

REVISTA SayWa

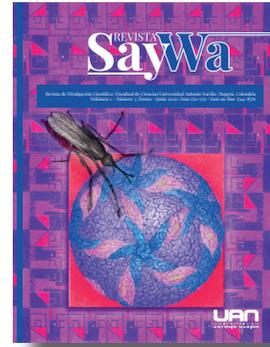
Saywa en Quechua significa "que indica el camino o frontera". Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias, sea un anuncio y acercamiento al conocimiento que guíe su trayectoria.

Volumen 2 No. 3 - Semestral

enero - junio 2020

ISSN: 1711-1571

ISSN online: 2744-8576



Rector

Víctor Hugo Prieto

Secretaria General

Martha Carvalho

Vicerrectora Académica

Diana Quintero

Vicerrector Administrativo

Héctor Bonilla

Vicerrector de Ciencia, Tecnología e Innovación

Guillermo Alfonso Parra

Directora Fondo Editorial

Lorena Ruíz Serna

Corrector de estilo

Carlos Andrés Almeyda

Ilustrador

Nicolás Sánchez Bernal

Diseño y Diagramación

Carácter Creativo SAS.

© Primera Edición. Universidad Antonio Nariño. 2020

Los artículos aquí publicados no expresan la voluntad de la institución sino son responsabilidad de los autores que realizan cada uno de los textos aquí incluidos.

Editores

Aura Elena Suárez Alfonso

Angélica María Gómez Torres

Comité Editorial

Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Angélica María Gómez Torres

Jose Miguel Sanchez

Aura Elena Suárez Alfonso

Escribanos a

saywa@uan.edu.co

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ciencias

Carrera 3 este No. 47 A - 15

Teléfono 5554199

Conmutador 3152980 ext 3033

Bogotá, Colombia

<http://revistas.uan.edu.co/index.php/saywa>



Editorial**04****De la difusión a la divulgación**

Por Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Además de un rápido vistazo a los artículos que podrán encontrarse en el presente número de la revista Saywa, se revisa aquí el panorama e historia de las investigaciones adelantadas por la Universidad Antonio Nariño desde la síntesis de sus logros y desarrollos recientes, de cara a la democratización y apropiación de estos espacios como parte de la reapropiación social del conocimiento científico

Opinión**06****Acreditación, un camino hacia la excelencia**

Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Breve recorrido por los procesos de acreditación adelantados por la Universidad Antonio Nariño que pone en relieve las oportunidades que esta ha brindado a su comunidad educativa así como a la universidad como centro de pensamiento y liderazgo educativo.

Ciencia Hoy**08****Inteligencia artificial: pasado, presente y futuro**

Gilles Paul Pieffet

Este trabajo analiza la evolución de la inteligencia artificial a partir sus luchas y avances, así como desde el renovado interés que sus éxitos e historia más reciente han encendido en el ámbito científico y cultural del siglo XXI.

Medicina**14****Control de la infección por el Virus del Zika: una perspectiva hacia la medicina natural**

Denís Sofía León Colmenares, Anny Karely Rodríguez Fersaca, Mónica Losada Barragán, Felio Jesús Bello García, Orlando Alfredo Torres García, Ana Luisa Muñoz Ramírez

La infección por el virus del Zika es una problemática presente a nivel mundial que afecta desde mujeres embarazadas y niños, hasta la población de la tercera edad, lo que conlleva a complicaciones que podrían ser letales como la microcefalia y las manifestaciones neurológicas.

Personajes UAN**22****Cristian Buendía Atencio, un docente con interés investigativo**

Por Oscar Andrés Galindo Rivera

El profesor Cristian Buendía Atencio es un químico apasionado por la docencia y la investigación. Es docente investigador de la Universidad Antonio Nariño en la Facultad de Ciencias desde el año 2013 donde ha adelantado importantes investigaciones en el campo científico. Por esto y más, es uno de los personajes UAN..

Ciencia aplicada**32****Nanocompuestos de plata: materiales compuestos polivalentes**

Camila Alejandra Lota Mendoza, Gladys Angelica Murillo Romero, Daniel Llamasa Pérez, Rolando Javier Rincón Ortiz

Las nanopartículas de plata (AgNPs) se han ido convirtiendo en una alternativa prometedora para la obtención de nuevos agentes antibacterianos. Sin embargo, se han encontrado numerosas investigaciones que han identificado que las AgNPs presentan toxicidad, lo que representa una preocupación a nivel ambiental.

Implementación de las nanopartículas en aplicaciones de diagnóstico

Yehidi Julieth Medina Castillo, Daniel Llamasa Pérez, Mónica Losada Barragán

El nanodiagnóstico permite la identificación de enfermedades en sus estadios iniciales a nivel celular o molecular, e idealmente al nivel de una sola célula, esto mediante la utilización de nanodispositivos y sistemas de contraste. Esta herramienta proporciona un valioso aporte a la medicina, ya que permite un diagnóstico mucho más rápido y preciso frente a formas convencionales de diagnóstico y haciendo posible un tratamiento oportuno y adecuado.

Impacto ambiental de las curtiembres, una problema de vieja data en el río Bogotá

Diego Andrés Castiblanco Ramírez, Daniel Llamasa Pérez, Rolando Javier Rincón Ortiz

Una de las actividades industriales más representativas en la economía colombiana es el sector del curtido de pieles, con una participación del 2,17% en el PIB manufacturero y representado en su mayoría por PYMES dedicadas a la exportación del cuero tipo wet-blue, práctica que genera en la actualidad ingresos por más de 70 millones de dólares al año. No obstante, una explotación indebida de la actividad, así como prácticas manufactureras poco conscientes de su impacto ambiental, preocupan por el deterioro que vienen causando en fuentes hídricas como es el caso del río Bogotá.

Diálogos

70

Una vida de enseñanzas: José Joaquín Valderrama

Por Andrés Valderrama Rincón

José Joaquín Valderrama, matemático de la Universidad Nacional de Colombia y magíster de la misma universidad, lleva 38 años vinculado a la Universidad Antonio Nariño, y cerca de 43 años dedicado a la docencia. Ha sido protagonista directo de la historia de la UAN. En este volumen se rinde un homenaje a su trayectoria.

Proyección social

78

El teatro y la danza en la construcción de relatos de ciudad

Por Claudia Alexandra Guío Garzón

El presente texto nos habla del teatro y la danza como medios de transformación de realidades en un contexto de vulnerabilidad, razón por la que se presenta aquí una propuesta de concepción del cuerpo y las historias de vida de jóvenes y adultos mayores que enriquecen los relatos de ciudad. Una experiencia que lleva a estas personas a romper con toda clase de paradigmas, ataduras de violencia, vicio y muerte, que afectan tanto sus formas de pensamiento como las maneras de ser y estar en un contexto urbano y social.

Cultura científica

87

Patentes

Por Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Equipo de electroporación para inserción de fragmentos de ADN en células bacterianas

La electroporación, o electropermeabilización, es un proceso por el cual se provoca un aumento significativo de la conductividad eléctrica y la permeabilidad de la membrana plasmática de una célula, esto mediante un campo eléctrico que se aplica de manera externa. En biología molecular se emplea comúnmente para introducir diferentes sustancias en célula. Un fármaco que puede cambiar las funciones celulares o un fragmento de ADN codificante.

Bomba peristáltica con cabezal tipo rodamiento y portamanguera para desgaste reducido

Las bombas peristálticas son un tipo de bomba hidráulica que bombea líquidos mediante el desplazamiento a través de tubos o mangueras flexibles dispuestas en el interior de la cubierta de la bomba. Dichas bombas son usadas principalmente para el transporte de fluidos biológicos dado que las mangueras empleadas son estériles y, por lo tanto, evitan el riesgo de contaminación.

Una revisión a las Olimpiadas Matemáticas UAN

Aura Elena Suárez Alfonso

Se realiza un breve recorrido por las Olimpiadas de la UAN y su importancia en los procesos de formación y contribución a la educación a nivel nacional.

Mikhail Fomin

Reseña libro: *Zero: The Biography of a Dangerous Idea* de Charles Seife (2000)

El autor nos habla sobre el surgimiento de algo tan habitual como el número cero. Pocas personas piensan en lo que realmente significa. La cifra es habitual, pero al mismo tiempo es poco probable que alguien pueda explicar por completo su grado de importancia.

Arte y Ciencia

95

Cine-Foro UAN: un espacio de extensión a la comunidad a través del séptimo arte

María Eugenia Monroy

Desde hace varios años, la Facultad de Educación de la UAN, desde el liderazgo del programa de Licenciatura en español e inglés, cuenta con un espacio denominado Cine-Foro UAN donde, en sus inicios, se proyectaban películas exclusivamente para el programa. Con el paso del tiempo, este espacio ha ido ganando más espectadores y ha captado la participación de estudiantes de diversos programas, brindando estrategias de trabajo colaborativo que suman a la formación integral un mayor conocimiento gracias a las temáticas abordadas.

¿Cómo publicar en SAYWA?

98

Instrucciones de autor



De la difusión a la divulgación



Fotografía de Joaquín Valderrama.

Joaquín Andrés Valderrama Rincón

joavalderrama@uan.edu.co

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño

En la actualidad, la investigación es parte de la labor natural de la Universidad Antonio Nariño aunque constituye una tradición que viene desde tiempo atrás. A la fecha, la institución cuenta con 40 grupos de investigación, 38 de ellos reconocidos por Colciencias en diversas áreas del conocimiento. Cuenta además con once patentes concedidas. Este esfuerzo interdisciplinar y conjunto de la comunidad científica quedaría incompleto sin una correcta divulgación que contribuya a

“La divulgación científica tiene éxito si, de entrada, no hace más que encender la chispa del asombro”.

Carl Sagan

la democratización de este conocimiento, lo que conlleva a la generación de espacios de reapropiación social de los alcances del conocimiento generado.

La investigación científica se evidencia por medio de sus resultados por lo que hacerlos visibles se ha convertido en un reto permanente para la sociedad actual. La revista Saywa brinda un espacio fundamental en la divulgación de la investigación, más allá de la difusión como propagación del conocimiento

entre especialistas, esto es, un tipo de comunicación que contiene un conjunto de elementos o signos propios de un discurso especializado en cada área de trabajo. La divulgación, en cambio, abre un espacio que resalta la importancia del diálogo entre los académicos y el mundo, alejándose de la práctica usual de hacerlo exclusivamente entre pares. La universidad y el quehacer científico es mucho más que un recinto alejado de la sociedad, es parte dinámica y activa de ella, por lo tanto el diálogo debe estar presente. Es por esto que vale la pena resaltar esta loable labor de permitir la construcción de puentes entre saberes y seres humanos.

