as computed tomography (CT) is essential for patient assessment. It is well known that technological advances have allowed the improvement of medicine from a diagnosis and treatment point of view, the global trend is toward automation and frequent improvement of medical equipment that helps improve the quality of life of people. The segmentation is a necessary task that can substantially contribute to assess the spine and vertebral column because it can be essential to identify its distribution and location accurately. Segmentation also allows accurate information to be obtained on the vertebrae and other parts of the spine, create computerized models of the spinal column, which also allows some activities such as the early arrest of diseases, improvements in medical diagnosis, prediction of wear of vertebral bones, detection of tumors or unknown bodies, among others. In this work, we propose a vertebral segmentation method designed in the Hermite transform domain. The later consists of a polynomial mathematical operator that projects an input image into a base of functions composed by the set of Hermite polynomials. Its main advantage arises from the fact that different image features can be efficiently extracted to subsequently perform more advance processing tasks. Coefficients obtained from the Hermite transform are used with an unsupervised clustering-based approach to detect regions of the vertebrae. The processing pipeline are applied to the 3D CT images of the spine. The proposed approach has been evaluated with several 3D CT images of the vertebral column, and assessed by using distance metrics which allows to compare our method against the ground truth and other methodologies of the state of art. Obtained results demonstrate the feasibility of the proposed method.

ID: 101

Nonlinear optical absorption coefficients in semiconductor quantum dots under the diatomic potential

Ricardo León Restrepo Arango¹, John F. Zapata², Álvaro L. Morales³, Carlos A. Duque³

¹*Universidad EIA, Envigado, Colombia.*

²*Grupo de Investigación en Tecnologías Emergentes Sostenibles e Inteligentes (GITESI), Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria de Envigado, Envigado, Colombia.*

³*Grupo de Materia Condensada, Instituto de Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: ricardo.restrepo@eia.edu.co

The nonlinear optical absorption coefficients and electronic properties of quantum dots depend on geometric or stoichiometric factors as well as on external factors such as the effects of electromagnetic fields. However, this is a topic that deserves attention because of the particular form of potential energy that can consider important physical facts when a shallow donor impurity is taken into consideration. This combination with factors allows to investigate new possible behaviors for the optical properties of interest. In this work we consider a spherical quantum dot with a GaAs/AlGaAs core/shell structure with its Kratzer-like energy potential profile which depending on the chosen parameters. We calculate the corresponding electronic structure by working within the effective mass

approximation and solving the Schrödinger equation of one electron by a finite element method (FEM). The results of the absorption coefficients for the system are shown as a function of the geometric parameters and the variables of the Kratzer-type confinement potential. For a fixed configuration of these quantities we investigate the effect of an applied electric field along the z-direction as well as a constant magnetic field in the same direction but not applied simultaneously. Here we can conclude that the parameter of the Kratzer-type confinement potential allows us to adjust the optical properties associated with the binding energies when the impurity is present or not as well as the electric and magnetic fields that induce a peaks displacement and a variation of the amplitude of the optical response.

ID: 102

Visible light positioning based on RF carrier allocation technique to improve positioning accuracy at edges and corners

Roger Martinez Ciro^{1,*}, Francisco Eugenio López Giraldo¹

¹*Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: rogermartinez@itm.edu.co

Visible light positioning (VLP) based on light emitting diodes has emerged as a promising technology in recent years due to its high positioning accuracy. However, the existing VLP based on three luminaires often fails to achieve good positioning accuracy when the optical sensor is placed at the edges and corners of the indoor environment. In order to solve this problem, in this study we propose a VLP based on square-shaped luminaire distribution and a simple algorithm to estimate the three optical powers that provide more energy to the receiver for the positioning processes. In the system design process, the square-shaped luminaire distribution is calculated as a function of the indoor space size and the optical radiation pattern of each LED. In addition, trilateration positioning and RSS methods are used to estimate the position of the optical sensor. Numerical results show that by using the proposed VLP, the positioning accuracy at edges and corners can improve by 38.67% compared to the traditional VLP system. The proposed VLP could be used as a design tool for VLP systems, where position error at edges and corners of the indoor environment can be critical.

ID: 103

Resonances of the optical responses in GaN/InGaN/AlGaN/GaN quantum wells

Ricardo León Restrepo Arango^{1,*}, Angie Liseth Prada Urrea¹, Mateo Avalos Estrada¹, Simón Gallego Álzate¹, Farid Alejandro Gallego Mesa¹, Johnatan Abad Pacheco¹, Álvaro Luis Morales Aramburo², Carlos Alberto Duque Echeverri²

¹*Universidad EIA, Envigado, Colombia.*

²*Grupo de Materia Condensada, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: ricardo.restrepo@eia.edu.co

The electron confinement potential in a GaN/In_yGa_{1-y}N/Al_xGa_{1-x}N/GaN quantum well is determined by the lattice constant differences of the barrier and well materials. These differences produce self-induced electric fields and self-polarizations in the heterostructure. The dependence of the energy with the concentration of the materials of the well and the barrier is analyzed in addition their lengths of both are varied. These effects on the inter-subband transitions for the confined states of the electron are studied. The energy values and wave functions are calculated within the effective mass approximation as a function of the coordinates and the enveloping wave function technique is used. Due to the asymmetric profile of the generated potential, the states can be very well located for different configurations of the width of the quantum well, the width of the barrier, and the concentration itself. Calculations of optical properties are performed within the framework of compact density matrix approach and iterative method. The results reveal significant dependence of the nonlinear optical resonances with the In and Al concentrations and the thickness of the quantum well. The resonances of the optical responses are found to be in the near infrared spectrum. Finally, nonlinear optical responses show a significant wavelength shift (3000 nm to 650 nm).

ID: 104

Calibration of a multimodal thermographic fringe projection profilometer using low-cost targets

Eberto Benjumea¹, Rigoberto Juarez-Salazar², Victor H. Diaz-Ramirez³, Andres G Marrugo¹

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

²*CONAHCYT-Instituto Politécnico Nacional CITEDI, Av. Instituto Politécnico Nacional 1310, Nueva Tijuana, Tijuana B.C. 22435, México.*

³*Instituto Politécnico Nacional CITEDI, Av. Instituto Politécnico Nacional 1310, Nueva Tijuana, Tijuana B.C. 22435, México.*

*Email de contacto: agmarrugo@utb.edu.co

Metrological systems for spatial and thermal information are useful in industrial, medical, and scientific applications. These systems can measure the three-dimensional shape of an object and its surface temperature map. However, the calibration of these systems is challenging because of the incompatibility of visible cameras, projectors, and thermographic cameras. Recurrent issues in calibrating a multimodal system are thermal reflections, low spatial/thermal resolution, and significant lens distortions. This work proposes a two-stage calibration method based on low-cost calibration targets. The fringe projection profilometry system was calibrated using a white circle pattern. Then the thermal imaging camera was geometrically calibrated using a black circular pattern pasted on a laminated circuit board. The proposed method uses the pinhole model considering distortions using the MATLAB camera calibration toolbox. The calibration of the system using the proposed targets avoids thermal reflection issues, reducing the occurrence of image discards due to low quality. Multimodal images of the objects and biological samples were obtained to qualitatively evaluate calibration accuracy. The results indicate that the proposed system is simple, reliable, and low-cost, allowing the generation of multimodal images.

ID: 105

Semi-supervised model for the segmentation of satellite images of maritime vessels in security applications

Sergio Sánchez Hernández^{1,2,*}, Andrés Marrugo¹

¹*Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

²*Corporación Universitaria Antonio José de Sucre, Sincelejo, Colombia.*

*Email de contacto: ssanchez@utb.edu.co

The application of supervised neural network models for the segmentation of satellite images of aquatic vessels has become an attractive option for maritime traffic control, however, these models present significant challenges, since they require a significant amount of labeled data to learn specific tasks. This labeling process consumes large human resources, time and entails considerable costs. Therefore, training image segmentation models using weak or even no annotations presents a significant challenge for these architectures.

A two-stage semi-supervised learning approach was used in this study. In the first stage, the model was trained using the Barlow Twins method and various encoders based on the ResNet, DenseNet and ViT backbones. This process allowed us to take advantage of a large volume of unlabeled images for unsupervised training. In the second stage, fine-tuning was performed using only a small portion of labeled images to train the model on the specific segmentation task. For this experiment, the Kaggle database, the Python programming language, the use of the Tensorflow framework and the OpenCv library were used.

In the experimental tests, the architecture with the best performance was the one that used the BT-ResNet101 encoder, achieving an accuracy of 0.912, a Dice coefficient (DC) of 0.902 and an average intersection over union (mIoU) of 0.917 in the segmentation task.

In this research, it can be concluded that semi-supervised models represent a viable alternative in situations where the availability of labeled databases is limited. The implementation of strategies such as data augmentation and transfer learning in the encoders of the unsupervised stage proved to be effective in significantly improving the performance of the model.

ID: 106

Coffee trees segmentation in UAV-acquired images using Deep Learning

Alvaro Delgado Oviedo^{1,*}, Edgar Pencue-Fierro¹, Julián Muñoz-Ordóñez², Yady Solano Correa³

¹*Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.*

²*Corporación Universitaria Comfacauca - Unicomfacauca, Popayán, Colombia.*

³*Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: alvdelov@unicauca.edu.co

Following the line of the second Sustainable Development Goal, focused on exploring new agricultural technologies to strengthen food security, an algorithm is proposed for the segmentation of coffee trees that allows to study the trees at an individual level. This algorithm uses RGB images obtained through a UAV and relies on the Segmenting Anything Model (SAM) tool developed by META AI, designed for the application of deep learning models in image segmentation. Crucial feature extractions were performed from the segmentations, including information from various color spaces, textures such as Local Binary Pattern and Co-occurrence Matrix, as well as Hu invariant moments. Subsequently, supervised object classification was carried out to generate a binary dataset. This dataset was used to train various machine learning models, such as Random Forest, Support Vector Machine, and Decision Tree. The results highlighted the Random Forest model as the most effective, with a kappa value of 0.86 and an accuracy of 93%.

