

GRUPO DE ÓPTICA Y FOTÓNICA

Visítenos en nuestras redes



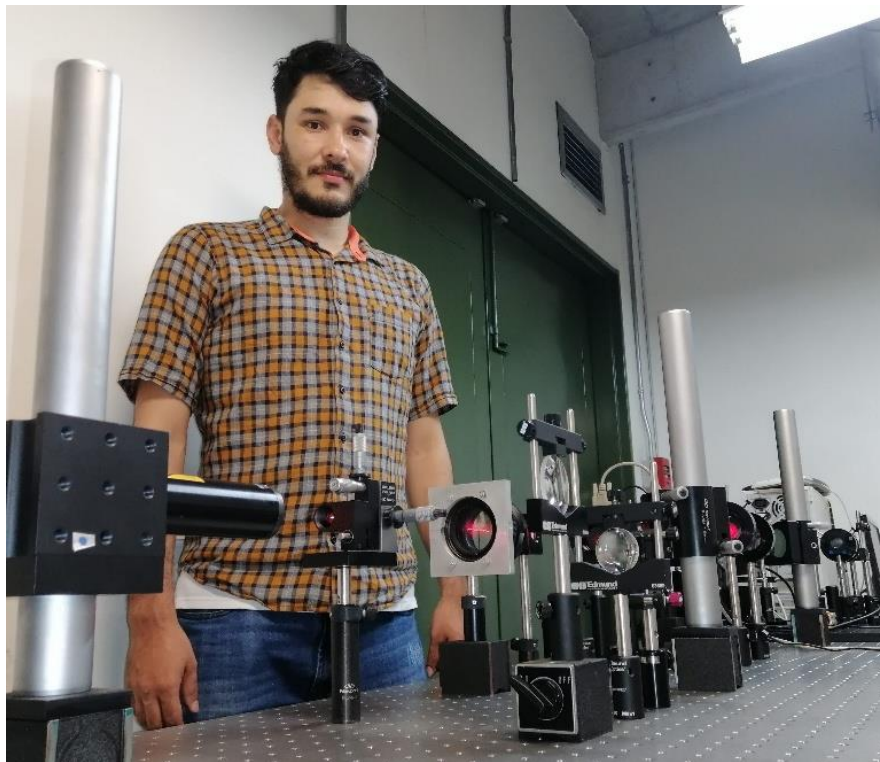
Visita la página web del grupo

<http://grupodeopticayfotonicaudea.weebly.com/>

PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS

¡Reconocimiento nacional para el Grupo de Óptica y Fotónica!

El Dr. John Alexis Jaramillo Osorio, integrante del Grupo de Óptica y Fotónica, ha sido galardonado con el prestigioso Premio Shizu y Yu Takeuchi a la mejor tesis de doctorado en Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Este reconocimiento es otorgado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la Familia Takeuchi, en conmemoración del aniversario del fallecimiento del Dr. Yu Takeuchi.



Dr. John Alexis Jaramillo Osorio en el Laboratorio del Grupo de Óptica y Fotónica, Sede de Investigación Universitaria UdeA.

La tesis premiada, titulada “**Sistemas ópticos compactos para la protección de información**”, fue dirigida por el profesor John Fredy Barrera Ramírez, coordinador del Grupo, y desarrollada en el Doctorado en Física del Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, entre 2019 y 2023. Este trabajo recibió la máxima distinción académica:

Summa Cum Laude. Esta tesis representa un avance en la implementación experimental de esquemas ópticos de encriptación, enfocados en mejorar la manipulación segura de la información mediante sistemas compactos, de bajo costo y con menores exigencias de alineación y estabilidad en comparación con los métodos tradicionales.