En esta edición, la revista *Saywa* tiene el gusto de brindarnos un acercamiento al pasado y la historia de la Universidad Antonio Nariño, junto a las vivencias de toda una vida dedicada a la educación en la sección diálogos con el profesor José Joaquín Valderrama, “Una vida de enseñanza”. Así mismo, nos invita a conocer el presente de la universidad a través de un científico que sigue dejando muy en alto el nombre de la institución, el profesor Cristian Buendía Atencio, “Un docente con interés investigativo”. Nos presenta también artículos científicos de interés general que incluyen una muestra del trabajo realizado por los grupos de investigación de la UAN, en temas referentes a péptidos aplicados al control del virus de papiloma humano; una reseña histórica de inteligencia artificial; tratamientos naturales para el virus del zika; nanopartículas en aplicaciones de diagnóstico; el impacto ambiental de las curtiembres; nanocompuestos de plata; especies reactivas de oxígeno; el teatro y la danza en los relatos de una ciudad; la educación bilingüe en clases de química y el acápite perteneciente al Cine-Foro UAN.

Esperamos que disfruten esta nueva edición de la revista y que esta lectura contribuya a seguir aumentando la curiosidad científica y a generar más inquietudes y preguntas que esperan ser respondidas por todos ustedes, en el quehacer científico diario.

Opinión



Acreditación: un camino hacia la excelencia



Fotografía de Joaquín Valderrama.

Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño

joavalderrama@uan.edu.co

La Universidad Antonio Nariño se origina en 1976. Desde entonces, hasta la actualidad, ha tenido como objetivo incrementar la cobertura de la educación superior en toda Colombia, garantizando una formación de calidad, y teniendo como pilares fundamentales la innovación y la investigación como herramientas para la integración, la prosperidad y la ilustración. Desde hace más de 4 décadas, la

UAN ha apostado por la generación de conocimiento de alta calidad, es por ello que desde hace varios años se ha venido trabajando en un proceso educativo bajo un modelo de autoevaluación y de mejora continua, garantizada desde los más altos estándares de calidad en educación superior, tanto a nivel nacional como internacional. En el año 2019, la Universidad Antonio Nariño sede Bogotá, tras varios años de trabajo bajo este modelo de mejora continua, fue reconocida como una de las instituciones de educación superior del país de alta calidad.

La acreditación de alta calidad constituye una forma de rendir cuentas ante el Estado y la sociedad sobre el servicio que presta una institución de educación superior. Se basa en una evaluación realizada por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), teniendo en cuenta dos referentes principales: una autoevaluación realizada por la institución y un concepto externo realizado por pares académicos. Abarca la misión y el proyecto institucional, los procesos académicos, la investigación, la visibilidad nacional e internacional, el impacto social, los procesos de autorregulación, la planta física y los recursos financieros de la institución, entre otros.

La educación de alta calidad permite el reconocimiento de las cualidades de sus estudiantes y egresados, visibilizándolos como parte de los mejores en su quehacer profesional. Para los docentes constituye un paso adicional hacia unas mejores condiciones laborales, promoviendo el aumento de los profesores de tiempo completo con contratos anualizados y promoviendo una mejor visibilización y seguimiento de los estatutos docentes. Si bien hay muchos aspectos que podrían mejorar, la acreditación constituye un punto de partida muy sólido para

“La calidad nunca es un accidente, siempre es el resultado de un esfuerzo inteligente.”

John Ruskin

los procesos internos de mejoramiento institucional y sienta las bases para un análisis continuo que incluye a todos los actores que componen la institución.

El lograr este reconocimiento no es el final del proceso ni es la meta a la que se quiera llegar, es un paso más para el objetivo último, esto es, continuar y fortalecer los estándares de educación superior y garantizar la mejor formación. La UAN cuenta con las herramientas necesarias para persistir en su proyecto institucional y educativo, en respuesta a las necesidades sociales que plantea el país, con la mirada puesta siempre en el futuro y permitiendo la autoevaluación de todos nuestros estamentos, todo ello para favorecer siempre la mejora de estos.

Inteligencia Artificial: pasado, presente y futuro

Artificial Intelligence: past, present and future



Fotografía de Gilles Pieffet.

Gilles Paul Pieffet

Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
gp.pieffet@uan.edu.co

Keywords:

Artificial intelligence, Data science, Machine learning, Algorithms.

Palabras clave:

Inteligencia Artificial, Ciencia de datos, Aprendizaje automático, Algoritmos.

Artificial Intelligence can be defined as the automatic (i.e. without human intervention) making of a decision to solve a specific problem within a specific given situation. This work looks at the evolution of artificial intelligence from its early beginning until present day with a glimpse of what is yet to come.

Gilles Pieffet es investigador de la Universidad Antonio Nariño y trabaja en el estudio de sistemas biológicos a partir de simulaciones computacionales. Graduado de la Universidad Pierre et Marie Curie en Física-Química y Doctor en Matemáticas y Ciencias Naturales de la Universidad de Groningen.

Gilles Pieffet is a researcher at the Universidad Antonio Nariño working on the study of biological systems using computer simulations. He has a Msc. from the University Pierre et Marie Curie and a Phd. from the University of Groningen.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) can be defined as the automatic (i.e. without human intervention) making of decisions to solve a specific problem within a specific given situation. This work looks at the evolution of artificial intelligence from the advances it brought and the struggles it faced in its early beginnings to the most recent successes and the renewed interest they ignited in present days. The scientific and technological foundation of the field will be overviewed. The influence of the dramatic increase in computational power will be discussed, together with the effect of the availability of cheap and accurate data at an unprecedented level and how it fueled the latest AI revolution. We will conclude with a glimpse of

what is yet to come or is already there but still unnoticed: the very serious implications this technology will have at a societal level and the real threat it already poses to privacy

Resumen

La Inteligencia Artificial (AI, por sus siglas en inglés) se puede definir como la toma automática (es decir, sin intervención humana) de una decisión para resolver un problema específico dentro de una situación específica. Este trabajo analiza la evolución de la inteligencia artificial a partir de los avances que trajo y las luchas que enfrentó desde sus inicios hasta los éxitos más recientes que encendieron el renovado interés en tiempos mas recientes. Se analizarán los fundamentos científicos y tecnológicos del campo. Se discutirá la influencia del aumento dramático en el poder computacional, junto con el efecto de la disponibilidad de datos baratos y precisos a un nivel sin precedentes y cómo este alimentó la última revolución de la AI. Concluiremos con una rápida ojeada de lo que está por venir: las serias implicaciones que tendrá esta tecnología a nivel social y las amenazas reales que ya representa para la privacidad.

Introduction

Artificial intelligence (AI) can be defined as the automatic decision, making process to solve a specific problem based on a given input meant to describe a specific situation. It can also be more simply described as the science of having machines performing human tasks. In this work, we will look at the various phases AI went through from its early beginning more than half a century ago to its latest incarnation and the new ethical challenges it poses at a societal level.

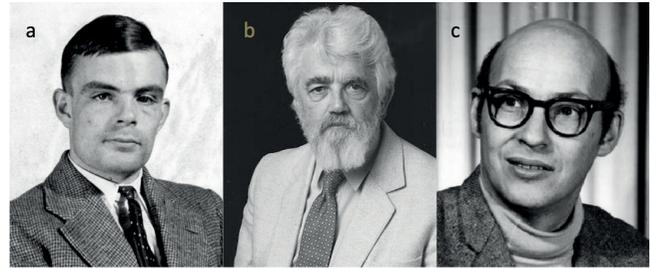


Figure 1: The pioneers of Artificial Intelligence (a) Alan Turing, (b) John McCarthy and (c) Marvin Minsky.

between two entities which one is a human and which one is a machine (Figure 2).

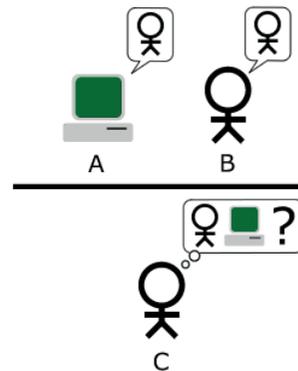


Figure 2: Representation of the Turing test. An interrogator C is set to determine which of entity A or B is human and which is a machine, solely from their written answers to his questions. If the interrogator cannot tell the difference between them then A is intelligent

History

The field of artificial intelligence (AI) was first developed in the 1950s, when scientist started wondering how computers could solve problems on their own. Among the most prominent pioneers of AI were Alan Turing, John McCarthy (who coined the term) and Marvin Minsky (Figure 1), whose work (Turing, 1950; McCarthy, 1958; Minsky, 1961) set the foundations of AI.

In one seminal publication in the field, Alan Turing asks if machine can think (i.e. if they are intelligent) and to answer this question went on to devise the Turing test, where an interrogator is to determine

The AI developed during this period would later be known as the classical AI. Classical AI was based on symbolic calculations, abstract symbols (words, numbers and mathematical operator) and on the belief that human intelligence could be fully represented using them. Classical AI led to advances in computational search and computational logic and enjoyed early successes such as the General Problem Solver, a computer program capable of solving

basic word problems and puzzles. However, the complexity of AI problems (increasing exponentially with the size of the problem) coupled with the limited computational power available at the time meant that it could only be practically applied to toy problems in very constrained environment. Public failures and clear deficiencies in applications such as machine translation that turned out to be slower, less accurate and more expensive than human translations led to a brutal loss of interest and lack of funding for research in AI that would be retrospectively known as the first AI winter (1974-1980).

Starting from the 1980s a new knowledge-based AI appeared that focused on how to capture, represent and infer knowledge. This led to the creation of so-called expert systems that were computer program designed to answer question or solve problems in a limited domain of knowledge. In these systems, knowledge was represented as a set of fact with rules used to connect them, forming a knowledge base. They also used an inference engine that deduced new facts from known facts contained in the knowledge base. These expert systems could perform tasks like diagnose diseases, detect chemical compounds from sensor reading or manage inventory parts, like the XCON system from DEC that could process orders with a 95% accuracy. However, these systems only proved useful in a few special cases throughout the 1980s because of their limitations.