ID: 107

Flight mission planning methodology in UAV surveying

César González Gazabon^{1,*}, Laura Paredes Meza¹, Camilo Naufal Salas¹, Andrés Marrugo¹, Yady Solano Correa¹, Vilma Ojeda Caicedo¹

¹Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: cgazabon@utb.edu.co

The risk associated with hydrological and geological threats, such as floods and landslides, is significant for the safety of people. The improper disposal of solid waste in the streams of the city of Cartagena and internal channels can obstruct water flow. Therefore, it is crucial to implement innovative solutions in risk management, based on new ways of characterizing these channels, such as the use of remote sensing technologies, like drone photogrammetry. The implementation of drone flight protocols is a crucial stage in UAV surveying applications for achieving accurate measurements, building reliable information, and avoiding cost overruns and delays during the data acquisition process. In this article, we execute a drone flight mission protocol that allows mapping a study area and capturing a set of images that serve as input datasets for 3D reconstruction models and Deep Learning (DL) models. Our approach focused on mapping ground control points (GCPs) or targets through tests with a DJI Drone within Universidad Tecnológica de Bolívar in Cartagena, Colombia. A flight protocol beginning with the study and identification of the area was followed. Then, the construction of GCPs or targets for the acquisition of georeferencing points using a GNSS GPS. Subsequently, we planned flight routes using QGIS and DroneDeploy software. Finally, we scheduled fieldwork to perform the necessary tests, where we obtained a set of 90 images that were later preprocessed and labeled for dataset generation. The results show good resolutions for smaller objects like the GCPs and obstructive elements that could be found in a water channel, owing to Ground Sample Distances (GSD) in the order of centimeters. This approach allows for more precise planning and a more efficient response in planning methodologies to address the risk associated with hydrological and geological threats in the city of Cartagena.

ID: 108

Conventional classification methods applied to optical Brillouin shift spectra

Juan Rosero^{1,*}, Carlos Galindez¹, Juan Calderon¹¹*Universidad del Valle, Cali, Colombia.**Email de contacto: juan.manuel.rosero@correounivalle.edu.co

This study explores classification and characterizing of Brillouin shift spectra by using machine learning methods. Brillouin spectra emerge from light scattering in a medium, offering crucial insights into its properties. In particular, in this work we use optical single mode fibers. The significance of this research lies in its capacity to uncover patterns within these spectra and characterize external physical stimuli applied to the fiber. Such findings could hold substantial implications not only in the realms of optics and photonics but also in broader areas like urban planning.

As an initial approach, for this study, we use Principal Component Analysis (PCA) and the K-means clustering algorithm. However, more effective methods are sought to classify and more effectively characterize the relationships between the spectra and external physical stimuli (such as the application of heat to the fiber, stretches or constrictions in it).

As a result, an effective classification of the employed spectra was achieved, allowing, in the future, to build hypotheses by performing a more detailed analysis to identify characteristics shared by each classified group. The result of this analysis will allow a deeper interpretation of the results and will provide a greater understanding of the inherent relationships in the spectra.

This study demonstrates the potential of machine learning techniques for the analysis and classification of Brillouin spectra. The findings could have a significant impact in the field of optics, photonics, and urban planning, providing a new way to analyze and understand these spectra.

ID: 109

Development of a neural network for VIS-NIR spectral re-construction from Sentinel-2 satellite images

Jorge Ramírez Rincón^{1,*}, Camilo Aponte¹, Laura Margarita Rodríguez Ortiz¹, Miller Mendoza Jiménez¹¹*Universidad de América, Bogotá, Colombia.**Email de contacto: jorge.ramirez@profesores.uamerica.edu.co

The precise spectral characterization of biodiverse terrains is crucial for evaluating their suitability for various applications, ranging from agriculture to environmental conservation

and resource management. In this study, we present an innovative convolutional neural network based on auto-encoders designed to enhance the spectral resolution of Sentinel-2 satellite images. This methodology is compared with ground-based hyperspectral data to validate its effectiveness. The development of the neural network is grounded in both computational and experimental methodologies. The computational phase involves simulating satellite measurements from continuous spectra, considering sensor accuracy and generating an approximate spectral output of the 12 bands. The experimental phase addresses data processing and the construction of the neural network. The results demonstrate a significant advancement in VIS-NIR spectral reconstruction, with an average Root Mean Square Error (RMSE) of 11.1%, highlighting the precision of the proposed model. This study, operating with a limited band spectrum, sets a standard in spectral detection and analysis. The practical implications of this research are substantial and diverse. The ability to reconstruct accurate spectra from a restricted set of spectral bands offers new insights into soil health assessment, water management, and biodiversity monitoring. This approach, particularly relevant for regions with limited resources, provides an accessible and effective methodology for satellite data analysis.

ID: 110

Optimización del software Beamdiameter para el perfilado de un haz láser y validación experimental

Mario Montero^{1*}, Juan Alvarez¹, Francisco Racedo Niebles¹

¹*Grupo Geol, Programa Física, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.*

*Email de contacto: mrmontero@mail.uniatlantico.edu.co

El estudio se centra en la optimización del software Beamdiameter para la adquisición en tiempo real de perfiles de haz láser, crucial para comprender su evolución temporal. Beamdiameter, un software de código abierto en Python, ofrece una herramienta gratuita y en tiempo real con una interfaz intuitiva, de gran importancia para los campos como la óptica y la ingeniería. La metodología abordó la adaptación del software y la optimización de su desempeño computacional, integrando la librería NumPy y ajustando algoritmos para mejorar la eficiencia y precisión. Las pruebas experimentales validaron el rendimiento y estabilidad del software, permitiendo adquirir datos en tiempo real en diversas condiciones. La implementación de NumPy y la tipificación de variables fueron cruciales para acelerar los cálculos matriciales y reducir el tiempo de respuesta sin comprometer la precisión. En conclusión, la optimización del software Beamdiameter fue efectiva, ofreciendo acceso libre y de código abierto a una herramienta valiosa para la comunidad científica.

ID: 113

Indoor navigation system using visible light and RGB LEDs

Roger Alexander Martínez Ciro^{1*}, Francisco Eugenio López Giraldo², Dany Zulay Urrego Cardenas³

¹*Facultad de Ingenierías, ITM, Calle 54A No. 30-01, Medellín, Colombia.*

²*Facultad de Ingenierías, ITM, Calle 54A No. 30-01, Medellín, Colombia.*

³*Facultad de Artes y Humanidades, ITM, Calle 54A No. 30-01, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: rogermartinez@itm.edu.com

In recent years, there has been an increase in the study of location-based services. These services provide users with their current location and related services. The Global Positioning System (GPS) is the leader in outdoor navigation. However, it fails indoors. This is because there is no direct connection to the satellites. With the advancement of modern technology, the need for indoor positioning systems (IPS) is increasingly important. Different technologies have been proposed to solve the indoor location problem. These include RF, Bluetooth, IR, and VLC systems. VLC is the emerging technology that can provide lighting and communication, as well as enable high-precision positioning in indoor environments. The architecture of a VLC-based IPS system has been oriented towards cells composed of white LEDs as transmitters and photodiodes as receivers. The properties of the communication channel and the light are used to estimate the parameters useful in the localization process. However, the advantages and disadvantages of using multi-color LED luminaires in IPS architectures have only been explored in a few papers. Such luminaires can enable multiple communication channels and provide chromatic control of light while enabling localization. Therefore, a cell-based VLP architecture using RGB LEDs and a photodiode as a receiver is presented in this work. A mathematical model is proposed that takes into account the transmitted and reflected light components as well as the information provided by each wavelength of light.

The block diagram shows the proposed navigation method. Its structure consists of three processes: the transmission protocol, the reception process, and the localization algorithm. The transmission protocol allows the setting of the color point for the RGB LED in the CIE 1931 color space. These optical powers are modulated by a direct current (DC) component and analog carriers via frequency division multiplexing (FDM). These carriers represent the identifier to be transmitted by the luminaire through the optical channel. The modulated optical signals reach the optical receiver. The optical receiver is responsible for converting the optical space into electrical space by means of a PIN type photodiode. This signal is then conditioned by a transimpedance amplifier (TIA). The localization process then uses this conditioned electrical signal. To estimate the amplitude of the power and the associated frequency, the fast Fourier transform is applied to the electrical signal. Using the RSS technique, the power can be used to estimate the distance between the transmitter and receiver. The frequency helps to identify the lamp and to estimate the spatial position. Finally, the user position is estimated by the trilateration algorithm using the Euclidean distance and lamp position data. Thus, considering the actual user position and the estimated user position, the position error is processed.

Monte Carlo simulation using Matlab tool was used to evaluate the proposed VLP system. The transmission system was investigated using an RGB LED. One chromaticity point was used in the CIE 1931 color space. The normalized optical power vectors as well as the bias current vector of the RGB LED were estimated. Finally, the navigation algorithm was evaluated in a three-dimensional indoor environment with the use of direct

and reflected light components. The system achieved an average localization error of 21 cm. The total number of test points was 28.

This study proposed a multicolor LED-based VLP system under Monte Carlo simulation. The technique of RSS and the estimation of the identifier by carrier analysis allowed the use of the trilateration localization algorithm to estimate the position of the user. In addition, the contributions of the wavelengths in a line-of-sight VLC link were taken into account in the localization process. Compatibility with the use of the CIE 1931 standard is also maintained with this proposed VLP system.

ID: 118

The GEMM initiative of OPTICA and AGU: An opportunity for the SRCO

Angela Guzman

Sociedad Red Colombiana de Optica

*Email de contacto: amguzmanh@gmail.com

The Global Environment Measurement & Monitoring initiative (GEMM) is an international initiative of OPTICA and AGU (American Geophysical Union) that seeks to involve universities, re-search centers, measurement standards agencies, companies and others scientific societies from around the world to form GEMM regional centers. Its objective is to create an international network that brings together scientists, technologists, and political decision-makers, to collaborate in the search for regional solutions to critical environmental and climate challenges from a local perspective but embedded in a global framework. The Colombian Caribbean region is in a privileged geographical position to provide climate data to the international community. The Universidad del Atlántico convened 15 research groups to create a multidisciplinary Environmental Research Network (RIMA), to develop research in the following areas: (1) Instrumentation and development of environmental sensors, (2) Monitoring of GHD and PM2.5 through a dense network of sensors, (3) hydrogeological monitoring of coastal zones, and (4) modeling of environmental phenomena by AI.

Colombia lacks monitoring data to contribute to the IPCC. Without data, the decision makers in charge of establishing Colombia's environmental commitments with the international agencies, can neither follow and certificate the advances on commitments completion, nor contribute in the international arena to the defense of our very biodiverse environment.

The Colombian Optical Society (SRCO) could become the key partner of the GEMM initiative in Colombia contributing with optical metrology to the development of environmental sensors, implementation of measurement techniques, satellite and LIDAR imaging capture and processing, big data management, etc. Environmental research activities might be included in the Colombian optical initiative, to position optics in Colombia as an enabling science for all other disciplines in the monitoring of the environment.

The SRCO has already been in contact with governmental agencies like the National Institute of metrology (INM) and the Institute for Hydrology, Meteorology and environmental studies (IDEAM), and could practice scientific diplomacy to be recognized

as scientific interlocutor between researchers and governmental institutions in charge of environmental care and mitigation of the impacts of climate change in the country.

ID: 119

Exploring brain network changes during mental arithmetic task with Minimum Spanning Tree

Juan-Diego Perez-Navarro^{1*}, Andy Domínguez-Monterroza¹, Alberto Patiño-Vanegas¹

Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia¹.