Diploma Premio Shizu y Yu Takeuchi otorgado a John Alexis Jaramillo Osorio



Diploma de reconocimiento al profesor John Fredy Barrera Ramírez como director de la tesis de doctorado

La ceremonia de premiación se llevó a cabo el viernes 23 de mayo en las instalaciones de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la ciudad de Bogotá (Cra 28A 39A-63). La grabación de la ceremonia puede verse en el enlace: <https://www.youtube.com/live/nalVR5T8HwY> o el fragmento de la entrega del premio a John Alexis en: https://youtu.be/owCh2fkezhM?si=k8BIWnpUx_DzhOk



Dr. Jaramillo en la ceremonia del 23 de mayo en Bogotá

Este gran acontecimiento fue publicado en la página de la universidad con la nota: [Desarrollo óptico para protección de información recibió Premio Shizu y Yu Takeuchi](#). También, el premio obtenido por John Alexis se reflejó en notas publicadas en [El Colombiano](#), [El Tiempo](#), en [Educa Colombia](#) y en [Vivir en el Poblado](#); además de que su logro fue mencionado en el [Noticiero de la FM](#).

Más información sobre el premio Premio Shizu y Yu Takeuchi: <https://accefyn.org.co/premio-yu-takeuchi/>

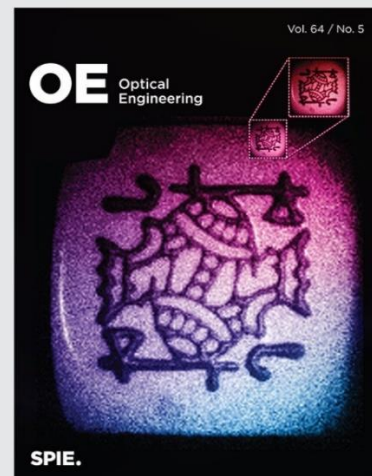
Resultado de investigación del GOF portada de la revista Optical Engineering

Optical Engineering

Editor-in-Chief: Adam Wax, Duke University

Optical Engineering publishes peer-reviewed articles reporting on research, development, and applications of optics and photonics. Primary topical areas include: imaging components, systems, and processing; optical instrumentation, techniques, and measurement; optical design and engineering; lasers, fiber optics, and sensors; communication and signal processing; and optical materials, photonic devices, and sensors.

On the cover: The figure is from "Intensity equivalence between free-space propagation and a single-lens processor: application to adjustable magnification in hologram reconstruction" by C. Vargas-Castrillón, A. Velez-Zea, and J.F. Barrera-Ramírez in Vol. 64, Issue 5.



La reconstrucción holográfica de un dado, realizada en el laboratorio del Grupo de Óptica y Fotónica de la Sede de Investigación Universitaria, fue seleccionada como la portada del volumen 64, número 5, de la revista Optical Engineering. Este resultado está incluido en el artículo titulado “Intensity equivalence between free-space propagation and a single-lens processor: Application to adjustable magnification in hologram reconstruction”. Los autores de la publicación son los profesores Carlos Andrés Vargas Castrillón, Alejandro Vélez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

La publicación aparece en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3Hwnnji>

LA TWAS resaltó la Medalla a la Excelencia Universitaria otorgada al Prof. John Fredy Barrera Ramírez



La Academia Mundial de Ciencias (The World Academy of Sciences, TWAS), en el boletín del año 2024 (vol. 36, n.º 4), destacó la Medalla Francisco José de Caldas a la Excelencia Universitaria, otorgada al profesor John Fredy Barrera Ramírez (enlace al boletín: <https://bit.ly/4kMQih6>), con la siguiente nota:



Prof. John Fredy Barrera Ramírez receives the Medal for University Excellence

TWAS Alumnus *John Fredy Barrera Ramírez*, a former TWAS Young Affiliate (2014–2018) and a professor with the physics institute at Antioquia University (Colombia), has been awarded the Gold category of the 2024 Francisco José de Caldas Medal for University Excellence.

This award honours his career, during which he has been the recipient of multiple awards and recognitions at the international level from prestigious scientific institutions.