This led to the creation of so-called expert systems that were computer program designed to answer question or solve problems in a limited domain of knowledge.

Ultimately, they would turn out to be very expensive to maintain (the system needing constant updating with new rules), besides being rigid and inflexible (producing vastly incorrect answers when given unusual input). They were also very slow, which limited their use to solve simple problems. The termination of the 5th generation computer project in Japan, designed to enable the future of AI technology, without reaching any of its objectives marked the beginning of the 2nd AI winter that would last from 1988 until the year 2000.

Modern Artificial intelligence: data driven AI

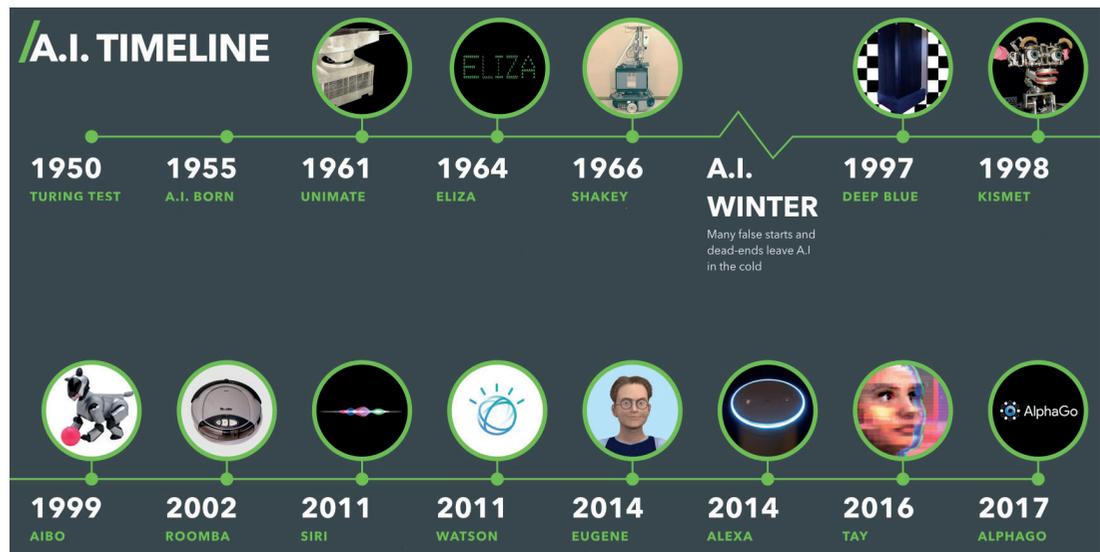
The new AI paradigm came with the realization that knowledge could be learnt from data and a critical part of it is machine learning. Machine learning is such a important part of modern AI that it has now to a large extent become synonymous with it. However, while AI is the broad science of mimicking human abilities, machine learning is a specific subset of AI that teaches a machine how to learn using data and that is based on statistics. Machine learning builds analytical models automatically. To do this it uses methods from neural networks, statistics and physics to find hidden

patterns in data without being explicitly programmed where or what to look for or what to conclude.

The resurgence of AI is in no small parts due to advances in machine learning with the apparition of deep learning, which is the technology behind all the recent successful applications of AI, some of the most visible ones being the virtual assistants developed by the major Hi-Tech companies and now present everywhere: Siri for Apple, Alexa for Amazon, Google assistant for Google and Cortana for Microsoft just to name the most famous ones.

If machine learning is a subset of AI, deep learning is a subset of machine learning where neural networks are expanded into huge networks with a large number of layers trained using large amount of data. This was only made possible because of the availability of large amount of data, but also more than anything because of the explosion in recent years of parallel computing power coming from the development of the GPU architecture in graphics cards driven by the video game industry. As a consequence, milestones in the development of AI have been occurring increasingly rapidly. In 2009, Google self-driving Toyota Prius executes several trips of 100 miles. In 2011, IBM Watson won the US Quiz show Jeopardy. In 2016, Google DeepMind AlphaGo won against a human grand master in Go and since then more have occurred indicating that the interest isn't waning (see Figure 3 for a timeline of AI).

Figure 3. AI Timeline.
Source: Image courtesy of Dr. Paul Marsden (2017).



Conclusion

While it is clear that AI models will continue to improve in accuracy with time, what is less clear is what the implications will be in the long term and the challenges it will place on society. Some aspect will be largely beneficial especially in the healthcare domain where it will be of increasing help with result analysis, for example to diagnose difficult cases of tumor in x-rays. Other aspects will be more controversial such as the issue of privacy with the development of public video surveillance and facial recognition. Other implications will be clearly negative with the automation of an ever increasing of amount of jobs and it is unclear whether new jobs will be created at the same pace or in the same number than they will be destroyed. The future of Humanity Institute from Oxford University surveyed several hundreds of machine learning experts and asked them how long they thought it would take for AI to reach specific human

capabilities (Grace *et al.*, 2018, p. 729). According to them, essays written by machines that could pass as written by human could happen in 2026 and truck driver could be replaced as soon as 2027. Other very interesting yet frightening predictions were that there is a high (50%) probability that AI will outperform humans in all tasks in the next 45 years and will automate most human jobs within 120 years. The time to start discussing these matters and to decide whether or not to place boundaries on the technology is now.

References

- Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B. and Evans, O. (2018). When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 62, pp. 729-754.
- Marsden, P. (2017). Artificial Intelligence Timeline Infographic - From Eliza to Tay and beyond. Retrieved from: [<https://digitalwellbeing.org/artificial-intelligence-timeline-infographic-from-eliza-to-tay-and-beyond/>].
- McCarthy, J. (1958). Programs with common sense, in National Physical Laboratory proceedings in Teddington, England, November 1958.
- Minsky, M. (1961). Steps toward Artificial Intelligence, in *Proceedings of the IRE*, 49, 1, pp. 8-30.
- Turing, A. (1950). I.—Computing machinery and intelligence, *Mind*, LIX (236), pp. 433-460

Medicina



Control de la infección por el virus del Zika: una perspectiva hacia la medicina natural

Zika Virus Infection Control: A Perspective Towards Natural Medicine

“

Palabras clave:

Virus del Zika, Infección, Tratamiento, Extracto vegetal.

Keywords:

Zika virus, Infection, Treatment, vegetal extract

”

Denis Sofía León Colmenares¹
Anny Karely Rodríguez Fersaca²
Monica Losada Barragán²
Felio Jesús Bello García³
Orlando Alfredo Torres García⁴
Ana Luisa Muñoz Ramírez²

¹ Universidad Antonio Nariño/ Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia.

² Universidad Antonio Nariño/ Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia./ analuisa.munoz@uan.edu.co

³ Universidad de La Salle/ Facultad de Ciencias Agrícolas y Ganaderas, Programa de Medicina Veterinaria, Bogotá, Colombia

⁴ Universidad Antonio Nariño/ Facultad de Medicina Veterinaria, Bogotá, Colombia.



Denis Sofía León Colmenares

Estudiante del programa de Bioquímica de la Universidad Antonio Nariño. Su interés en la investigación se enfoca en cultivos celulares e infecciones virales.

dleon90@uan.edu.co

Resumen

La infección por el virus Zika es una problemática a nivel mundial que puede incluso conllevar a la muerte. Sin embargo, no existe un tratamiento específico. Este artículo tiene como objetivo revisar los extractos vegetales que han demostrado inhibir la proliferación de este virus, in vitro, como posible estrategia terapéutica.

Summary

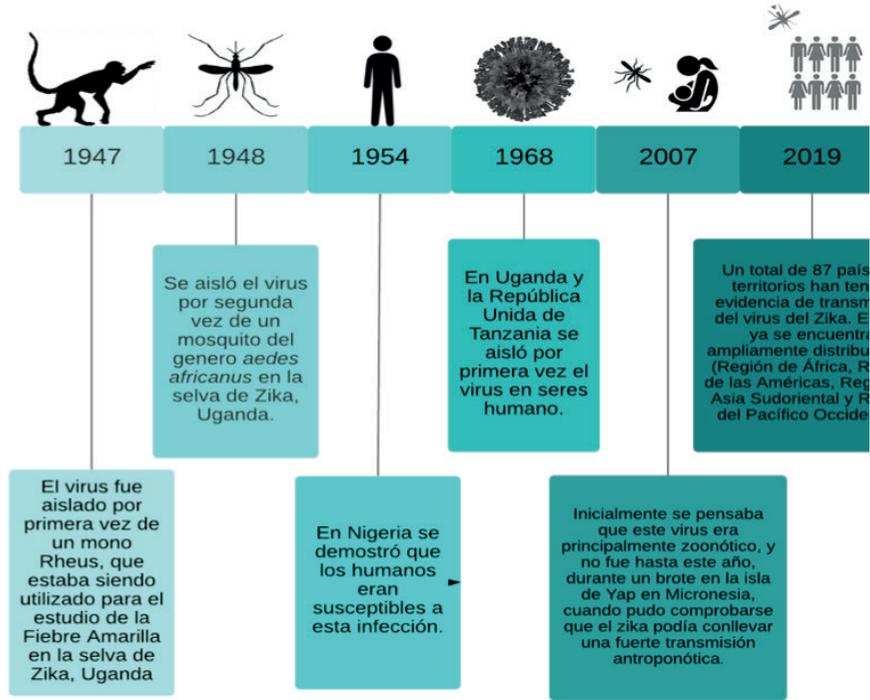
Zika virus infection is a worldwide problem, it can have severe complications such as death. However, there is no specific treatment. This article aims to review the plant extracts that have been shown to inhibit the proliferation of this virus, in vitro, as a possible therapeutic strategy.

Introducción

El virus del Zika (ZIKV) tiene como principal característica una envoltura en su cápside icosaédrica que contiene el RNA de cadena sencilla que conforma su material genético.