*Email de contacto: adominguez@utb.edu.co

Electroencephalography (EEG) is a non-invasive and cost-effective method for studying the complexity of brain dynamics. In this study, we constructed Minimum Spanning Tree (MST) graphs from EEG data to analyze topological changes between resting states and the execution of mental arithmetic tasks. Our results revealed significant differences in the minimum distances and centrality metrics between these two states. Specifically, we observed distinct patterns of connectivity in the parietal, temporal, and occipital regions. Betweenness centrality metric highlighted a shift from left to right hemisphere dominance during the task, indicating lateralization of cognitive processing. The frontal region showed increased involvement during arithmetic tasks, corroborating previous findings on its role in mathematical processing. These insights into brain network dynamics enhance our understanding of neural mechanisms underlying cognitive tasks and may inform the development of cognitive interventions.

ID: 120

Spatiotemporal analysis of variables affecting air quality in urban areas of the city of Cartagena, Colombia

Elizabeth Valderrama Serrano^{1*}, Yady Tatiana Solano Correa¹

Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.¹

*Email de contacto: evalderrama@utb.edu.co

This article presents the relationship between the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and atmospheric pollutants (NO₂, SO₂, O₃, CO, PM_{2.5}, and PM₁₀) affecting air quality. To do so, supervised machine learning techniques, specifically Random Forest, are

used for data imputation on atmospheric pollutants and classification of the NDVI from 27 satellite images, focusing on part of the urban area, especially in areas where the industrial part of Cartagena is most concentrated. Therefore, the following objectives are pursued: (i) describing vegetation conditions using the NDVI extracted from a 27 PlanetScope image times series, and (ii) associating the concentration levels of some pollutants such as suspended particles with diameters less than 10 and 2.5 micrometers, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, Ozone, Carbon Monoxide, with vegetation information.

ID: 122

Classification of planet images with a multitemporal method for land cover analysis

Johana Andrea Sánchez Guevara^{1*}, Yady Tatiana Solano Correa²

¹Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

²Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: johanasanchez@unicauca.edu.co

This study explores the effectiveness of the Random Forest (RF) classifier in classifying Planet Scope images over the Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB) region, focusing on urban areas, grasslands, bare soil, and forests. Through a methodology involving data access, filtering, feature extraction, and model application, RF demonstrated high accuracy (91%) and a kappa coefficient of 0.95 in classifying land covers. The results highlight RF potential for monitoring land cover changes over time, offering a valuable tool for similar areas without additional training processes.

ID: 123

Brain PET/MR image fusion using a sparse model in a polynomial transform domain

Lorena Vargas-Q^{1*}, Leiner Barba-J¹

¹Grupo de optoelectrónica y procesamiento de señales, Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingenierías y Tecnológicas, Universidad Popular del Cesar, Sede Sabanas, Valledupar, Colombia.

*Email de contacto: vargas.lorena@unicesar.edu.co

Medical imaging modalities have become indispensable for clinical diagnostics. The imaging techniques based on nuclear medicine such as positron emission tomography (PET) play an important role in identifying biological processes and the molecular level

of the human body. One of the main applications of PET imaging is the evaluation of brain activities. The functional information obtained from PET can be improved by combination with magnetic resonance (MR) images since it can provide better lesion and tissue localization, which is a disadvantage of nuclear-based imaging. Moreover, it is well known that MR images provide structural information about the organs. Combining PET and MR images can then be performed by using image fusion models which aim at presenting both types of information, functional and structural, in the same image plane. In this work, we present a sparse image fusion model implemented in a polynomial transform domain applied to PET/MR images of the brain. The method consists of four main steps: 1) the polynomial transform is applied to PET and MR images, 2) coefficients are represented by using a sparse model, 3) a fusion scheme is subsequently applied to sparse-represented coefficients considering statistical information, and 4) the inverse polynomial transform is used to recover the fused image in the space domain. The advantage of using an orthogonal polynomial transform is that image features of different frequency components can be efficiently analyzed. The set of coefficients is obtained based on local projections generating low and high-frequency details. We evaluate our method with several PET/MR images of the brain and using metrics commonly used for image quality assessment. The feasibility of the proposed method is demonstrated with the performed experiments.

ID: 124

Contributing to fishery productivity in Colombia: A machine learning approach to predict missing chlorophyll-a values using MODIS satellite imagery

Luis Miguel Martínez Vargas^{1*}, Ana Lucía Caicedo Laurido², Claudia Patricia Urbano Latorre³, Yady Tatiana Solano Correa⁴, Julián Fernando Muñoz Ordóñez¹

¹ *Corporación Universitaria Comfacauca-Unicomfacauca, Popayán, Colombia.*

² *Dirección General Marítima (Dimar), Bogotá D.C., Colombia.*

³ *Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), Cartagena, Colombia.*

⁴ *Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: luismartinez@unicomfacauca.edu.co

The fisheries sector in Colombia plays a significant role, contributing 0.3% to the country's Gross Domestic Product (GDP) and generating exports worth US\$45.1 million, equivalent to 3.3% of the agricultural GDP. However, its management faces challenges such as non-target species fishing, inadequate control of overfishing, and resource management issues, among others, affecting fish production. This article highlights the necessity of enhancing chlorophyll-a measurement to optimize fishery production. Chlorophyll-a measurements are vital indicators of marine ecosystem health. Utilizing satellite imagery like MODIS is crucial for accurate data collection. However, Colombia's geographic location, characterized by high cloud cover, compromises image quality for much of the year, posing significant limitations on reporting chlorophyll-a values. We propose a machine learning algorithm to predict chlorophyll-A values on MODIS images to address this issue.

The approach demonstrates an accuracy exceeding 0.8 regarding R-squared for predicting missing chlorophyll-a values. By overcoming spatial limitations caused by cloud cover, this method enables a more precise assessment of fishing grounds. Various machine learning models were also applied and evaluated within the research's context. Results yielded a 5% recovery yield of chlorophyll-a values for 2023 and 2010, enriching knowledge and management practices within Colombia's fishing sector.

ID: 127

Caracterización de microrresonadores ópticos a partir de sus parámetros geométricos

Sebastian Valencia-Garzon*¹, Nelson Gomez-Cardona¹, Estéban Gonzalez-Valencia¹

¹*Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: sebastianvalencia@itm.edu.co

Los microrresonadores ópticos son dispositivos ópticos que se fabrican a partir de la fotónica de silicio, la cual se considera una de las plataformas de integración fotónica más prometedoras, debido a la combinación de materiales con altos contrastes de índices y disponibilidad de fabricación, en particular los microanillos ópticos con factor de calidad Q elevado tienen una amplia gama de aplicaciones, tales como, filtros, líneas de retardo e interruptores, referencia de frecuencia de cavidad externa para láseres de diodo, cavidad láser integrada acoplada a un medio de ganancia, fuentes de generación de peine de frecuencias, fuente de pares de fotones entrelazados, o elemento sensor para giroscopios ópticos resonantes. Hasta la fecha, la mayoría de los microanillos de factor Q elevado se han diseñado para aplicaciones en longitudes de onda de telecomunicaciones, especialmente en torno a 1550 nm, ya que en esta longitud de onda existe una mayor disponibilidad de láseres con ancho de línea. Para construir este tipo de dispositivos fotónicos se prefiere el uso de silicio (Si), ya que, debido a su alto valor de índice de refracción, es posible alcanzar microrresonadores con valores del factor Q del orden de 1×10^6 . Sin embargo, recientemente se ha demostrado que también es posible alcanzar valores elevados en el factor Q usando materiales con un menor valor del índice de refracción, como el nitruro de silicio (Si_3N_4).

ID: 128

Proposal of hybrid optical-radio communication technologies to improve indoor telecommunications systems

Juan Navarro-Restrepo*, Andrés Betancur-Pérez, Roger Martínez-Ciro, Francisco Lopez-Giraldo

Institución Universitaria ITM, Cl. 54A #30-01, Medellín, Colombia.

*Email de contacto: *Juannavarro139070@correo.itm.edu.co

Las comunicaciones inalámbricas enfrentan algunos desafíos significativos en zonas urbanas debido a la degradación de la señal cuando las ondas de radio viajan a través del aire y encuentran diferentes obstáculos presentes en el canal inalámbrico. Hay varios mecanismos de propagación que impactan negativamente en las señales de RF, como el sombreado, el desvanecimiento profundo, la dispersión y la absorción atmosférica, entre otros. En la actualidad, dado que la ubicuidad es una característica necesaria en las telecomunicaciones, la conectividad con antenas exteriores desde espacios interiores y viceversa, es el peor escenario cuando queremos permanecer conectados mientras mantenemos una alta calidad de servicio. El problema será aún mayor si hay muchos rascacielos o grandes edificios en los alrededores. Sin embargo, disponemos de diferentes tecnologías que pueden ser de gran utilidad para guiar las ondas de radio a través de las paredes de los edificios y, luego, utilizar algunos dispositivos de infraestructura de red para distribuir las señales en todos los espacios interiores hasta el rincón más impensable del edificio, manteniendo la conectividad inalámbrica. Basados en una exhaustiva revisión del estado del arte, identificamos la posible convergencia de sistemas RF y VLC (Comunicación por Luz Visible) como una solución prometedora, capaz de transmitir señales en el rango visible del espectro en el cual no se requieren licencias para su funcionamiento. Por otro lado el uso de VLC permite cubrir dos necesidades al mismo tiempo, como lo es la iluminación de interiores y por supuesto, la comunicación. Otro aspecto que vuelve atractivo a la tecnología VLC es que permite un mayor nivel de seguridad en los sistemas informáticos, ya que la luz no penetra los muros o techos, y este mismo comportamiento de la luz soluciona un problema latente en las edificaciones de propiedad horizontal, pues estos están saturados de señales de WiFi, y es que es común encontrar en el hogar no solo la red inalámbrica local sino también la de los vecinos. Con VLC la conectividad inalámbrica quedaría restringida a los espacios que ocupe el usuario respectivo, evitando así las interferencias en las redes inalámbricas vecinas. Este enfoque híbrido además pretende mejorar la relación señal a ruido (SNR) en ambientes interiores. En nuestro estudio, proponemos la integración tecnológica de RF-VLC, con el propósito de mejorar la calidad en la conectividad de los interiores. Tomando como base nuestras mediciones de una señal RF convencional a través de varios niveles y espacios de la Universidad, se evidenció la degradación de la señal a medida que cambian las condiciones del ambiente que rodea el sistema de captación de señales, observando que donde se obtiene mejor SNR eso cuando la antena está dispuesta en el techo, donde está expuesta a las ondas electromagnéticas radiadas por los diferentes medios de comunicación. Es entonces que mediante la integración de los sistemas VLC para distribución de señales en interiores, se espera que la SNR sea más uniforme en los diferentes espacios del edificio. Esta propuesta abre la posibilidad de sugerir algunas recomendaciones para la instalación de infraestructura de comunicaciones en los edificios con el fin de habilitar sistemas de comunicación con mayor SNR que implican una conectividad con altos estándares de calidad en cualquier espacio interior que va desde sitios como el hogar, hasta en aquellos escenarios más desafiantes como estaciones submarinas o minas subterráneas.