In 2022, the Alejandro Ángel Escobar Foundation of Bogotá, Colombia, awarded him an honorary mention in the National Awards of Science. In 2020, the Municipality of Medellín and the Higher Education Agency of Medellín Sapienza, selected Ramírez as the recipient of the Greatest impact research during 2019–2020 award.

In 2014, Ramírez received the international ICO/ICTP Gallieno Denardo Award from the [International Commission for Optics](#) and the [International Centre for Theoretical Physics](#). Two years later, he was selected as Future Leader 2016 in the [Science and Technology in Society \(STS\) Forum](#), an initiative established in 2004 to offer a platform to foster open discussion about problems stemming from the application of science and technology.

At Antioquia University (AU) since 2006, today Ramírez is the coordinator of the AU optics and photonics group since 2011, and the principal investigator of 17 projects. He holds two invention patents and one published patent applications, and has more than 80 publications in his name in international peer-reviewed journals.

Más información acerca de la Medalla Francisco José de Caldas en el enlace <https://bit.ly/45ISzWo>.

La ACCEFYN destacó la Medalla Francisco José de Caldas a la Excelencia Universitaria recibida por el profesor John Fredy Barrera Ramírez



La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), en el boletín número 7 del año 2024 (enlace al boletín: <https://bit.ly/43vTkAL>), destacó la Medalla Francisco José de Caldas a la Excelencia Universitaria, otorgada al profesor John Fredy Barrera Ramírez.



El profesor John Fredy Barrera Ramírez es Miembro Correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales, más información acerca de la Medalla Francisco José de Caldas en el enlace: <https://bit.ly/45ISzWo>

ARTÍCULOS INTERNACIONALES

Optics Communications 577 (2025) 131395



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Optics Communications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/optcom



Unwrapping of phase-only holographic data using a convolutional neural network

Alan Stiven Camacho, Alejandro Velez-Zea^{*}, John Fredy Barrera-Ramírez

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



In this work, we introduce a modified convolutional neural network (CNN) based on a U-Net, capable of unwrapping the phase of both computer-generated holograms (CGHs) and digital holograms of a broad range of objects. We introduce a structural similarity index measurement (SSIM) based loss function and a Gaussian activation function to modify a CNN for phase unwrapping. We train our network with wrapped-unwrapped phase pairs obtained through an iterative Fresnel CGH algorithm and a quality guided path (QGP) unwrapping method. After training, we input the wrapped phase of any CGH into the CNN and obtain an unwrapped phase that allows for successful reconstruction of the original object with limited degradation. Furthermore, our CNN can perform unwrapping faster compared to the direct application of the QGP algorithm. We also demonstrate that the CNN has excellent generality, with capability for successful unwrapping of CGH corresponding to different object-hologram plane distances, different types of objects, and even experimentally recorded Fourier and Fresnel digital holograms.

Los autores de esta contribución fueron el Físico Alan Stiven Camacho y los profesores Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2024.131395>

Optics Communications 577 (2025) 131371



Contents lists available at ScienceDirect

Optics Communications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/optcom



Complex, amplitude and phase-only holograms using bipolar approximation

Yudai Fujima^a, Alejandro Velez-Zea^b, Takashi Nishitsuji^c, Fan Wang^a, Tomoyoshi Ito^a,
Tomoyoshi Shimobaba^a ^{*}

^a Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Chiba, 263-8522, Chiba, Japan

^b 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

^c Faculty of Science, Toho University, 2-2-1, Miyama, Funabashi, 274-8510, Chiba, Japan



Computer-generated holograms (CGHs) usually require the computation of a large number of trigonometric functions. However, because the computation of trigonometric functions requires a relatively long time, lookup tables (LUTs) are often used in software and hardware implementations for CGH calculations. In particular, the use of LUTs leads to increased memory requirements, and difficulting hardware-based CGH computations. This study reveals the image quality of complex, amplitude and phase-only CGHs using a bipolar approximation method that approximates trigonometric functions using only +1 and -1 values. This method does not require the use of LUTs. Simulation and optical reconstructions showed sufficient image quality.