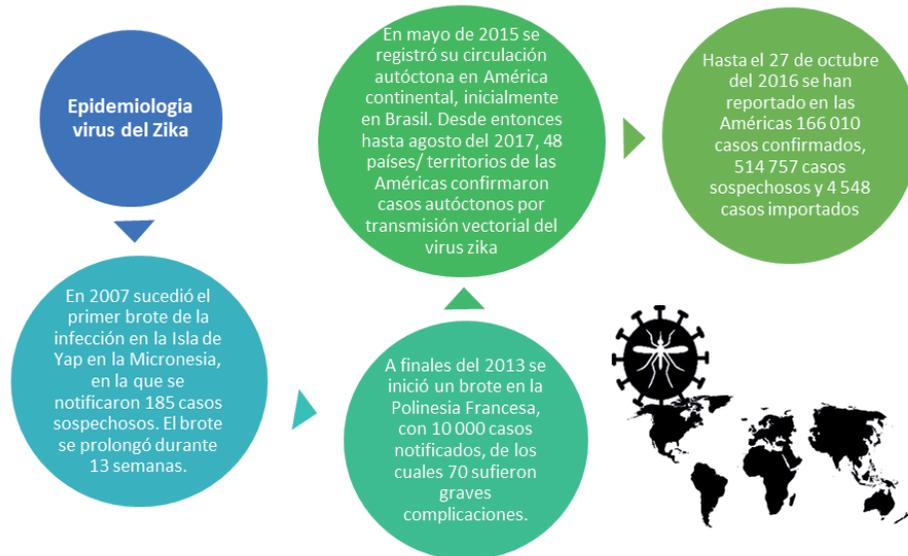
Perteneciente a la familia Flaviviridae y al género Flavivirus, adicionalmente es clasificado como un arbovirus por ser transmitido a través de vectores artrópodos (Ledermann *et al.*, 2014). En primera instancia, se llegó a pensar que este virus era zoonótico (es decir, que el reservorio de este virus era un animal vertebrado no humano), sin embargo, aproximadamente seis décadas después, surgió un brote en la isla de Yap en la Micronesia donde se comprobó que el Zika podía conllevar una fuerte transmisión antroponótica (Figura 1). De tal modo, que a día de hoy es conocido que el reservorio es el ser humano, y el agente transmisor o vector es un insecto, específicamente, mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (Vazeille, Dehecq & Failloux, 2018), de amplia circulación en América Latina (OPS/OMS, 2019)

Figura 1. Cronología del descubrimiento del virus del Zika.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Resumen epidemiológico de la infección por Zika, a nivel mundial.



Fuente: elaboración propia.

El virus del Zika está distribuido por casi todo el mundo (Figura 2), y más ampliamente en América, donde se conoció el primer infectado en el año 2014 procedente de la isla chilena de Pascua, desde entonces 48 países del continente han documentado la transmisión autóctona de la enfermedad. 76 territorios han notificado casos de Zika por transmisión vectorial, 59 han notificado situaciones de brote, 13 han documentado casos de transmisión persona a persona (Jineth *et al.*, s.f.).

En 2015 se identificó el primer brote en el país, en el municipio de Turbaco (Bolívar). A partir de esta fecha, inició el registro epidemiológico que para el cierre de 2016 arrojó 106.659 casos y durante el año 2017 2.130 casos, de los cuales 595 fueron de alto riesgo, 388 madres gestantes, 166 menores de un año, 41 adultos mayores, de los cuales 90 desarrollaron síndromes neurológicos, más específicamente Guillain-Barré. Adicionalmente, se notificó e fallecimiento de 31 personas infectadas, 21 de ellas fueron muertes perinatales debido a defectos congénitos (Jineth *et al.*, s.f.).

A pesar de que la notificación de la circulación de este virus en el país fue ya hace algunos años, aun en el 2019 se reportaron 284 casos repartidos por 521 municipios del país, lo cual demuestra que este virus aún sigue circulando como un alto factor de riesgo.

Por otro lado, respecto a las características estructurales del virus, está conformado por proteínas estructurales y no estructurales. Las **proteínas estructurales** son tres: Proteínas C, M y E.

La proteína **C**, la cual comprende la **cápside viral**, es la responsable de proteger el material genético del virus. La proteína **M (de membrana)** se encuentra en la superficie viral, tiene como principal rol conservar la estructura viral. La proteína **E (envoltura)** es la proteína principal de la superficie del virión y está implicada en la unión a la célula huésped y en la posterior

A pesar de que la notificación de la circulación de este virus en el país fue ya hace algunos años, aun en el 2019 se reportaron 284 casos repartidos por 521 municipios del país

fusión de membranas (Wong, Poon & Wong, 2016).

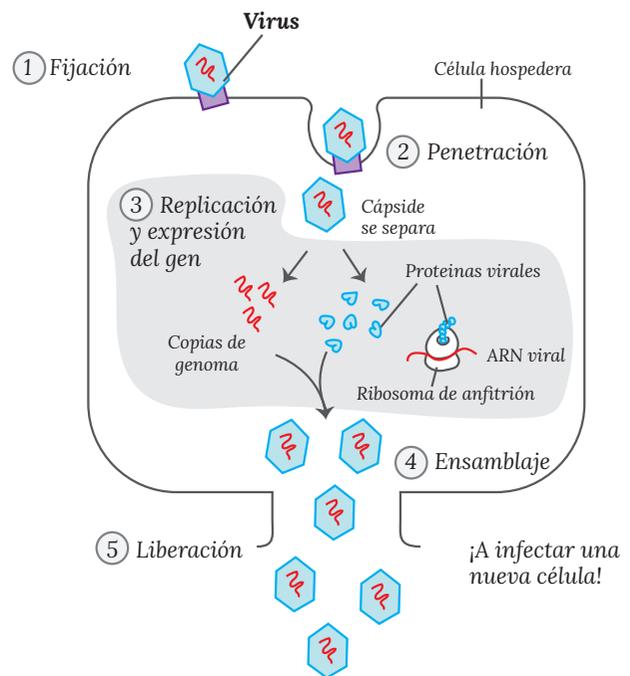
Por otro lado, existen las siete **proteínas no estructurales**: NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B y NS5:

Las proteínas no estructurales **NS1 y NS5** forman un complejo que ayuda a la replicación del virus y además representan un importante papel en la evasión de la inmunidad del huésped (Wang, Thurmond *et al.*, 2017). Las proteínas **NS2B y NS3** tienen un papel importante en la síntesis proteica y en la replicación del material genético, además NS3 es de suprema importancia para la replicación viral y el procesamiento de poliproteínas. La **NS2A**, promueve el ensamblaje y la replicación viral in vitro (Velandia & Castellanos, 2011). Las proteínas **NS4A y NS4B** están presentes en la replicación del ARN. NS4A induce autofagia y protege las células huésped de la muerte durante

la infección por otro lado, NS4B funciona como modulador de los gránulos de estrés en las células huésped (Wong *et al.*, 2016).

El ciclo del virus inicia cuando este ingresa en el mosquito mediante su ingesta por la previa picadura de un hospedero infectado –en el interior del mosquito–, el virus se dirige hacia las células del intestino medio donde iniciará su replicación, para lo cual se requiere de un periodo de tiempo de entre 7 a 14 días contados desde el momento en que el mosquito ingiere la sangre infectada. La fase de replicación termina cuando el mosquito pica nuevamente e infecta a un hospedero (Quintero *et al.*, 2010). Para ello, el ARN viral es liberado, diseminándose a través de la hemolinfa (líquido circulatorio de los artrópodos y moluscos, análogo a la sangre de los vertebrados) a los órganos blanco secundarios (tráquea, cuerpo graso, musculatura torácica, ovarios, sistema nervioso). Finalmente alcanza a las glándulas salivares, el órgano más importante para una transmisión efectiva, ya que desde allí el virus es liberado en la saliva durante la picadura del mosquito a un nuevo hospedero (Salazar *et al.*, 2007).

Figura 3. Diagrama general del ciclo de vida de un virus.



Fuente: Adaptado de: Khan Academy (s.f.).

Para que se dé la infección en el nuevo hospedero, el virus debe ingresar a las células epiteliales siendo principalmente los queratinocitos y las células dendríticas inmaduras sus células blanco, a las cuales ingresa por endocitosis y en donde intervienen varios receptores como, por ejemplo glicosaminoglicanos (GAG), heparán sulfato y DC-SIGN, son los principalmente descritos, así como los receptores de tirosina-kinasa: TIM (TIM-1, TIM-4) y TAM) (Licourt & Saínz, 2018; Rodríguez *et al.*, 2019), sin embargo, aún existen muchos vacíos al respecto. Una vez en el ambiente ácido del endosoma, se inicia la maduración viral.

Esta maduración comprende una reorganización estructural (dimerización) de la proteína E, fijándola y posteriormente fusionando las membranas, dando vía libre para que se pueda liberar el genoma (ARN) en el citoplasma, donde

se produce la replicación viral y la liberación al medio extracelular (Figura 3) (Hasan *et al.*, 2018). Una vez se liberan sus partículas virales para la posterior infección de otras células, estas pueden llegar al sistema nervioso central, infectando los astrocitos, la microglía y las células dendríticas, entre otras, en este caso interactúan con receptores transmembranales, tipo RMM (receptor de membrana de manosa) DC-SIGN o CD209 (adhesión intercelular específica de células dendríticas no integrina) estos receptores se han reportado como potenciales para la entrada de los Flavivirus al SNC y así mismo su replicación (Licourt & Saínez, 2018), explicando así el porqué de las manifestaciones neurológicas.

2. Diagnostico

El periodo de incubación (tiempo transcurrido entre la exposición y la aparición de los síntomas) estimado de la enfermedad por el virus de Zika es de 3 a 14 días (OMS, 2018). El paciente puede tener una sospecha de infección de acuerdo a los síntomas que presenten o si ha viajado a zonas donde haya una amplia posibilidad de transmisión o una alta población de los mosquitos *Aedes* vectores, sin embargo, es necesario realizar pruebas diagnósticas de laboratorio mediante muestras de sangre, orina o semen, como lo son la **RT-PCR** (reacción en cadena de polimerasas con transcriptasa reversa), mediante esta técnica se permite la detección específica del ARN viral. Sin embargo, esta prueba es útil en promedio en los primeros cinco días de la infección, desde que el paciente presenta síntomas de sospecha de la infección (Cabezas & García, 2017). La prueba diagnóstica que más se utiliza es el análisis serológico, mediante ensayos ELISA el cual consiste en el uso de antígenos específicos del virus del Zika para la **determinación de los anticuerpos IgM**,

esto a partir del día 6 después de que inician los síntomas, este ensayo presenta una alta sensibilidad y especificidad. En particular puede ayudar a diferenciar entre infecciones por Zika, dengue y chikungunya, los cuales presentan síntomas parecidos y son endémicos en las mismas regiones geográficas (Borena *et al.*, 2017).