ID: 129

Determination of non-Markovianity from principal component analysis

Manuel Alejandro Ramos Arias*¹, Arturo Argüelles Parra¹

¹*Quantum Optics Research Group, Universidad del Valle, 760002 Cali, Colombia.*

*Email de contacto: ramos.manuel@correounivalle.edu.co

This project aims to propose a method for calculating the non-Markovianity of physical systems based on artificial intelligence techniques such as principal component analysis. The method is applied to the Jaynes-Cummings model, which models the coupling of an atom restricted to two levels and an environment described by a monochromatic photonic field near the atomic resonance frequency.

Although isolating physical systems greatly simplifies the mathematical approach to the problem, this is not valid for all situations. If, for example, the focus is on realistic applications, the coupling between the system of interest and its environment inevitably leads to the loss of system information through decoherence and dissipation processes, and therefore this influence must be considered in the study of open quantum systems. In particular, this is of crucial importance in the research field of quantum computing and information in order to build scalable quantum computers.

The Markov approximation consists in assuming that the future behavior of the system depends only on its present state. On the other hand, if we consider that the past history of the system influences its future evolution, then we are in the framework of non-Markovian dynamics. In this context it is established that the system exhibits quantum memory effects or that there is an information backflow from the environment.

However, providing a measure of the non-Markovianity for a given system is not an easy task. One of the most widely used ideas has been the proposal made by Breuer and collaborators, based on trace distance tracking. This has a fundamental deficiency as it is necessary to consider all possible pairs of initial conditions and identify the maximum of the non-Markovian indexes, which is highly complex, numerically expensive, and experimentally unfeasible. It is there where the work of this research project is focused. The proposal is to achieve the use of machine learning techniques, focusing on principal component analysis (PCA), to find the pair of initial conditions that maximize the non-Markovianity index of the system.

For the specific implementation of these ideas, we choose the Jaynes-Cummings (JC) Hamiltonian as the model of study. The JCM describes the interaction (or coupling) between a two-level atomic system and a single quantized mode of a radiation field that plays the role of the environment. This is the simplest formulation of light-matter interaction in modern physics. One of the interesting properties of this model is the presence of the phenomena of collapse and revivals of atomic populations. The latter is a unique consequence of the quantum character of the photonic field and falls within the framework of non-Markovian dynamics.

The JC model can be solved analytically for any initial condition of the composite system atom-radiation. So, we calculate the time evolution of the composited density matrix and then, as our main point of interest lies in the atomic states, it is necessary to trace over the degrees of freedom of the environment in order to recover the information

concerning the atom.

We consider a set of initial atomic states at different point on the surface of the Bloch sphere. The idea is to calculate the time evolution of each point and then analyze the overall behavior of the sphere of initial conditions using numerical simulations in Python. Finally, we can apply the PCA to the set of points to determine the directions of greatest variance and analyze the behavior of the principal components.

The principal components are organized in order of relevance. By observing the behavior of the first principal component, a clear distinction is found in the dynamics for the Markovian and non-Markovian cases, which are characterized by the average number of photons in the radiation field. The results are only qualitative for the moment. Concise results are expected in the upcoming weeks.

ID: 130

Unraveling ocean dynamics: Exploring temporal variability and climate correlations along the northern coast of Colombia

Vilma Viviana Ojeda Caicedo^{1*}, Yady Tatiana Solano Correa¹

¹*Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: vojeda@utb.edu.co

Ocean dynamics are crucial due to their influence on the development of marine ecosystems and oceanic phenomena, such as coastal upwelling, which affect biological productivity and environmental conditions in coastal regions. Evaluating the temporal variability of oceanographic variables, including current fields, temperature, and salinity, can support decision making for effective marine ecosystem conservation. Understanding the effects of oceanographic variables influenced by climate phenomena, such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), can help mitigate the impacts of climate change on the oceans. In this article, two study areas parallel to the northern coast of Colombia were chosen. Thirty years of velocity, salinity, and temperature data were acquired. Using this data, time series were obtained for each variable and each area to describe the behavior of oceanographic variables and their relationship with the ENSO climatic phenomenon. A time series model based on machine learning techniques was proposed for the 30 years (1993-2022) of monthly data for analyzing these variables.

ID: 131

Superradiant effects in the reading process of a quantum memory formed by cold atoms

L. F. Muñoz Martínez^{1*}, L. Ortiz-Gutiérrez², D.F. Barros³, J.E.O. Morales³, R.S.N. Moreira³, N.D. Alves³, A.F.G. Tieco³, P.L. Saldanha⁴, D. Felinto³

¹*Departamento de Ciencias Básicas, Universidad del Sinú, Cra 1w #38-153, Montería, Colombia.*

²*PASQAL, 7 rue Léonard de Vinci, 91300 Massy, France.*

³ *Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife - PE, Brazil.*

⁴ *Departamento de Física, Universidade Federal de Minas Gerais, 30161-970, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.*

*Email de contacto: luisfmunoz@unisinu.edu.com

We theoretically and experimentally investigate the superradiant effects in the reading process of a quantum memory formed by an assembly of cold atoms, obtained from a magneto-optical trap of Rubidium 87 atoms. In our research, a "write-read" scheme inspired by the Duan-Lukin-Cirac-Zoller (DLCZ) protocol for long-distance quantum communication was implemented. Specifically, we measure and theoretically model the wave packets corresponding to superradiance in both the single-photon and two-photon regimes. Moreover, we performed a statistical analysis of the detected photons, and it was possible to determine that the quantum state of the system corresponds to an entangled two-mode squeezed vacuum state, as expected from the theory. Such progress opens the way to the study and future control of the interaction of nonclassical light modes with collective quantum memories at higher photon numbers.

ID: 134

Landslide hazard analysis associated with precipitation levels due to climate change scenarios in the urban area of Popayán, Colombia

Clara Stella Jojoa¹, Javier Alejandro Calvo¹, Darwin Alexis Arrechea Castillo¹, Yady Tatiana Solano Correa²

¹*Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.*

²*Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: javiercalvo@unicauca.edu.co

Disaster risk management (DRM) has become a fundamental topic of territorial planning, social, economic, and sustainable development of regions. This considering the frequency and impact of landslides associated with precipitation levels on terrains with higher curvature and slope and tropical environments, as well as the need to achieve the sustainable development goals. The landslides study has been approached from a physical and statistical analysis identifying critical thresholds throughout history. The most used statistical models are: linear regression, weight of evidence, multivariate regression and neural networks. This study analyzes the landslide hazard associated with precipitation levels due to climate change scenarios in Popayan, Colombia during the 2008 – 2018 period. The study area presents 9.10% of unmet basic needs and is in the South-West Colombian Andes. The proposed approach applies a quantitative method that allows to analyze the hazard from the spatial occurrence probability by following the next steps: (i) land cover characterization from remote sensing and in-situ data, (ii) data base construction with events occurrence during 2008-2018; and (iii) evaluation of triggering and conditioning

factors due to climate change scenarios. The outputs of this work facilitate the identification of priority areas for DRM and contribute to the planning of processes to mitigate losses of infrastructure, livelihoods, human lives or impact on the provision of services in the studied area.

ID: 135

Variation in the fluorescence intensity of Sulforhodamine B due to changes in temperature

Samuel Arango, Laura Ramirez¹, Wilber Silva¹, Juan Serna¹

¹*Grupo de Óptica y Espectroscopía, Centro de Ciencia Básica, Escuela de Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, Cq. 1#70-01, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: samuel.arango@upb.edu.co

This study investigates the potential of Sulforhodamine B (SRB) as a non-invasive optical probe for precise temperature measurement at the cellular level, addressing the limitations of existing cellular temperature measurement techniques due to toxicity and differential absorption. Utilizing an experimental setup designed to measure SRB's fluorescence spectrum in response to temperature changes, we explored the temperature sensitivity of SRB by examining changes in fluorescence intensity without altering the spectral maximum position. Our results indicate a significant reduction (74%) in fluorescence intensity as the temperature increases from 37.5 °C to 48.5 °C, suggesting that SRB's fluorescence intensity is closely correlated with temperature changes, making it a reliable probe for cellular temperature measurements. The consistency of the emission peak wavelength across different concentrations and temperatures further underscores the robustness of SRB as an optical sensor. This study contributes to the development of more accurate and less invasive techniques for cellular temperature measurement, with potential applications in cellular biology, medicine, and biomedical research.

ID: 136

Design of a Pushbroom NIR optimized system for citrus spectral data acquisition

Lineth Orduz, Sebastian Ardila, Pablo Gomez, Robert Gomez, Henry Arguello, Hans Garcia

Universidad Industrial de Santander, Colombia.

*Email de contacto: henarfu@uis.edu.co

The characterization of citrus fruits is crucial to optimize agricultural production and increase economic benefits for both producers and consumers. However, traditional characterization methods, such as chemical techniques and thermogravimetry, are destructive and invasive to the fruit during data acquisition. In response to this limitation, the acquisition of spectral signatures using the visible and near-infrared (NIR) range for characterization has been implemented. Consequently, this signature is obtained through

scanning methodologies such as Whiskbroom or Pushbroom, whose spectral resolution generates multiple equally spaced bands in the range of 400 [nm] to 1000 [nm], offering a non-invasive and highly efficient alternative for extracting fundamental characteristics of citrus fruits. For the analysis of the information contained in the spectral signature, it would be optimal to cover a higher resolution due to overlapping regions. Given this scenario, we propose the design of a diffraction grating to optimize the resolution of the Pushbroom system, allowing control over the physical phenomenon of diffraction to highlight the most important spectral regions. Consequently, we designed a diffractive structure to achieve the best and highest spectral resolution. Subsequently, the three proposed models were compared with the reference model in terms of spectral dispersion and performance in the classification of citrus fruits, resulting in a 2% improvement in precision.

ID: 137

Diseño de una cavidad láser extendida en configuración Littrow con potenciales usos en sensores basados en absorción láser para la detección de contaminantes

W. Leyva^{*1}, F. Racedo², J. Alvarez²

¹*Estudiante de maestría en ciencias físicas, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.*

²*Docente del programa de física, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.*

*Email de contacto: wleyva@mail.uniatlantico.edu.co

En este trabajo se diseñó y construyó una cavidad extendida para un diodo láser de 780 nm usando una red de difracción como elemento de retroalimentación óptica en configuración Littrow. El diseño involucró medidas previas de la caracterización del diodo láser solitario y dentro de la cavidad extendida, también se estudio la dependencia de la frecuencia de la cavidad láser como función de la temperatura, la corriente y el voltaje aplicado a un actuador piezo-eléctrico dentro de la cavidad. El montaje presentó una excelente estabilidad térmica y permitió un ajuste manual de aproximadamente 6 nm con el uso del tornillo horizontal de la montura óptica y un barrido en frecuencia de 12 GHz al aplicarle una rampa de voltaje positiva de 0 a 75 V al actuador piezo-eléctrico de la cavidad, además se evaluó la cavidad diseñada con la obtención del espectro de fluorescencia de una muestra de Rubidio en fase gaseosa..