Esta contribución surge de una colaboración del profesor Alejandro Velez Zea con investigadores japoneses.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2024.131371>

Ptychographic key retrieval in an experimental joint transform correlator cryptosystem

**Carlos Andrés Vargas-Castrillón^{✉,*}, Alejandro Velez-Zea[✉],
and John Fredy Barrera-Ramírez**

Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Física,
Grupo de Óptica y Fotónica, Medellín, Colombia

To record the key information in a joint transform correlator cryptosystem, an approach based on ptychography is proposed. This method does not require a reference beam, phase shifting methods, or an additional window in the input plane to record the key information. Instead, the key is illuminated with different probes, and its phase information is recovered employing the probes' information and their respective cryptosystem's outputs. Two probes are required for the retrieval of a key capable of successful decryption. Further improvements in the key accuracy and decryption quality are achieved with additional probes. This method is validated with both numerical and experimental results. For an experimental cryptosystem, we obtain similar quality after decryption with a ptychographic key compared with the key registered using the reference arm method.

Los autores de esta contribución fueron los profesores Carlos Andrés Vargas Castrillón, Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

DOI: <https://doi.org/10.1117/1.OE.64.1.018105>



Multiplane experimental optical data encryption using phase only holography

Juan Andrés González-Moncada , Alejandro Velez-Zea, John Fredy Barrera-Ramírez

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

In this paper, we demonstrate a scheme to encrypt multiplane scenes using an experimental joint transform correlator cryptosystem capable of full complex modulation, implemented with a single phase-only spatial light modulator. We use two different encoding algorithms to achieve full complex modulation of the input plane of the joint transform correlator cryptosystem, enabling the encryption of any complex optical field using arbitrary complex-valued encryption keys. Using the capabilities of this proposal, we demonstrate, for the first time to our knowledge, the experimental optical encryption of a multiplane scene composed of up to nine different 2D objects placed at different distances along the optical axis. This scheme is implemented using both double-phase encoding and binary amplitude encoding, and the performance with both encoding approaches is compared both numerically and experimentally. We show that binary amplitude encoding is superior to double-phase encoding, producing results with comparable or higher quality, particularly in the experimental case, and allowing the encryption of larger scenes than what is possible using double-phase encoding.

Los autores de esta contribución fueron el Físico y estudiante de Maestría en Física Juan Andrés González Moncada y los profesores Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2025.108900>

scientific reports



OPEN Experimental wavefront sensing techniques based on deep learning models using a Hartmann-Shack sensor for visual optics applications

Juan Sebastián Ramírez-Quintero^{1✉}, Andres Osorno-Quiroz², Walter Torres-Sepúlveda^{1,3} & Alejandro Mira-Agudelo¹

En este artículo, publicado en una de las revistas de acceso abierto más reconocidas a nivel internacional, se presenta una técnica innovadora que combina óptica tradicional con modelos de inteligencia artificial para mejorar la medición de aberraciones ópticas del ojo humano.

La propuesta integra sensores de Hartmann-Shack con redes neuronales profundas entrenadas para ampliar el rango dinámico de detección y mejorar la precisión de las medidas, contribuyendo al desarrollo de herramientas más accesibles y adaptables para el diagnóstico visual.

Este trabajo fue desarrollado en el marco de una colaboración entre la Universidad de Antioquia y la Institución Universitaria Digital de Antioquia, fortalecida recientemente con la aprobación de un nuevo proyecto de investigación conjunto.

Además, como resultado del proceso de formación en investigación asociado a esta línea, el estudiante y coautor Andrés Osorno-Quiroz fue galardonado con el premio Medellín Investiga 2024, un reconocimiento a su destacada participación investigativa.

Comentario del Dr. Walter Torres:

"Estamos muy cerca de contar con un dispositivo adaptable, económico y de alta precisión que podría transformar el diagnóstico visual en regiones con acceso limitado a tecnología avanzada."