3. Síntomas

Los síntomas que generalmente se presentan por la infección del virus del Zika, son leves y consisten en fiebre, erupciones cutáneas, conjuntivitis sin secreción, dolores musculares y articulares, debilidad, fatiga, vómito, diarrea, dolor abdominal, malestar y dolores de cabeza, su duración oscila entre los 2 a 7 días (OPS/OMS, 2018). **Si el paciente presenta estos síntomas y se le confirma el diagnóstico, debe evitar la ingesta de aspirina debido a que existe cierto riesgo de hemorragias** (BBC, 2016).

4. Complicaciones

Un factor determinante en la circulación y mantenimiento del virus es la relación vector - vertebrado, lo que favorece la propagación incontrolada

de este agente infeccioso a través de amplias regiones a nivel mundial, debido a tres factores de gran impacto, **el primero** es la desmedida proliferación de la población de su principal vector, mosquitos de la especie *Aedes*. **El segundo** factor es la cantidad de reservorios (recipiente grande, generalmente cerrado, que sirve para contener huevos del mosquito) del mosquito existentes y **el tercero**, la facilidad de los mosquitos vectores para transferir este Flavivirus, haciendo que sea baja la probabilidad de su erradicación.

Otros factores implicados en exacerbado aumento de la circulación del virus son: ambientales, tales como el calentamiento global; sociales, tales como el crecimiento poblacional, la colonización desmedida y la pobreza, en consecuencia, habrá un mayor número de personas infectadas, quienes pueden manifestar sintomatología leve, y del mismo modo, pueden surgir una serie de complicaciones, como lo son:

Guillain-Barré

Se trata de una afección poco frecuente, en la cual el sistema inmunitario ataca el sistema nervioso periférico, produciendo debilidad muscular y

una pérdida de sensibilidad en las extremidades. La aparición de esta enfermedad generalmente se debe a infecciones por bacterias o virus. No existe una cura para este síndrome, pero el tratamiento con inmunoglobulinas puede mejorar los síntomas eliminando los auto anticuerpos (OMS, 2016). La sintomatología que se puede presentar además de lo ya mencionado anteriormente, corresponde a parestesias (cosquilleo en las extremidades) y parálisis facial. Además, se estima que la mediana del tiempo entre el inicio de los síntomas de infección por Zika y el inicio del síndrome de Guillain-Barré es de 7 días.

Por otro lado, si se revisa la epidemiología en Colombia correspondiente a este síndrome con relación a la infección viral, se encuentra que en el periodo 2009-2015 ocurrieron más o menos 250 casos de Guillain-Barré por año, aproximadamente 20 por mes, y justo en el año 2016, cuando se dio el brote por el virus del Zika, los casos de esta afección aumentaron de manera considerable, pues ya no eran 20 por mes, sino 90. De 2603 infectados por el virus, 401 presentaron síndromes neurológicos, de los cuales 270 correspondían a Guillain-Barré (Parra *et al.*, 2016).

A parte de las importantes complicaciones que se puedan llegar a tener al contraer esta enfermedad, también están presentes otros problemas, como lo son, las implicaciones económicas que esta pueda llegar a generar. Se estima que los costos de una persona que contrae esta enfermedad pueden llegar a ser de 242 millones o superiores (PNUD, 2017). Igualmente, si se revisan las complicaciones a nivel social, se tiene que las personas que contraen esta enfermedad se ven obligadas muchas veces a abandonar su vida cotidiana y empezar a depender de alguien en todos los aspectos, debido a las consecuencias motoras.

Según la velocidad con la que la enfermedad degenera el sistema nervioso del paciente, y en algunas ocasiones pueden ser víctimas de exclusión por parte de sus congéneres (Cantillo *et al.*, 2016) potencialmente estresantes, como por ejemplo, renunciar a actividades que solía disfrutar o adaptarse a nuevas limitaciones físicas y necesidades especiales, lo que predispone a la persona a experimentar ansiedad, depresión u otro tipo de afección psicológica. Tal es el caso de "Lola", diagnosticada en 2011 con síndrome de Guillain-Barré. En este artículo se realiza una descripción de la patología y se analiza el caso bajo la visión del profesional de enfermería, en la que se realiza un plan de cuidados priorizando un conjunto de intervenciones. El síndrome de Guillain-Barré (GBS, siglas en inglés).

Encefalitis

Se refiere al proceso inflamatorio en el sistema nervioso central (SNC) a consecuencia de la infección del tejido cerebral causada por distintos virus, uno de ellos es el Zika. Su sintomatología incluye fiebre, cefalea, fotosensibilidad, rigidez de la nuca, náusea y vómitos, cabe señalar que en los casos de mayor gravedad se puede presentar, confusión, convulsiones, parálisis e incluso coma (OMS, 2017) El tratamiento antiviral hasta ahora es el más utilizado (Sánchez *et al.*, n.d.), los más frecuentemente utilizados en el tratamiento de la encefalitis son: El Aciclovir (Zovirax), Ganciclovir (Cytovene) y Foscarnet (Foscavir) (Banfi, 2003) the main cause of encephalitis, invade CNS via bloodstream (e.: enterovirus. Esta enfermedad tiene un importante impacto familiar, social e incluso laboral, esto debido a que se puede producir una pérdida de la independencia funcional, teniendo repercusiones en estas áreas, generando una sobrecarga en su entorno

A parte de las importantes complicaciones que se puedan llegar a tener al contraer esta enfermedad, también están presentes otros problemas, como lo son, las implicaciones económicas

más cercano y la imposibilidad de seguir cumpliendo con sus funciones laborales y académicas de forma normal y regular (María Ibarbia, 2019).

Microcefalia en neonatos

Es una malformación neonatal que se distingue por un escaso crecimiento de la cabeza después del parto, siendo una de las complicaciones con mayor incidencia. Esta afección puede ocurrir debido a la infección por el virus del Zika a una mujer en estado de embarazo. La microcefalia, va acompañada de un limitado crecimiento cerebral, convulsiones, problemas en el desarrollo, exhibiendo algunas discapacidades físicas y de aprendizaje (OMS, 2017), como lo son la pérdida de

visión y audición, y dificultad para alimentarse (McGrath *et al.*, 2017). La infección viral por Zika en la madre durante el primer trimestre del embarazo, tiene más probabilidades de afectar el sistema nervioso central del bebe, debido a que es una etapa crucial para su desarrollo neurológico (Faizan *et al.*, 2016). En Colombia, entre la primera semana epidemiológica de 2015 a la primera de 2018 se notificaron a la OMS un total de 248 casos, y a nivel continental (América) un total de 27 países reportaron, entre los años 2015-2018, 3.720 niños nacidos con síndrome congénito asociado a la infección por Zika (Rica & Salvador, 2017).

Una vez se diagnostica a la madre gestante como infectada por el virus del Zika, se sugiere realizar una RT-PCR en el líquido amniótico, así como imágenes diagnósticas al feto y una ecografía de detalle anatómico, para realizar el debido dictamen médico (Coronell-Rodríguez *et al.*, 2016). Se sabe que la eventualidad de que los neonatos con microcefalia mueran durante el primer año de vida es de un 20% y una esperanza de vida promedio de 35 años después del primer año (PNUD, 2017). Si un neonato logra sobrevivir con esta malformación congénita durante varios años, su entorno familiar se verá afectado, principalmente de manera económica, debido

a que, según lo reportado, el costo médico de por vida por cada paciente afectado remonta los 180.004 dólares y se estima que los gastos no médicos son de aproximadamente 133.812 dólares. Por otro lado, se tiene en cuenta la pérdida de productividad por parte de los familiares debido a la condición del paciente y su necesidad de tener una constante vigilancia. Como se puede ver, la microcefalia no solo afecta al paciente si no también afecta gravemente a su entorno familiar (PNUD, 2017).

5. Tratamiento e importancia de la medicina natural

A pesar de que esta infección viral fue descrita hace muchos años y ha tenido una gran importancia a nivel mundial, hasta el día de hoy no se implementa ningún tratamiento eficaz y específico. Es por ello que, cuando se identifica a una persona infectada por este virus, el tratamiento a seguir es únicamente sintomático, teniendo en cuenta la situación de cada paciente se recomienda mantenerse hidratado y en reposo. En cuanto al dolor y la fiebre, es tratada únicamente con acetaminofén o paracetamol. El uso de antihistamínicos se limita únicamente a pacientes que presenten comezón (OPS, s.f.). Sin embargo, es importante contar siempre con una prescripción médica a la hora de consumir cualquier medicamento dado que algunos medicamentos antiinflamatorios, incluso el ácido acetilsalicílico, pueden causar hemorragias y complicar más la situación del paciente (BBC, 2016).

Esta infección viral no ha podido erradicarse debido a la inexistencia de una vacuna o tratamiento específico. Una posible razón es que a la hora de elaborar una vacuna para su tratamiento, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones que podrían complicar el desarrollo y evaluación de los candidatos vacú-

nables, por ejemplo: (1) la viremia de corta duración (entre 5-7 días) que presentan los pacientes; (2) el riesgo de microcefalia en las embarazadas infectadas; (3) y el riesgo potencial de que el Zika sea el responsable de enfermedades neurológicas autoinmunes (síndrome de Guillain-Barré) (Reina, 2018). Sin embargo, en la actualidad se desarrollan estudios para la elaboración de una vacuna frente al virus del Zika que incluyen cierta variedad como, por ejemplo, la vacuna de ADN plasmídico, desarrollada por Larocca et al., y esta contiene los genes que se codifican para las proteínas M y E procedentes de una cepa brasileña del virus del Zika. Esta vacuna se ha probado en ratones Balb/c inoculados intramuscularmente con 50g de ADN. Con una sola dosis se induce una protección completa a las 4 o 8 semanas post vacunación, esto tras la inyección de 105 partículas/ml del plasmido, lo que finalmente ha demostrado que la protección procede solo de la producción de anticuerpos IgG-específicos (Larocca et al., 2016). Las vacunas de ARNm actúan como un vector no infeccioso que no se integra en el genoma celular del huésped y que está designado para expresar eficientemente la proteína que se desee, por lo cual Richner et al. han elaborado una posible vacuna en la que actúan un conjunto de nanopartículas lipídicas rodeando y encapsulando a un ARNm que codifica el virus. Lo que realizará este ARNm no amplificante, será minimizar la activación del sistema inmune innato. La administración de 2 dosis (0 y 4 semanas) de esta vacuna en ratones indujo elevados niveles de anticuerpos neutralizantes frente a la proteína E que protegía completamente a los ratones de la infección exógena (Richner et al., 2017)000. Son necesarios estudios fase II y fase III para validar los resultados de estas vacunas y definir su aplicación como herramienta de control frente a esta infección. Por otro lado, uno de los principales objetivos de varias de estas organizaciones es buscar estrategias terapéuticas para tratarla,

esto con el fin de disminuir las complicaciones asociadas a anomalías fetales y el síndrome de Guillain-Barré que son los más incidentes a nivel mundial.