ID: 138

Low-cost optoelectronic system for IR spectral acquisition based on band selection

**Sebastian Ardila, Pablo Gomez, Lineth Orduz, Robert Gomez, Jorge Bacca,
Henry Arguello, Hans Garcia**

Universidad Industrial de Santander, Colombia.

*Email de contacto: henarfu@uis.edu.co

Infrared (IR) spectroscopy provides insights beyond the visible spectrum. Current efforts to reduce spectrometry costs primarily target the visible range. Deep learning (DL) algorithms could optimize optoelectronic designs and significantly reduce costs for specific IR applications. The study proposes a low-cost optoelectronic system for IR spectral acquisition by optimizing IR sensors through band selection, aiming for a 98.07% cost reduction compared with commercial IR sensors. Promoting the decentralization of IR spectroscopy is particularly beneficial for resource-constrained settings lacking general-purpose IR spectrometers.

ID: 139

Toward solar activity understanding: Multifaceted insights from SOHO solar images and spectral analysis for Machine Learning applications

David Sierra Porta¹, Daniel David Herrera Acevedo¹, Miguel Tarazona Alvarado²

¹*Universidad Tecnológica de Bolívar, Facultad de Ciencias Básicas, Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo Km 1 Vía Turbaco, Cartagena de Indias, 130010, Bolívar, Colombia.*

²*Universidad Industrial de Santander, Escuela de Física, Car 27 #9, Bucaramanga, 680001, Santander, Colombia.*

*Email de contacto: dporta@utb.edu.co

This study leverages machine learning approaches, specifically Multilayer Perceptron (MLP) and Support Vector Regression (SVR), to predict sunspot numbers using datasets derived from Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) images. The datasets, encompassing various spectral bands and topological features, capture the complex dynamics of solar activity. By incorporating these features into machine learning models, we demonstrate significant improvements in prediction accuracy compared to models using only heliospheric variables. The results highlight the potential of integrating topological characteristics derived from solar image spectral analysis in enhancing the predictive capabilities of solar activity models, which is critical for space weather forecasting and understanding long-term solar cycles.

ID: 140

Mode conversion using a digital micromirror device and optimized phase masks

Daniel Orrego*, Juan Soto, Francisco Velez*, Jorge Herrera-Ramirez

Instituto Tecnológico Metropolitano, Carrera 51 #58-69, Medellín, Colombia.

*Email de contacto: danielorrego240126@correo.itm.edu.co

francisco.velezh@campusucc.edu.co

Precise control of propagation modes in optical fibers is essential for optimizing performance in high-speed communication systems based on mode division multiplexing

(MDM). In this work, we propose an approach for modal conversion in few-mode fiber (FMF) communication systems using a digital micromirror device (DMD) and phase masks optimized with a simulated annealing algorithm. Although the DMD is an amplitude spatial light modulator, here it is used to convert the laser beam between different modes using the designed phase masks and the Lee holograms technique. We experimentally demonstrate the effectiveness of this approach for converting light to specific modes propagating in free space, which can later be coupled into an FMF.

ID: 141

Estudio DFT de las propiedades ópticas de absorción y fluorescencia en compuestos orgánicos tipo pi-conjugados derivados de oxazoles para dispositivos OLEDs

Edwin Rivera*, Oscar Neira, Oriana Avila, Ruben Fonseca

Grupo de Espectroscopía Óptica y Láser "GEL", Universidad Popular del Cesar, Sede Campus Universitario Diagonal 21 No. 29 – 56 Sabanas del Valle, Valledupar, Cesar, Colombia.

*Email de contacto: edwinrivera@unicesar.edu.co

El estudio de las propiedades ópticas absorción y fluorescencia de compuestos orgánicos (COs) para la síntesis de nuevas sustancias es de suma importancia, debido a que sus propiedades se encuentran relacionadas con un conjunto enorme de aplicaciones. De forma específica, en el área ingenieril, para la fabricación de láseres sintonizables, diodos orgánicos emisores de luz (OLEDs), fotovoltaica orgánica (OPV), entre otros. Los derivados del oxazol son de gran interés en ingeniería, especialmente en el desarrollo de dispositivos OLEDs. Sin embargo, el aumento en la demanda de dispositivos OLEDs en diversas aplicaciones, como pantallas de televisores y teléfonos móviles, subraya la necesidad de nuevos compuestos orgánicos derivados del oxazol con mejoras en eficiencia, estabilidad y rendimiento lumínico. Por lo tanto, se plantea el estudio teórico de las propiedades ópticas de absorción y fluorescencia en COs tipo pi-conjugados derivados de oxazoles, con el propósito de describir la incidencia que produce la modificación de estas estructuras a partir de fragmentos donadores y aceptores de electrones, de manera individual y simultánea produciendo el efecto push-pull en un extremo de la molécula; además, una familia de compuestos orgánicos derivados del oxazol que de acuerdo con sus propiedades ópticas de absorción y fluorescencia, sean idóneos para la generación de dispositivos OLEDs. Metodológicamente, el estudio, se hace en el contexto de la Química Cuántica Computacional, desde la perspectiva de la Teoría de Los Funcionales de la Densidad (DFT). Se estimaron las propiedades de absorción y fluorescencia de los COs propuestos. Los espectros de absorción y fluorescencia de los compuestos estudiados en fase gaseosa y en los solventes metanol y tolueno, poseen una región espectral comprendida aproximada entre los 250 nm y los 450 nm, con picos entre el azul y el violeta, se estimó la fuerza de oscilador, además, los orbitales protagonistas entre cada transición, y finalmente, las regiones en la que los espectros de absorción y fluorescencia se solapan, encontrando solapamientos entre el 40 y 80%, por lo que se logró predecir de acuerdo

con los resultados, los compuestos que podrían ser utilizados en dispositivos OLEDs o en fotovoltaica orgánica.

ID: 142

LUMA: Empowering solar research through open-source web observatories and image analysis tools

Daniel David Herrera Acevedo¹, David Sierra Porta^{1,*}, Andres Felipe Teherán García¹, Adrian Vizcaino del Rio¹, Mauricio Donado Canedo¹, Miguel Tarazona Alvarado²

¹ *Universidad Tecnológica de Bolívar, Facultad de Ciencias Básicas, Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo Km 1 Vía Turbaco, Cartagena de Indias, 130010, Bolívar, Colombia.*

² *Universidad Industrial de Santander, Escuela de Física. Car 27 #9, Bucaramanga, 680001, Santander, Colombia.*

*Email de contacto: dporta@utb.edu.co

This paper introduces LUMA, an innovative open-source web application designed to facilitate the exploration and analysis of solar activity through comprehensive image datasets from the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO). Leveraging modern web technologies, LUMA integrates images from SOHO's Extreme Ultraviolet Imaging Telescope (EIT) filters—EIT171, EIT195, EIT284, and EIT304—providing researchers with an intuitive platform to visualize and analyze various solar phenomena. By incorporating advanced topological features derived from solar images, LUMA enhances the predictive accuracy of machine learning models for sunspot forecasting. This paper details the development and implementation of LUMA, showcasing its capabilities in democratizing access to solar data and fostering scientific collaboration. The platform's open-access nature encourages widespread use and contributions, advancing our understanding of solar dynamics and space weather impacts.

ID: 143

Estimación y visualización del déficit habitacional en el distrito de Cartagena de Indias mediante técnicas de Machine Learning y mapas de calor

Steven Calvo Benavides*, Yady Tatiana Solano Correa
Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: scalvo@utb.edu.co

El déficit habitacional representa un desafío global que afecta a millones de personas en todo el mundo, siendo Colombia y específicamente Cartagena de Indias testigos de esta problemática con sus particularidades geográficas, socioeconómicas y urbanísticas. En este

contexto, calcular y estimar el déficit habitacional se convierte en una tarea fundamental para implementar políticas de vivienda efectivas que aborden esta necesidad básica de la población. Sin embargo, el enfoque tradicional para medir el déficit habitacional puede no capturar todas las dimensiones del problema, especialmente en áreas como Cartagena, donde factores adicionales como zonas de alto riesgo de desastre natural, asentamientos ilegales y turismo pueden influir significativamente en la estimación y comprensión del déficit habitacional. La investigación sobre el déficit habitacional en Colombia, y en particular en Cartagena de Indias, se enmarca en una serie de antecedentes que subrayan la importancia de este tipo de estudio. La necesidad de comprender y abordar este déficit ha sido ampliamente reconocida a nivel nacional e internacional debido a su impacto en la calidad de vida, el desarrollo urbano y la equidad social. En Cartagena, donde convergen factores complejos y únicos, la precisión en el cálculo del déficit habitacional se vuelve aún más crucial para informar políticas públicas efectivas y estrategias de desarrollo sostenible. Para abordar este desafío, la investigación propone una metodología innovadora basada en técnicas de Machine Learning y visualización en mapas de calor. Esta metodología consta de tres fases principales: obtención, construcción, depuración y alistamiento de datos; aplicación y comparación de técnicas de Machine Learning; y visualización en mapas de calor de los resultados. En la primera fase, se busca construir una base de datos sólida que contenga datos geoespaciales y medidas socioeconómicas pertinentes proporcionadas por entidades como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). En la segunda fase, se aplican técnicas de Machine Learning para derivar un índice de déficit habitacional, utilizando tanto los valores calculados por el DANE como modelos propuestos en la investigación. Se evalúan diversas técnicas de Machine Learning para determinar cuál se ajusta mejor al contexto de Cartagena. Finalmente, en la tercera fase, se mapea la información utilizando herramientas de sistemas de información geográfica para generar mapas de calor que visualicen la distribución espacial del déficit habitacional. Los resultados obtenidos a través de esta metodología incluyen una base de datos robusta que permite calcular el déficit habitacional tanto de manera estándar como predictiva, garantizando la coherencia y calidad de los conjuntos de datos. Se identificaron nuevas variables y se desarrolló una metodología optimizada que proporciona una estimación precisa del déficit habitacional en Cartagena, teniendo en cuenta las particularidades locales. En conclusión, esta investigación presenta una metodología innovadora y precisa para estimar el déficit habitacional en Cartagena de Indias, utilizando técnicas de Machine Learning y visualización en mapas de calor. La inclusión de factores adicionales y el enfoque en las particularidades locales permiten desarrollar políticas de vivienda más efectivas y comprender mejor las necesidades habitacionales de la población en esta región.