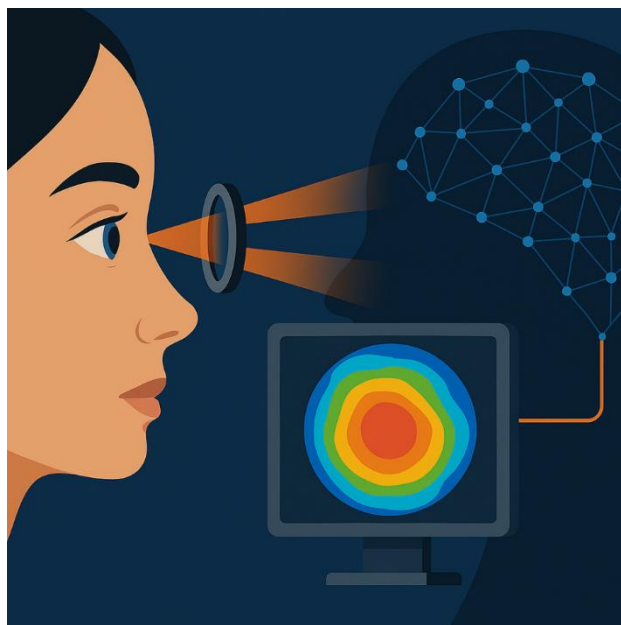
Comentario del Dr. Alejandro Mira:

"La mejora en la precisión y el rango dinámico de la detección de aberraciones ópticas podría influir decisivamente en el diseño personalizado de lentes oftálmicas y de contacto, optimizando la calidad visual de los usuarios."

Puede ampliar la información desde la [nota realizada por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales en la página de la universidad.](#)

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80615-8>

Wavefront sensing is essential in visual optics for evaluating the optical quality in systems, such as the human visual system, and understanding its impact on visual performance. Although traditional methods like the Hartmann-Shack wavefront sensor (HSS) are widely employed, they face limitations in precision, dynamic range, and processing speed. Emerging deep learning technologies offer promising solutions to overcome these limitations. This paper presents a novel approach using a modified ResNet convolutional neural network (CNN) to enhance HSS performance. Experimental datasets, including noise-free and speckle noise-added images, were generated using a custom-made monocular visual simulator. The proposed CNN model exhibited superior accuracy in processing HSS images, significantly reducing wavefront aberration reconstruction time by 300% to 400% and increasing the dynamic range by 315.6% compared to traditional methods. Our results indicate that this approach substantially enhances wavefront sensing capabilities, offering a practical solution for applications in visual optics.





High-quality binary amplitude hologram generation for digital micromirror device based holographic display

Alejandro Velez-Zea , César Antonio Hoyos-Peláez, John Fredy Barrera-Ramírez

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

In this work, we demonstrate a high-performance binary amplitude hologram generation method and verify its performance with an experimental holographic projection scheme based on binary amplitude modulation by means of a digital micromirror device. The proposed method consists of a subsampling procedure applied to a target scene prior to hologram generation with binarized stochastic gradient descent (B-SGD). In combination with temporal multiplexing, this approach leads to holographic reconstructions with significantly improved quality when compared to direct application of the B-SGD and other common binary amplitude hologram generation methods. Furthermore, our proposal achieves this improved quality with nearly the same computational speed as the conventional B-SGD. Numerical results confirm the validity of our proposal, and an experimental holographic projection scheme is implemented to demonstrate its feasibility.