Es por ello que el desarrollo de estrategias terapéuticas es importante y necesario, esto incluye el uso de extractos de plantas naturales como posibles compuestos anti-infecciosos, en algunos países asiáticos y africanos los emplean como su herramienta de atención primaria en salud debido a condiciones como las económicas, culturales y geográficas. Basados en las prácticas médicas tradicionales, creencias y conocimientos de la cultura indígena, se ha informado acerca de la actividad antiviral de los productos naturales fundamentados en el conocimiento, experiencia y prácticas, tratando infecciones y diferentes enfermedades en animales y humanos, por ello tienden a convertirse en la materia prima del desarrollo de medicamentos (Betancur-Galvis et al., 1999).

Existen múltiples estudios que apoyan esta premisa, por ejemplo: Las hojas del té verde contiene grandes cantidades de un polifenol llamado galato de epigalocatequina, el cual ha demostrado tener actividad antiviral frente a muchos virus,

incluido el virus del Zika, este compuesto actúa inhibiendo la entrada del virus en la célula huésped, lo cual fue probado en la línea celular Vero E6 a una concentración comprendida entre los 5 a 200 μM del extracto,

los autores obtienen con sus resultados que el posible mecanismo de esta inhibición está dado por la interacción directa del fármaco con la envoltura lipídica, lo que lleva a una destrucción de la partícula viral

(Carneiro *et al.*, 2016). En otro estudio se realizó la identificación de las enzimas importantes para la infección del virus del Zika, y encontraron las proteasas NS2B-NS3, sobre ellas probaron la quercetina, que es un flavonoide, que se encuentra en varias frutas, verduras y granos, este compuesto fue utilizado a varias concentraciones, y finalmente lograron concluir que actúa como un inhibidor no competitivo, lo cual quiere decir que es un inhibidor que se une al sitio alostérico, sin superponerse con el sitio de unión al sustrato de las proteasas y según lo reportado

es capaz de inhibirlas, por ende podría inhibir la proliferación viral (Roy, Lim & Song, 2016).

Se realizó el estudio del posible efecto antiviral contra cepas de Zika, de una planta proveniente de la isla reuñón (Francia), llamada *A. theiformis*, este extracto fue utilizado a una concentración de $500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ sobre células Vero, manteniendo una viabilidad del 95%, y se determinó que el extracto de esta planta ejerce un efecto antiviral contra cepas de Zika y los cuatro serotipos del dengue, y se caracterizó su posible mecanismo, el cual consistiría en alterar la unión de las partículas virales a la membrana de la célula huésped, impidiendo por tanto la infección (Clain *et al.*, 2018).

La *Ocimum basilicum*, comúnmente conocida como albahaca, es una hierba utilizada en varios países en sus comidas diarias. Los autores Singh *et al.*, utilizaron su extracto a diferentes diluciones, 1:16, 1:32, 1:64, 1: 128, 1: 256 y 1: 512 sobre células Vero E6 sembradas a una concentración de 1.5×10^5 células/pozo, para demostrar su potencial antiviral contra el virus del Zika, y según los resultados pudieron concluir que el extracto si inhibe la proliferación del virus en este tipo de células, finalmente, esta inhibición varía del 13 al 97% dependiendo de la dilución de extracto que se emplee, siendo la dilución 1:16 la que más porcentaje de inhibición mostró, una reducción del 97% en la infectividad del virus (2019).

Por último, la *Lippia alba* es una planta aromática, con la cual se realizaron estudios para determinar si presenta actividad antiviral frente a células de **insectos** C6/36 y **mamíferos** Vero-E6, para establecer ello, utilizaron los aceites esenciales obtenidos de la totalidad de la planta a concentraciones desde $5.22 \mu\text{g}/\text{ml}$ hasta $400.8 \mu\text{g}/\text{ml}$ y finalmente, se determinó que a una concentración de $13.36 \mu\text{g}/\text{ml}$ presentan una actividad antiviral óptima contra el virus del Zika (Quispe, 2018).

Por último, lo que tienen en común todas estas plantas, es la presencia de ciertos metabolitos secundarios, llamados polifenoles y flavonoides, los cuales ya han sido reportados como potenciales antivirales, y según lo mencionado en los párrafos anteriores se puede reafirmar dicha premisa, lo que difiere en cada caso es el diseño experimental que se empleó, sin embargo, en todos los casos, los resultados fueron positivos, concluyendo así que la estrategia terapéutica antiviral partiendo de extractos vegetales es viable y sostenible económicamente.

Conclusión

Las infecciones virales son una problemática que aún está vigente y en algunas regiones tiene más relevancia debido a la cantidad de casos o a las importantes complicaciones que se están presentando o se presentaron en su momento. Debido a esto es importante la investigación y búsqueda de medicamentos o una vacuna que pueda disminuir la incidencia de casos. En este sentido los extractos vegetales se constituyen en una fuente natural y amplia de potenciales moléculas, que como ya se evidenció en los resultados anteriormente descritos, pueden tener un potencial en la actividad antiviral y específicamente contra el Zika.

Referencias Bibliográficas

- BBC (2016). ¿Cuáles son los síntomas del virus zika y qué hacer si lo tienes? BBC Mundo. Recuperado de: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160113_zika_preguntas_sintomas_mosquito_ab].
- OMS (2018). Guía para la vigilancia de la enfermedad por el virus del Zika y sus complicaciones. Recuperado de: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49518/9789275320198_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y].
- Banfi, P. A. (2003). Encefalitis: ¿cuáles y cómo tratar? Revista Chilena de Infectología, Vol. 20, pp. 28-33. DOI: [https://doi.org/10.4067/s0716-10182003020100004].
- Betancur-Galvis, L. A., Saez, J., Granados, H., Salazar, A. & Ossa, J. E. (1999). Antitumor and Antiviral Activity of Colombian Medicinal Plant Extracts. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Borena, W., Hofer, T., Stiasny, K., Aberle, S. W., Gaber, M., von Laer, D. & Schennach, H. (2017). No molecular or serological evidence of Zikavirus infection among healthy blood donors living in or travelling to regions where Aedes albopictus circulates. PLoS ONE, 12(5). DOI: [https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178175].
- Cabezas, C. & García, P. (2017). Diagnóstico de la infección por el virus zika. Anales de La Facultad de Medicina, 78(1), 89. Recuperado de: [https://doi.org/10.15381/anales.v78i1.13028].
- Cantillo, E. V., Castro Ravelo, M., Cristina, M., Sierra, D., Johana, L., Carpio, P. & Pereira Gutiérrez, R. P. (2016). Síndrome de Guillain-Barré: Aprendiendo a vivir con una discapacidad residual Guillain-Barré syndrome: Learning to live with a residual disability. Barranquilla (Col.), 32(2), pp. 350-362.
- Carneiro, B. M., Batista, M. N., Braga, A. C. S., Nogueira, M. L. & Rahal, P. (2016). The green tea molecule EGCG inhibits Zika virus entry. Virology, 496, pp. 215-218. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.virol.2016.06.012].
- Clain, E., Sinigaglia, L., Koishi, A. C. et al. (2018). Extract from *Aphloia theiformis*, an edible indigenous plant from Reunion Island, impairs Zika virus attachment to the host cell surface. Scientific Reports, 8(1), pp. 1-12. DOI: [https://doi.org/10.1038/s41598-018-29183-2].
- Coronell-Rodríguez, W., Arteta-Acosta, C., Suárez-Fuentes, M. A., Burgos-Rolon, M. C., Rubio-Sotomayor, M. T., Sarmiento-Gutiérrez, M. & Corzo-Díaz, C. (2016). Zika virus infection in pregnancy, fetal and neonatal impact. Revista Chilena de Infectología, 33(6), pp. 665-673. DOI: [https://doi.org/10.4067/S0716-10182016000600009].
- OMS (2018). Enfermedad por el virus de Zika. Recuperado de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus].
- Quispe Bravo, E. (2018). Actividad inhibitoria de los aceites esenciales de *Lippia alba* contra el virus zika en células VERO - 76 y C6/36 de *Aedes albopictus*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- María Ibarbia, A. I. (2019). Evaluación e intervención neuropsicológica en un caso de encefalitis autoinmune por anticuerpos contra los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA). Trabajo final de Máster de Neuropsicología. Universitat Oberta de Catalunya. Faizan, M. I., Abdullah, M., Ali, S., Naqvi, I. H., Ahmed, A. & Parveen, S. (2016). Zika Virus-Induced Microcephaly and Its Possible Molecular Mechanism. Intervirology, 59(3), pp. 152-158. DOI: [https://doi.org/10.1159/000452950].
- Hasan, S. S., Sevvana, M., Kuhn, R. J. & Rossmann, M. G. (2018). Structural biology of Zika virus and other flaviviruses. Nature Structural and Molecular Biology, Vol. 25, pp. 13-20. DOI: [https://doi.org/10.1038/s41594-017-0010-8].
- Rodríguez Reyes, J. (2017). Informe de evento, enfermedad por virus zika. Colombia. Recuperado de: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ZIKA%202017.pdf].
- Karely Rodriguez, A., Muñoz, A. L., Segura, N. A., Rangel, H. R., Bello, F. & Karely Rodríguez, A. (2019). Molecular characteristics and replication mechanism of Dengue, Zika and Chikungunya arboviruses, and their treatments with natural extracts from plants. Journal, 18. DOI: [https://doi.org/10.17179/excli2019-1825].
- Khan Academy (s.f.). Introducción a los virus. Qué es un virus. La estructura de un virus y cómo infecta la célula. Recuperado de: [https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-human-body-systems/hs-the-immune-system/a/intro-to-viruses].^.
- Larocca, R. A., Abbink, P., Peron, J. P. S., Zanutto, P. M. D. A. et al. (2016). Vaccine protection against Zika virus from Brazil. Nature, 536(7617), pp. 474-478. DOI: [https://doi.org/10.1038/nature18952].