ID: 144

Introducción de conceptos de física cuántica en la educación media a partir de un espectrofotómetro de absorción de proyección

Daniel Medina*, Jorge Gonzalez, Edwin Rivera, Oriana Avila, Rubén Fonseca
Grupo de Espectroscopía Óptica y Laser "GEL", Universidad Popular del Cesar, Sede Campus Universitario Diagonal 21 No. 29 – 56 Sabanas del Valle, Valledupar, Cesar, Colombia.

*Email de contacto: djmedina@unicesar.edu.co

La enseñanza de la física en la educación media se limita a la física clásica, dejando por fuera teorías modernas de la física cuántica, siendo esta una de las áreas de investigación más activas y prometedoras en la ciencia moderna. La enseñanza de la física cuántica en la educación media es un tema que ha generado mucho debate y reflexión entre los profesores, investigadores y estudiantes. Los mayores desafíos presentados son la complejidad matemática y conceptual de la teoría cuántica, que requiere de un alto nivel de abstracción y razonamiento, además de la falta de recursos didácticos y experimentales adecuados para ilustrar y motivar el aprendizaje de la física cuántica en el aula. La introducción temprana de conceptos de física cuántica en la educación media puede preparar a los estudiantes para futuros estudios y carreras en ciencia y tecnología, además de permitirle al estudiante un acercamiento a la física en todos sus ámbitos. Desde esta perspectiva, este trabajo tuvo como propósito el desarrollo e implementación de un espectrofotómetro de absorción de proyección como estrategia para la introducción de conceptos de física cuántica en la educación media. Con el espectrofotómetro se busca observar el espectro de luz visible a gran escala y medir las longitudes de onda de cada uno de los colores y la absorción de diferentes tipos de muestra, una herramienta innovadora para introducir conceptos fundamentales de la física cuántica en el currículo de educación media relacionados con la interacción entre la radiación y la materia. La metodología está basada en dos pilares, primero en el diseño y construcción del espectrofotómetro, donde se construyó el espectrofotómetro de absorción de proyección a partir de materiales claves, como el acrílico negro, la lente de Fresnel, la fuente de luz blanca, las muestras para visualizar la absorción, la red de difracción y los soportes ajustables, con el fin de optimizar el rendimiento del dispositivo. Y segundo, la introducción de los conceptos de física cuántica utilizando como enfoque pedagógico el constructivismo basado en el aprendizaje activo del estudiante. Para demostrar el potencial del espectrofotómetro de absorción, la secuencia didáctica fue implementada en cursos de física de último nivel de bachillerato de Colombia, comprobando la utilidad de la propuesta, permitiendo un acercamiento y aprendizaje al estudiante de educación media a conceptos físicos cuánticos, tales como, los átomos, iones y moléculas únicamente pueden existir en estados de energía discretos y el cambio de un estado a otro (transición) está asociado con la emisión y absorción de un fotón. Finalmente, se implementó el espectrofotómetro de absorción de proyección y unos experimentos rompehielos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos de física cuántica. Todo esto, resultó ser una estrategia pedagógica innovadora y efectiva. Esta combinación de teoría y práctica experimental permitió a los estudiantes adquirir una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos cuánticos fundamentales para ese nivel de formación.

ID: 145

Cold atom-atom-ion three-body recombination assisted by radio frequency trap

Ana Noguera^{1,*}, Javier Madroño¹, Mateo Londoño²

¹*Departamento de Física, Universidad del Valle, Edificio E20 No. 1069, 760032 Cali, Colombia.*

²*Department of Physics and Astronomy, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794, USA.*

*Email de contacto: ana.noguera@correounivalle.edu.co

We seek to develop a molecular dynamics simulation to study the recombination process of three cold bodies: atom-atom-ion, in the presence of a radio frequency trap. Previous work has demonstrated the existence of vibrational resonances in cold atom ion collisions under the influence of a radio frequency field. The lifetimes of these resonances reach nanoseconds, which would allow the interaction of the dimer with a third atom. As a result of this interaction, three-body recombination can occur, where the third atom subtracts energy from the dimer, converting it into a stable diatomic molecule. To study this inelastic process, a molecular dynamics simulation is developed in which the equations of motion associated with the three bodies are completely resolved, considering that the ion interacts first with one of the atoms, followed by the second interaction. Through these simulations, we will seek to calculate the three-body recombination rates and study the possibility of modifying these values through the parameters associated with the radio frequency trap and the atomic species involved.

ID: 146

Espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X y Raman aplicadas a micro y nano diamante comercial: estudio comparativo de propiedades ópticas y composición superficial

María Claudia Calderón-Martínez^{1,*}, Rodrigo Meléndrez²

¹*Laboratorio de Óptica e Informática, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia.*

²*Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora 83000, México.*

*Email de contacto: mariaccalderon@unicesar.edu.co

En el presente trabajo, se proporciona una caracterización detallada de polvos comerciales de micro y nano diamantes de alta presión y alta temperatura (HPHT) compuestos por partículas de diferentes tamaños, con el propósito de evaluar la calidad del cristal de diamante, los defectos y la composición de la superficie. de muestras de microdiamantes disponibles comercialmente. Las propiedades y aplicaciones potenciales de los diamantes,

especialmente de los nanodiamantes; dependen de las características morfológicas y estructurales, el contenido de impurezas, la química de la superficie, el proceso HPHT, la limpieza y los métodos de purificación utilizados. Generalmente esta información no es suministrada por los proveedores. Este estudio involucra a diferentes muestras de micro y nano diamante HPHT comercial de diversos rangos de tamaño adquiridas de PlasmaChem GmbH, se caracterizaron mediante Raman, fotoluminiscencia (PL), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (EDS) y espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS). Los hallazgos indicaron que las muestras estaban compuestas por una variedad de cristales poliédricos de diferentes tamaños que exhibían un espectro XRD característico de estructura cúbica con picos en 43,80 y 75,50 atribuidos a los planos (111) y (220), respectivamente y también se evidencia presencia de grafito, característico de los nanodiamantes. Los espectros Raman exhiben un pico alrededor de 1327 cm^{-1} y 1334 cm^{-1} relacionado con el enlace de carbono sp^3 , y una banda ancha alrededor de 1440 cm^{-1} asignada a la presencia de trans-poliacetileno, así como picos asociados al grafito. La espectroscopía FTIR y los estudios XPS permitieron la identificación del enlace C-C del diamante, el carbono con hibridación sp^3 , los enlaces C-H, los grupos funcionales C-O, OH y C=O. A pesar de la compleja composición elemental, se descubrió que los espectros FTIR de muestras seleccionadas al azar eran similares. Además, EDS indicó que los cristales están compuestos de C principalmente y O, Al, Fe, Br, Ca, Si, Mg y N en concentraciones más pequeñas, y para nanodiamantes estos últimos elementos no se encuentran presente. Nuestros resultados demuestran que las muestras de microdiamante HPHT poseen propiedades ópticas, estructurales y de superficie comparables a las del diamante sintético de alta calidad, lo que las hace adecuadas para diferentes aplicaciones.

ID: 147

Monitoreo y análisis de calidad de aguas continentales mediante el uso de datos satelitales y Machine Learning

Juseff Salim Jalal Luna*, Yady Tatiana Solano Correa

Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: jjalal@utb.edu.co

El propósito de esta investigación es evaluar un enfoque complementario para el monitoreo y análisis de la calidad de aguas continentales superficiales usando técnicas de percepción remota (RS), en conjunto con algoritmos de machine learning (ML). Haciendo uso de este tipo de información se busca abordar la problemática relacionada con las limitaciones espacio-temporales y de costos del enfoque tradicional, es decir, muestreo, pruebas in-situ y ensayos de laboratorio [1]. la investigación se justifica en la necesidad de los diferentes

actores interesados en el monitoreo de la calidad del agua, como empresas prestadoras del servicio de agua potable, asociaciones cívicas, autoridades ambientales, entre otros, de poseer herramientas que les permitan tomar decisiones informadas con respecto a la gestión de los riesgos y eventos adversos asociados a los cuerpos de agua que puedan afectar y comprometer su uso. Además, el enfoque propuesto, debido a la cantidad de los datos observados mediante RS, en conjunto con el enfoque tradicional, podría brindar una mayor comprensión de la dinámica en el tiempo y espacio de los parámetros seleccionados para cuantificar la calidad del agua.

ID: 148

Diseño, construcción e implementación de un espectrógrafo Raman de bajo costo

Juan Gallardo^{1,*}, Paola Pacheco², Juan Alvarez², Francisco Racedo²

¹ *Estudiante Física Universidad de Atlántico, Puerto Colombia, Colombia.*

² *Docente Programa de Física Universidad del Atlántico, Puerto Colombia, Colombia.*

*Email de contacto: jsgallardo@est.uniatlantico.edu.co

La espectroscopía es el campo de la ciencia que obtiene información de los átomos o moléculas de una muestra a partir de la interacción radiación materia, brindando información de tipo cualitativo, y con una correcta calibración, de tipo cuantitativo. La espectroscopía ha hecho innumerables aportes al desarrollo y cuidado de la humanidad, desde detección de contaminantes, identificación de los componentes de los cuerpos celestes, análisis de muestras biológicas, la caracterización de sustancias hasta el descubrimiento de nuevos elementos. La espectroscopía permite el estudio de muestras atómicas o moleculares. Entre las técnicas de espectroscopía molecular se destaca la espectroscopía Raman, la cual permite estudiar los niveles vibracionales de la muestra, a partir de la interacción entre un intenso campo eléctrico incidente con las moléculas. La versatilidad de la técnica y sus grandes prestaciones, motivaron al grupo de investigación GEOEL, de la Universidad del Atlántico, al desarrollo de un espectrógrafo Raman, dando origen al presente trabajo.

ID: 149

Caracterización óptica de películas delgadas de óxido de grafeno obtenidas mediante spin-coating

Brandon Gómez^{1,*}, Ana Reyes¹, José Uribe², Aura Merlano¹, Wilber Silva¹, Ángel Salazar¹, Juan Serna¹

¹ *Grupo de Óptica y Espectroscopia, Centro de Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, Ca. 1No. 70-01, Campus Laureles, Medellín, Colombia.*

² *Laboratorio de Celdas Solares, CIDEMAT, Universidad de Antioquia, Ca. 67No. 50-108, Sede Medellín, Medellín, Colombia.*

³ *Institución Universitaria Salazar y Herrera, Blvr. Libertadores De América No. 52 - 49, Medellín, Colombia.*

*Email de contacto: brandon.gomezv@upb.edu.co

El rápido crecimiento industrial ha resultado en graves consecuencias ambientales, como la contaminación del agua con sustancias como disruptores endocrinos y bifenilos policlorados (PCBs). Estos contaminantes representan una amenaza para la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, causando problemas endocrinos, reproductivos y neurológicos en seres vivos. Sin embargo, debido a su persistencia en el ambiente, su degradación es difícil y pueden permanecer activos por largo tiempo. Los nanocompuestos con matriz de óxido de grafeno (GO) han despertado interés en la descontaminación de aguas residuales mediante fotocátalisis plasmónica. El GO, con su gran área superficial y estructura plana, facilita la anclaje de sustancias promoviendo la generación de radicales libres para la degradación de contaminantes. Este estudio se centra en la caracterización de películas delgadas de óxido de grafeno, crecidas mediante la técnica de spin-coating, encontrando que las películas delgadas cuentan con capacidad de absorción de luz en el rango UV, de modo que esto lo hace un material clave para aplicaciones relacionadas en el campo de la fotónica y fotocátalisis plasmónica.