Los autores de esta contribución fueron los profesores Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez, y el Físico Cesar Antonio Hoyos Pelaez.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2025.108994>



OE Optical
Engineering

RESEARCH PAPER

**Intensity equivalence between free-space
propagation and a single-lens processor:
application to adjustable magnification
in hologram reconstruction**

**Carlos Vargas-Castrillón[✉],* Alejandro Velez-Zea[✉],
and John Fredy Barrera-Ramírez**

Universidad de Antioquia UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Grupo de Óptica y Fotónica, Medellín, Colombia

We present and experimentally validate an analytical equivalence between the intensities produced by free-space propagation and a single-lens processor (SLP) within the framework of diffraction theory. Accordingly, we propose a method for reconstructing Fresnel holograms with adjustable magnification using an SLP. The required parameters for optimal operation are derived, facilitating both numerical and experimental implementations. This method was applied to reconstruct simulated and experimental holograms of 2D and 3D objects, achieving controlled magnification. Furthermore, the proposed equivalence was used to demonstrate adjustable magnification in an experimental holographic projection setup based on phase-only computer-generated holograms.

La reconstrucción holográfica de un dado, presentada en esta la contribución, fue seleccionada como la portada del volumen 64, número 5, de la revista Optical Engineering. Los autores de esta contribución fueron los profesores Carlos Andrés Vargas Castrillón, Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

DOI: <https://doi.org/10.1117/1.OE.64.5.053102>



Article

Non-Iterative Phase-Only Hologram Generation via Stochastic Gradient Descent Optimization

Alejandro Velez-Zea  and John Fredy Barrera-Ramírez * 

Grupo de Óptica y Fotónica, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia (UdeA), Calle 70 No. 52-21, Medellín 050010, Colombia; alejandro.velezz@udea.edu.co

* Correspondence: john.barrera@udea.edu.co

In this work, we explored, for the first time, to the best of our knowledge, the potential of stochastic gradient descent (SGD) to optimize random phase functions for application in non-iterative phase-only hologram generation. We defined and evaluated four loss functions based on common image quality metrics and compared the performance of SGD-optimized random phases with those generated using Gerchberg–Saxton (GS) optimization. The quality of the reconstructed holograms was assessed through numerical simulations, considering both accuracy and computational efficiency. Our results demonstrate that SGD-based optimization can produce higher-quality phase holograms for low-contrast target scenes and presents nearly identical performance to GS-optimized random phases for high-contrast targets. Experimental validation confirmed the practical feasibility of the proposed method and its potential as a flexible alternative to conventional GS-based optimization.

Los autores de esta contribución fueron los profesores Alejandro Velez Zea y John Fredy Barrera Ramírez.

DOI: <https://doi.org/10.3390/photonics12050500>

PARTICIPACIÓN DEL GOF EN EVENTOS

Conversatorio sobre los hitos del pensamiento ondulatorio de la luz

El pasado 7 de abril, los profesores Edgar Rueda, de la Universidad de Antioquia, y Román Castañeda, de la Universidad Nacional de Colombia, llevaron a cabo el segundo conversatorio sobre los hitos del pensamiento ondulatorio de la luz. Este evento se realizó en la Biblioteca Pública Piloto, en el marco del ciclo de conferencias Jueves de la Ciencia.



El conversatorio se puede ver en el siguiente enlace: [Primera parte](#), [segunda parte](#).

Participación en el Encuentro de Semilleros de Investigación + Jóvenes investigadores

El pasado 22 de abril del 2025, las estudiantes Salomé Osorio Muñoz y Valentina Lobo Ruiz participaron del Encuentro de Semilleros de Investigación + Jóvenes Investigadores (ESI+JI 2025), un espacio académico que reúne a semilleristas y jóvenes investigadores de diversas disciplinas para compartir los avances y los resultados de sus proyectos. En esta ocasión, los trabajos presentados en calidad de póster por las integrantes del GOF fueron:

- Análisis comparativo de algoritmos de optimización de fase aleatoria para la generación de hologramas no iterativos. V. Lobo-Ruiz, A. Velez-Zea, J.F. Barrera-Ramírez.
- Control de la Aberración Cromática Longitudinal del Ojo Humano. S. Osorio-Muñoz, W. Torres-Sepúlveda, A. Mira-Agudelo.