- Ledermann, J. P., Guillaumot, L., Yug, L., Saweyog, S. C. et al. (2014). *Aedes hensilli* as a Potential Vector of Chikungunya and Zika Viruses. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(10). DOI: [https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003188].
- McGrath, E. L., Rossi, S. L., Gao, J., Widen, S. G. et al. (2017). Differential Responses of Human Fetal Brain Neural Stem Cells to Zika Virus Infection. *Stem Cell Reports*, 8(3), pp. 715-727. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2017.01.008].
- OMS (2017). Microcefalia. Recuperado de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/microcephaly].
- OPS/OMS (2020). ¿Cuándo se detectó el virus Zika por primera vez? Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10958:2015-icuan-do-se-detec-to-el-virus-zika-por-primera-vez&Itemid=41464&lang=en].
- Parra, B., Lizarazo, J., Jiménez-Arango, J. A., Zea-Vera, A. F. et al. (2016). Guillain-Barré syndrome associated with Zika virus infection in Colombia. *New England Journal of Medicine*, 375(16), pp. 1513-1523. DOI: [https://doi.org/10.1056/NEJMoa1605564].
- PNUD (2017). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en alianza con la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR). Reina, J. (2018). Current status of vaccines against Zika virus. *Vacunas*, 19(1), pp. 18-23. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.vacun.2017.05.004].
- Rica, C. & Salvador, E. (2017). Zika-Actualización Epidemiológica. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: [www.paho.org].
- Richner, J. M., Himansu, S., Dowd, K. A., Butler, S. L., Salazar, V. et al. (2017). Modified RNA Vaccines Protect against Zika Virus Infection. *Cell*, 168(6), pp. 1114-1125.e10. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.02.017].
- Roy, A., Lim, L. & Song, J. (2016). Identification of quercetin from fruits to immediately fight Zika. *BioRxiv*, 074559. DOI: [https://doi.org/10.1101/074559].
- Salazar, M. I., Richardson, J. H., Sánchez-Vargas, I., Olson, K. E. & Beaty, B. J. (2007). Dengue virus type 2: Replication and tropisms in orally infected *Aedes aegypti* mosquitoes. *BMC Microbiology*, 7. DOI: [https://doi.org/10.1186/1471-2180-7-9].
- Sánchez, E., Álvarez, C., Bermeo, A., Jiménez, P., Sánchez, E. et al. (2016). Encefalitis virales. Asociación Colombiana de Neurología. Recuperado de: [https://www.acnweb.org/guia/g6cap14.pdf].
- OMS (2016). Síndrome de Guillain-Barré. Recuperado de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/guillain-barré-syndrome].
- Singh, P., Chakraborty, P., He, D. H. & Mergia, A. (2019). Extract prepared from the leaves of *Ocimum basilicum* inhibits the entry of Zika virus. DOI: [https://doi.org/10.4149/av_2019_307].
- OPS (s.f.). Sobre el virus de Zika ¿Qué es la enfermedad por el virus del Zika? Recuperado de: [https://www.paho.org/es/temas/zika#:~:text=La%20fiebre%20del%20Zika%20es,no%20purulenta%20que%20ocurre%20entre]Vazeille, M., Dehecq, J.-S. & Failloux, A. B. (2018). Vectorial status of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* of La Réunion Island for Zika virus. *Medical and Veterinary Entomology*, 32(2), pp. 251-254. DOI: [https://doi.org/10.1111/mve.12284].
- Quintero Gil, D. C., Osorio Benítez, J. E. & Marlén Martínez-Gutiérrez, M. (2010). Vector competence: Entomological considerations and its implications on the epidemiology of Dengue. *Iatreia* vol. 23 no.2 Medellín Apr./Jun. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932010000200006].
- Velandia, M. L. & Castellanos, J. E. (2011). Virus del dengue: estructura y ciclo viral Dengue virus: structure and viral cycle (Vol. 15).
- Licourt, D. & Saínz, L. (2018). Virus Zika: una alerta para la prevención. *Rev. Ciencias Médicas*, 22(3), Pinar del Río. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942018000300023].
- Wang, A., Thurmond, S., Islas, L., Hui, K. & Hai, R. (2017). Zika virus genome biology and molecular pathogenesis. *Emerging Microbes & Infections*, 6(1), pp. 1-6. DOI: [https://doi.org/10.1038/emi.2016.141].
- Wong, S. S. Y., Poon, R. W. S. & Wong, S. C. Y. (2016). Zika virus infection-the next wave after dengue? *Journal of the Formosan Medical Association*, Vol. 115, pp. 226-242. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.jfma.2016.02.002].



Personajes UAN

Cristian Buendía Atencio¹, un docente con interés investigativo

Por Oscar Andrés Galindo Rivera

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño

Descripción de su formación y trayectoria académica



Fotografía de Oscar Galindo.

El profesor Cristian Buendía Atencio es un químico apasionado por la docencia y la investigación. Docente investigador de la Universidad Antonio Nariño en la Facultad de Ciencias desde el año 2013 en la cual ha desarrollado importantes investigaciones que han aportado al desarrollo de la Universidad. Por esto y más, es uno de los personajes UAN.

¹ Cristian Buendía es un amante de las estructuras químicas moleculares. Fuente: archivo personal del profesor

Su formación académica se inicia en la Universidad de Cartagena, donde obtiene su título en Química en 2007, realizando posteriormente un Doctorado en Ciencias Químicas en la Universidad de La Plata (Argentina) en 2011. Tiene su estancia doctoral en este país (2008), financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), y su estancia post-doctoral en 2012 en la Friedrich Schiller Universität en Jena (Alemania), financiada por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). Actualmente hace parte de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) y del World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET). Sus grandes competencias laborales e investigativas lo han llevado a formar parte de prestigiosas universidades tales como la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), The University of Queensland (Australia), la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) y la Pontificia Universidad Católica del Perú. Además de ser seleccionado como evaluador de artículos científicos en prestigiosas revistas como Computational and Theoretical Chemistry, Journal of Molecular Modeling, y Journal of Molecular Structure, entre otras.

Entre sus actividades favoritas se encuentra la fotografía, afición que disfruta en sus periodos de vacaciones y que se centra en el paisajismo marino y la arquitectura.

Grupo de investigación “Modelado y computación científica”

En su trayectoria de 6 años en la institución, el profesor Buendía Atencio crea el grupo de investigación “Modelado y computación científica” en 2014. Este grupo ha logrado la categoría B en la última medición de Colciencias - Convocatoria 833 de 2018, lo que traduce el esfuerzo y dedicación por parte del profesor, sus colegas y estudiantes. Trabaja en la química computacional utilizando cálculos de la química cuántica para la obtención de parámetros físico-

químicos de gran importancia para el estudio de compuestos químicos difíciles de estudiar a nivel de laboratorio, razón por la que emplea programas y supercomputadoras que ha adquirido a través de financiación de la UAN y de entidades gubernamentales.

Figura 2: Estudiantes de Medicina de la Universidad Antonio Nariño, sede Circunvalar (2018).



Fuente: archivo particular. Tomada en los laboratorios de la UAN.

En clase y fuera de las aulas

El profesor Buendía es conocido por sus estudiantes como un docente dedicado, serio y riguroso en el salón clases, sin embargo, fuera del aula sobresale por su amabilidad, carisma y disposición hacia ellos.

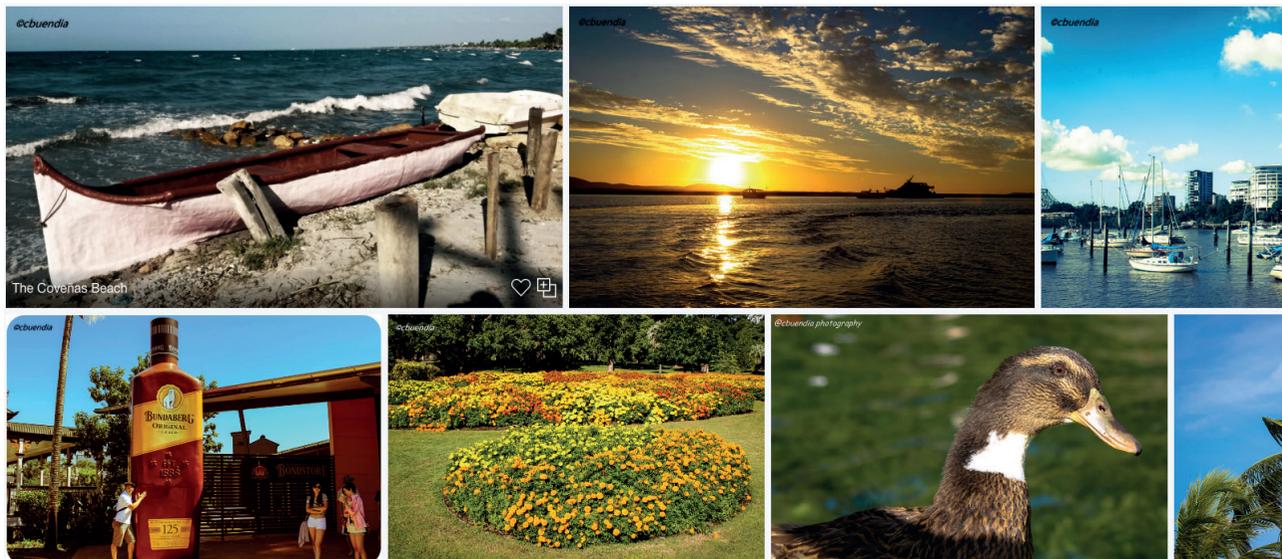
Entre sus actividades favoritas se encuentra la fotografía, afición que disfruta en sus periodos de vacaciones y que se centra en el paisajismo marino y la arquitectura.

De sus publicaciones

Tal como lo plantea el profesor, en los últimos años ha trabajado en resolver problemas de la química de la atmósfera en compuestos derivados del hexafluoruro de azufre (SF_6), ya que es un gas de efecto invernadero con un alto potencial en el calentamiento global comparado con el dióxido de carbono (CO_2) como un gas de referencia. Debido a esto, la mayoría de sus publicaciones hacen referencia a este tipo de compuestos derivados y sus problemáticas.