ID: 151

Effect of BODIPY-pyrene halogenation on fluorescence lifetime

Carlos A. Jaramillo^{1,2}, Omar Calderón-Losada^{1,2}, John Henry Reina^{1,2}

¹ *Centre for Bioinformatics and Photonics (CIBioFi), Universidad del Valle, 760032 Cali, Colombia.*

² *Quantum Technologies, Information and Complexity Group (QuanTIC), Universidad del Valle, 760032 Cali, Colombia.*

*Email de contacto: carlos.andres.jaramillo@correounivalle.edu.co,
omar.calderon@correounivalle.edu.co, john.reina@correounivalle.edu.co

In response to the growing demand for materials with charge or energy transfer properties, driven by emerging technologies such as lasers, solar cells, LED lights, and photodetectors, the importance of developing various spectroscopic techniques is emphasized. In this work, we have implemented time-resolved fluorescence spectroscopy to study the photophysical properties, including emission spectrum and fluorescence lifetime, of BODIPY-pyrene molecules. First, the results for the fluorescence lifetime of Rhodamine B and the precision of the technique are presented, followed by the first report of the halogenation effect on the fluorescence lifetimes of PyBDP, PyBDP-Br, and PyBDP-I molecules.

ID: 152

Elaboration and characterization of gold nanostructures for application as optical sensors

**Cristhian A Visbal^{1,2}, Wilkendry Ramos Cervantes², John Betancourt^{1,2},
Angélica Pérez^{2,3}, Jesús E. Diosa^{2,4}, Edgar Mosquera Vargas^{2,4},
Luis A. Rodríguez^{2,4}, Lorena Marín^{1,2}**

¹ *Grupo de Películas Delgadas (GPD), Departamento de Física, Universidad del Valle, Cali A.A. 25360, Colombia.*

²*Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), Universidad del Valle, Cali A.A. 25360, Colombia.*

³*Grupo de Óptica Cuántica, Departamento de Física, Universidad del Valle, Cali A.A. 25360, Colombia.*

⁴*Grupo de Transiciones de Fase y Materiales Funcionales (GTFMF), Departamento de Física, Universidad del Valle, Cali A.A. 25360, Colombia.*

*Email de contacto: cristhian.visbal@correounivalle.edu.co,
wilkendry.ramos@correounivalle.edu.co, betancourt.john@correounivalle.edu.co,
angelica.perez@correounivalle.edu.co, jesus.diosa@correounivalle.edu.co,
edgar.mosquera@correounivalle.edu.co, luis.a.rodriguez@correounivalle.edu.co,
marin.lorena@correounivalle.edu.co

Gold (Au) nanostructures (NEs) are of interest for the sensing of different substances due to their plasmonic properties. This property allows to increase the spectroscopic signal of various analytes on the surface of the spectroscopic signal of various analytes on the surface of the NEs or between interparticle spaces, which has given this has led to the development of sensors using the technique as surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) and therefore, optimizing the synthesis of NEs is crucial to control their properties. In this work, Au NEs were fabricated by thermal fragmentation of thin films, grown by the thermal evaporation method. The effect of temperature (100, 300 and 500 °C) and time (0.5, 1.0, 3.0, 6.0 and 12.0 h) of thermal treatment on the morphological characteristics of Au NEs was evaluated on the morphological characteristics of the NEs obtained. The samples were characterized by scanning electron microscopy and atomic force microscopy. It was observed that as the heat treatment time (π) increases, the number of NEs present increases. Also, after 3 h of TT the distribution of NEs is more uniform. Moreover, the diameters of the NEs vary from 10 to several tens of nanometers depending on the synthesis conditions. In summary, it is obtained that under prolonged TT the distribution is more uniform and the NE size becomes small enough for possible applications to SERS substrates.

ID: 154

RGB realistic synthetic interferograms in a white light interference microscope

Hernando Altamar-Mercado^{1,*}, Alberto Patino-Vanegas¹, Andrés G Marrugo²

¹*Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar - UTB, Cartagena, Colombia.*

²*Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar - UTB, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: haltamar@utb.edu.co

In this work, we present a methodology for simulating interferograms generated from white light and encoding them into an RGB image. The procedure simulates the operation of an optical interference microscope that utilizes a white light source, a Mirau-type interferometric objective, and records the interferogram using a camera equipped with an RGB sensor. The light source is characterized by its energy spectral density function,

while in the interferometric system, the object beam is characterized by the object's reflectance. The object's reflectance is calculated locally using Fresnel coefficients and considering the object's surface topography. Furthermore, the optical properties of the object material, whether metallic or non-metallic, are considered.

ID: 155

Síntesis verde de óxido de zinc con aplicaciones nanoestimulantes para la germinación de semillas y crecimiento de plántulas

Emely Ruiz Duarte^{1,*}, Sindi Horta Piñeres², Juan Molina Jimenez², Yeiner Molina Fragozo², César Torres Moreno², Duber Ávila Padilla²

¹*Estudiante de Maestría en Ciencias Ambientales, SUE Caribe, Universidad Popular del Cesar, Valledupar-Cesar, Colombia.*

²*Grupo de Óptica e Informática, Departamento de Física, Química y Afines, Universidad Popular del Cesar, Valledupar-Cesar, Colombia.*

*Email de contacto: evanessarui@unicesar.edu.co

La aplicación de la nanotecnología en forma de nanoestimulante ofrece un enfoque más sostenible al brindar la posibilidad de mejorar la productividad agrícola de manera más eficiente, reduciendo la dependencia de los fertilizantes convencionales y minimizando el impacto negativo de estos al medio ambiente. Debido a la eficiencia que tiene el uso de nanopartículas, se ha demostrado que tienen el potencial de influir positivamente en el rendimiento y la productividad de los cultivos, ya que ofrecen una liberación lenta y constante de nutrientes, aumentando de manera significativa la entrega de los mismos a las plantas beneficiándolas desde la germinación hasta todas sus etapas de crecimiento, evitando las pérdidas de nutrientes por escorrentía y permitiendo la conservación en la fertilidad del suelo. En esta investigación, se utilizaron técnicas ópticas y de microscopía electrónica para la caracterización de nanopartículas de óxido de Zinc (NPs-ZnO). Estas nanopartículas fueron sintetizadas a través de la técnica de síntesis verde utilizando el extracto de hojas de Mango (*Mangifera Indica*), la banda de absorción óptica de la muestra que fue calcinada a 400° C durante 2 horas se presenta alrededor de los 380 nm, mientras que la muestra que no fue calcinada, presenta bandas de absorción del extracto y bandas de absorción del ZnO levemente intensificadas. A través, de la fórmula de Tauc Directa se reveló un Band Gap alrededor de los 3.01 eV. El análisis estructural mediante espectroscopia Raman de las muestras, presentó bandas Raman características de la cristalización del ZnO en fase wurtzita en 432 cm⁻¹ para la muestra calcinada, mientras que esta banda no se presentó en la muestra que no se sometió a calcinación, sin embargo, se observaron bandas Raman alrededor de 905 y 2935 cm⁻¹, asociadas a los grupos funcionales de los fitocomponentes de la planta. La muestra de ZnO presenta morfología en forma de tulipán con tamaños alrededor de los 200 nm, mientras que los tamaños asociados a la muestra que no fue calcinada se encuentran en la escala micrométrica. Revisiones del estado del arte presentan que el óxido de zinc (ZnO) ha sido implementado para la germinación de semillas. El mecanismo de síntesis establecido en esta investigación demostró que se logró la formación de nanopartículas de ZnO a través de técnicas netamente verde sin el uso

de componentes químicos que son dañinos al medio ambiente, por tanto, este material es altamente prometedor para aplicaciones en la agricultura.

ID: 156

Ground roll attenuation of seismic data: a numerical evaluation using fractional Fourier transform

Dorian Caraballo Ledesma^{1,*}, Alberto Patiño Vanegas²

¹*Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia.*

²*Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: dorian.carballo@unisnu.edu.co

Ground roll is produced by surface waves during land seismic data acquisition and is very important to remove during the processing, ground roll is characterized by low frequency, low velocity, high amplitude and dispersion . In this work, we can present an expanded f-k filter technique in the Fourier fractional domain. Tests on seismic data show that the proposed method with the f-k fractional Fourier transform can obtain better results in the separation of ground roll noise and reflected events.

ID: 157

Computer-generated hologram and focusing technique for three-dimensional profile

Alberto Patiño-Vanegas*, Hernando Altamar-Mercado

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Km 1, vía Turbaco, Parque Industrial y Tecnológico Carlos Velez Pombo, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: apatino@utb.edu.co

A method is presented for obtaining the three-dimensional profile of an object using single-phase holograms and the focus technique. The procedure involves precomputing a set of holograms that, through diffraction, generate point patterns on a specific plane at a predetermined distance along the axial axis. Subsequently, each pattern is sequentially projected onto the object's surface, and through a focus metric, the focused points are identified, thereby determining their axial position. Subsequently, the three-dimensional profile of the object is compiled from the coordinates of the focused points on each plane. This method offers significant advantages by allowing the arrangement of the hologram set on a spatial light modulator, eliminating the need for mechanical displacements inherent in conventional focus techniques. This optimization results in a notable reduction in the time

required for image registration. Additionally, errors arising from possible displacements and vibrations are minimized. It is noteworthy that the hologram set is reusable for the three-dimensional exploration of different objects. To illustrate the method's effectiveness, simulations were conducted to obtain the linear profile of an object. Computationally, we calculated a set of Fresnel holograms, projecting a row of points onto the object with each hologram. The simulation results corroborate the feasibility and effectiveness of the proposed focus.

ID: 158

Colorimetric analysis of cadmium and zinc for water samples

Maria F. Sotomontes A.*, **Silvia C. Torres J.**, **Andrés S. Sepulveda L.**, **Yulieth C. Reyes R.**

Faculty of Chemical and Environmental Engineering, Universidad de América, Bogotá, Colombia.

*Email de contacto: maria.sotomontes@estudiantes.uamerica.edu.co

Water is a resource that is necessary for ecosystems and living things to survive, since it is crucial to biological processes and the development of life, rivers, and glaciers make up 71% of the earth's surface. But of this water, just 2.5 percent is fit for human consumption. At the moment, a worldwide issue is the existence of heavy metals in water sources suitable for human consumption. Natural and man-made events that impact human health and the responsible use of resources are among the causes. When heavy metals like cadmium (Cd) are present in water systems, it causes issues with these elements' bioaccumulation in foods that humans eat, like fish and vegetables. The development of microsystems for the extraction and detection of heavy metals at low concentrations in water systems is the main focus of detection investigations in Colombia. The development of innovative methods for detecting heavy metals in water systems is of major interest worldwide. This work proposes an experimental methodology to determine color parameters, specifically chroma, hue and brightness, in water samples. The proposed method consists of preparing water solutions with different concentrations of cadmium and zinc. For each concentration, photographs are taken and the parameters are determined and drawn in the CIE Lab space. This work has great potential because it allows for the identification of color changes based on the concentration of cadmium and zinc in an aqueous solution, which can be of great interest in tasks related heavy metal detection in water matrices. The correlation of color parameters with concentrations of an element of interest has not been widely explored. This work aims to identify such correlation to support sensing activities.

ID: 160

Soft-coding in computer generated fractional Fourier holograms

Alberto Patiño-Vanegas*, **Andy Dominguez-Monterrosa**, **Dorian Caraballo Ledezma**, **Hernando Altamar-Mercado**

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Km 1, vía Turbaco, Parque Industrial y Tecnológico Carlos Velez Pombo, Cartagena, Colombia.

*Email de contacto: apatino@utb.edu.co

In this work, the Fresnel holograms are calculated numerically with an iterative fractional Fourier transform algorithm (IFFTA). To reduce the noise caused by the speckles in the reconstruction, pseudo-random diffusers of a limited band in the Fresnel domain and without phase singularities are used on the object at the beginning of the iterations. To keep the band-limited in the following iterations, a soft-hard code can be used. But this strong restriction again introduces noise, caused by the loss of high spatial frequencies of the hologram to be generated. Instead, we have used a soft-coding that gradually (step by step) applies, every certain number of iterations, the restriction of keeping the band-limited in the Fresnel domain. For the calculation of the bandlimited diffusers and the implementation of the soft-coding, we have used properties of the fractional Fourier transform. The results show a notable reduction in error when using soft-coding compared to using hard-coding.

ID: 161

VLC-ID system based on LED to LED communication and energy generator

Andrés Felipe Isaza Piedrahita*, Roger Alexander Martinez, Francisco Eugenio Lopez

ITM, Medellin, Colombia.

*Email de contacto: andresisaza34307@correo.itm.edu.co

One of the challenges in VLC is uplink and energy harvesting. Usually for a VLC system an LED is used as a data transmitter and as receptors: photodiode, camera, solar panel and photo-cell. With this type of receivers only a unidirectional link can be achieved. In various articles it is reported that LEDs can act as sensors and small solar panels and to achieve the communication between LEDs there are algorithms and conditioning circuits that allow the LED to act as a sensor and emitter. But a 5mm RGB has not yet been characterized in its three regions: direct, reverse and photovoltaic, giving a practical VLC-ID system. The objective of this work is to measure all the variables of a functional VLC-ID system, in which we have the maximum speed, bandwidth, best channel to generate energy and for communication, also charging time of the system using a charging pump Dickson.

ID: 162

Integration of non-sequential ray tracing, cad design and cam manufacturing: The FreeCAD-pyOpTools workbench

Ricardo Amézquita-Orozco^{1,2,*}, Sebastián Amezquita-Niño^{1,2}

¹ *Colombian Imaging Technologies S.A.S., Cra 106 No. 15 A 25 - Bg 9 Mz 9, Bogotá, Colombia.*

² *Combustión Ingenieros S.A.S., Cra 80 B bis # 22-32, Bogotá, Colombia.*

*Email de contacto: ramezquitao@citech.com.co

The advent of open-source tools has revolutionized the landscape of optical and mechanical system design and manufacturing, offering accessible and powerful solutions. This paper presents an innovative development: the FreeCAD-pyOpTools workbench, which integrates the 3D visualization and mechanical design capabilities of FreeCAD with pyOpTools' non-sequential ray tracing capabilities for simulating 3D optical setups. This integration represents a significant leap forward, enabling a unified software suite for design, simulation, and optimization of optical systems, mechanical design of optical holders, and generation of G-code and technical drawings for manufacturing, all within a single workflow. By bridging the gap between conceptual design and physical manufacturing, this development not only underscores the versatility and power of open-source tools but also marks a paradigm shift in the approach to optical and mechanical engineering. A case study demonstrates the practical application and benefits of this methodology in industrial contexts, highlighting significant reductions in development times and costs. The pioneering work by Combustión Ingenieros SAS and Colombian Imaging Technologies SAS, underpinning this development, showcases the impactful role of developer-led projects in leveraging open-source technology for industrial innovation. The collaborative effort resulting in the FreeCAD-pyOpTools workbench aims to set a new industry standard for the future of design and manufacturing in projects that involve both optical and mechanical engineering. It promotes open innovation and teamwork, illustrating how advanced simulation techniques like non-sequential ray tracing can be effectively integrated into regular design processes, particularly when optical systems and their mechanical holders need to be designed and optimized together.

ID: 163

Manufacture of digitally calculated synthetic holograms using optical micrography

Sebastián Amezquita Niño^{1,3,*}, Dr. Rer. Nat. John William Sandino Del Busto²,
Dr. Rer. Nat. Ricardo Amezquita Orozco³

¹ *Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Cra. 45 # 26 - 85, Bogotá, 111321, Colombia.*

²*Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de física, Cra. 45 # 26 - 85, Bogotá, 111321, Colombia.*

³*Colombian Imaging Technologies S.A.S., Carrera 106 #15a-25 Bodega 9 Manzana 9 Zona Franca, Bogotá, 110921, Colombia.*

*Email de contacto: samezquitan@unal.edu.co, sebasamezquita@cihologramas.com

The holography industry relies fundamentally on the manufacturing of holographic originations with various visual and security effects, which are later replicated in a wide range of everyday products. However, most commercially available holographic effects are only "holographic stereograms", which provide images that offer a limited sense of depth. This work develops and implements a method for fabricating true computer-generated holograms that display real depth. The computation of the field recorded on the hologram is achieved by interpreting a virtual object as a series of light point sources or apertures, and solving the pertinent diffraction integrals. The recording of the computational results on a physical medium is accomplished through optical microlithography, using the Firefly® technologies developed by Colombian Imaging Technologies S.A.S.

ID: 164

Optical sensor for measuring refractive index using a PMMA capillary fiber

Y. Molina-Fragozo^{1,2,*}, S. Horta-Piñeres^{1,2}, D. A. Padilla^{1,2}

¹*Universidad Popular del Cesar, 200001, Valledupar, Colombia.*

²*Laboratorio de Óptica e Informática, Balneario Hurtado, Vía a Patillal, Valledupar, Colombia.*

*Email de contacto: yyasshinmolina@unicesar.edu.co

This is an optical device for measuring refractive indices using a PMMA capillary fiber. The developed device is based on the physical principle of excitation of localized surface optical plasmon resonances LSPR through coating the surface of the sensing zone with a metal. The LSPR is excited in the capillary fiber when the wavelength of the incident radiation is comparable to the size of the nanoparticles deposited on the capillary surface, leading to collective oscillations of the electrons when interacting with the optical field guided into the capillary. For the functionalization of the device, the synthesis of silver nanoparticles was necessary, through the green synthesis technique. During the synthesis, silver nitrate AgNO₃ was mixed with the aqueous extract of leaves of the Bougainvillea Spectabilis plant. The developed device employs a hollow core fiber fabricated from a polymethylmethacrylate (PMMA) capillary with an average wall thickness of 220 μm and an average external diameter of 850 μm , bonded to a 1.0 mm diameter PMMA optical fiber using epoxy resin. On the capillary fiber, silver nanoparticles were deposited through the Dip-Coating technique. The experimental setup consists of an optical detector in the 200-1200 nm range for interrogation of the device's response signal to changes in refractive index and a white light excitation source in the 370-890 nm range. As electromagnetic radiation propagates through the capillary fiber coated with silver nanoparticles, localized surface plasmon resonance is achieved, with a resonant wavelength of 473.6 nm for an

index of 1.3478 RIU up to 485.0 nm with an index of 1.3795 RIU. The device made it possible to detect variations in the refractive index of the order of 10⁻² RIU in analytical quantities of the order of milliliters. During the characterization of the device, a shift of the plasmon resonance wavelengths towards long wavelengths with increasing refractive index was observed. During experimental development, it was possible to achieve measurement reproducibility with a linear trend sensitivity of the order of 346.54 nm/RIU.

ID: 167

Light and matter, from pottery to quantum information

F. R. Pérez^{1,*}, S. M. Agudelo-González²

¹*Grupo de Óptica y Espectroscopía, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.*

²*Grupo de Física e Informática (FISINFOR), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia.*

*Email de contacto: fredy.perez@upb.edu.co

Although quantum mechanics originated as a requirement to explain the structure of matter based on an atomic theory, its development is closely related to phenomena associated with radiation and matter-radiation interaction. This paper aims to highlight the role of spectroscopy in consolidating quantum mechanics, not only as a theory but also as the foundation for technologies that have revolutionized human life. A reflection is done on the urgent need to develop innovative methodological proposals for teaching and learning quantum mechanics today. This reflection aims to go beyond traditional science education programs by incorporating quantum mechanics into the training of professionals who will undoubtedly drive the next quantum revolution.

ID: 169

Pixel-wise calibration methodologies to enhance the accuracy of structured light systems

Raúl Vargas^{1,*}, Andres G. Marrugo¹, Lenny A. Romero²

¹*Facultad de ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

²*Facultad de ciencias básicas, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.*

*Email de contacto: ravargas@utb.edu.co

Calibration in structured light reconstruction systems is crucial to ensure system accuracy. However, currently employed calibration models such as stereo vision and polynomial regression models have some shortcomings in adequately describing a structured light system. In the case of stereo models, errors primarily arise because projection systems perform out-of-focus image projection, which is not considered in the pinhole and lens distortion models. Besides, regression models encounter issues when reconstructions are performed near the boundaries of the calibration volume, limiting their implementation

in applications with large depth ranges. Some recent works have addressed some of these issues; however, the proposed methodologies require additional calibration procedures, necessitating the capture of more information than standard calibrations, thus reducing implementation flexibility. Moreover, other techniques propose incorporating more complex mathematical models than traditional ones, adding complexity to information processing and affecting calibration and reconstruction times. In this work, we demonstrate the implementation of pixel-wise calibration strategies that address the shortcomings of traditional calibration methods. These methodologies employ a combination of stereo vision and regression models and procedures to enhance system accuracy, achieve a simple calibration model, maintain the flexibility of stereo calibration implementation, and improve reconstruction times. Results show that our calibration methods improve accuracy by up to 72%, increasing the reliable reconstruction distance by approximately 200% of the original calibration volume.