Así mismo, comenta que todas sus investigaciones son de gran importancia o relevancia ya que buscan conocer cómo reaccionan los contaminantes en la atmósfera. Recientemente el profesor Buendía fue mencionado por la NASA en su publicación JPL “Datos fotoquímicos y cinéticos para el uso de estudios de la atmósfera” (No. 19 de 2019) por sus aportes sobre los contaminantes atmosféricos como el peroxinitratos de alquilo.

Figura 3. Muestra fotográfica del profesor Cristian Buendía.



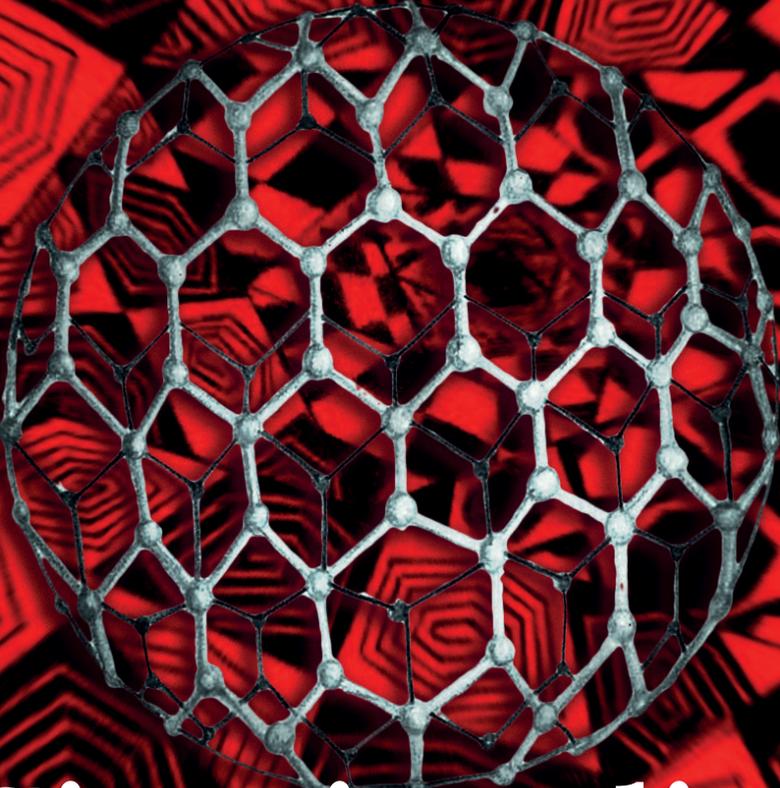
Fuente: Archivo personal del profesor. Tomada de [https://500px.com/p/cbuendiaa].



En conclusión, gracias a sus grandes conocimientos y al apoyo brindado por la Universidad Antonio Nariño, este químico se ha destacado como un excelente profesional y por su interés investigativo. Sus investigaciones han fomentado en sus estudiantes el amor por la investigación como una parte importante de sus carreras y de su vida. Para más información sobre el grupo de investigación puede escribir a:

director.departamento.quimica@uan.edu.co

Cristian Buendía Atencio, Ph. D.
Director Departamento de Química
Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
Cl. 58a Bis #37- 94, Bogotá, Colombia



Ciencia aplicada

Nanocompuestos de plata: materiales compuestos polivalentes

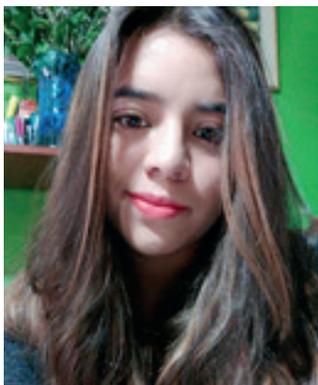
Silver nanocomposites: Polyvalent composite materials

“

Palabras clave:
Nanocompuestos,
Nanopartículas de plata,
Bacteriostáticos, Bactericidas,
Propiedades paramagnéticas.

”

Camila Alejandra Lota Mendoza¹
Gladys Angélica Murillo Romero²
Daniel LLamosa Pérez³
Rolando Javier Rincón Ortiz⁴



1 Estudiante de octavo semestre del pregrado en Bioquímica de la Universidad Antonio Nariño. Su enfoque investigativo principal es la síntesis de materiales submicrométricos y nanométricos que exhiban propiedades que ayuden a la resolución de problemáticas en el campo del desarrollo sostenible y médico.

clota99@uan.edu.co

Resumen

Las nanopartículas de plata (AgNPs) se han convertido en una alternativa prometedora para la obtención de nuevos agentes antibacterianos. Sin embargo, se han encontrado numerosas investigaciones que han identificado que las AgNPs presentan toxicidad para las células eucariotas, generando consecuencias inflamatorias, oxidativas y genotóxicas debido a su poca especificidad para un tejido blanco (tejido al cual se dirige el tratamiento); así como contaminación en el agua donde han sido utilizadas (contaminación hídrica), generando una preocupación a nivel ambiental. Una de las alternativas para este tipo de problemática es el empleo de un núcleo magnético en las nanopartículas de plata, esto permitiría mejorar los procesos de separación y reutilización mediante la formación de nanocompuestos de plata (AgNCs). De esta manera, los AgNCs podrían ser empleados como un agente bactericida que, después de haber sido utilizado, son removidos para evitar así la contaminación del medio en el cual es aplicado.

Abstract

Silver nanoparticles (AgNPs) have been becoming a promising alternative for obtaining new antibacterial agents. However, numerous investigations have been found that have identified that the AgNPs present toxicity to eukaryotic cells, generating inflammatory, oxidative and genotoxic consequences due to their low specificity for a white tissue (tissue to which the treatment is directed), as well as the contamination in the water where they have been used (water contamination), generating concern at the environmental level. One of the alternatives for this type of problem is the use of a magnetic nucleus in the silver nanoparticles that would

2 Docente investigadora de la Universidad Antonio Nariño. Se enfoca en el área de nanomateriales aplicados en la microbiología. Grupo de Investigación Fundamental y Aplicada en Materiales GIFAM, Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C., Colombia

3 Ingeniero Físico. Tiene una maestría y un doctorado en materiales avanzados y nanotecnologías de la Universidad Autónoma de Madrid. Profesor investigador de la Universidad Antonio Nariño. Dentro de sus trabajos se encuentran el desarrollo de un sistema de bioimpedancia eléctrica, síntesis y caracterización de materiales multiferroicos, así como la ingeniería de nanomateriales. Además, sus áreas de interés son la biofísica y la ciencia de materiales. Grupo de Investigación Fundamental y Aplicada en Materiales GIFAM, Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C., Colombia

4 Químico y profesor investigador de la Universidad Antonio Nariño. Sus trabajos más recientes han estado dirigidos a la epidemiología de aguas residuales, la remediación ambiental y al desarrollo de nuevos materiales con valor agregado. Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Químicas GIBIQs, Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C., Colombia

improve the separation and reuse processes, through the formation of silver nanocomposites (AgNCs). In this way, the AgNCs could be used as a bactericidal agent which, after being used, could be removed thus avoiding contamination of the medium in which it is applied.

Introducción

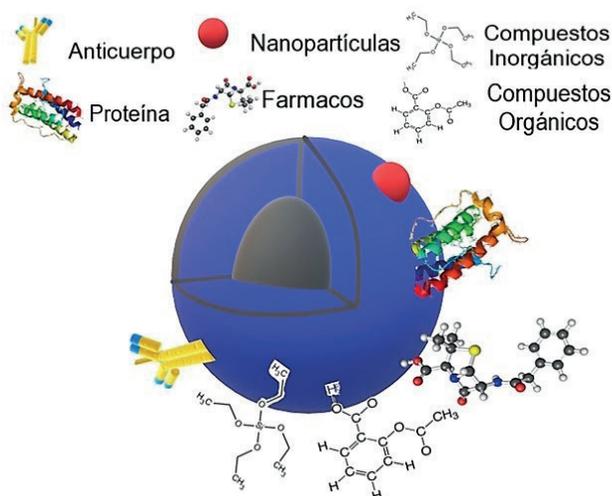
El desarrollo de nanomateriales es una línea de alta importancia dentro de la nanotecnología. Estos Permiten desarrollar la síntesis de materiales nuevos y/o mejorados con propiedades únicas, capaces de ofrecer solución a diversas problemáticas que han emergido en los últimos tiempos. Las características que presenta cada nanomaterial dependen en gran parte de su tamaño (entre 1 y 100 nm) (Kulkarni, 2015), así como de su forma (nanotubos, nanocápsulas, grafenos, fullerenos, entre otros). Dentro de la clasificación dimensional de los nanomateriales se distinguen tres tipos: nanocapas (con una dimensión a nano-escala), nanotubos (dos dimensiones a nano-escala) y nanopartículas (tres dimensiones a nano-escala) (Llamosa, 2018; Soler Illia, 2009).

Por otro lado, los nanocompuestos se definen como materiales con más de un componente, dentro de los cuales al menos uno de sus dominios presenta una dimensión en el orden de los nanómetros (Lizarazo Salcedo et al., 2018). Se ha incrementado el empleo de nanocompuestos en campos como el de los metales, los plásticos, las cerámicas, los biomateriales, así como en materiales electrónicos y paneles automotrices para vehículos deportivos. De igual forma se ha visto el empleo de nanocompuestos de polipropileno para muebles y algunos electrodomésticos (Udaya & Sunil, 2020), sustratos de tablonos de anuncios, almacenamiento energético y remediación ambiental (Huang et al., 2018).

Los materiales compuestos pueden ofrecer propiedades que resultan de la combinación de los comportamientos de sus componentes individuales

Los materiales compuestos pueden ofrecer propiedades que resultan de la combinación de los comportamientos de sus componentes individuales (Twardowski, 2007). Un ejemplo de estos compuestos son las nanopartículas tipo core@shell decoradas (núcleo + cubierta + decorados), las cuales presentan aplicaciones de gran utilidad en la biomédicina como apoyo en la administración dirigida de fármacos, agentes de contraste para RMN (Sood et al., 2017) y en la búsqueda y ubicación de un tumor (Nemati et al., 2016; Sánchez et al., 2018), dependiendo principalmente del material empleado para su síntesis, así como para la funcionalización del compuesto, como se muestra en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Tipos de funcionalización de las nanopartículas tipo core@shell.



Fuente: SEQ. Ilustración * ARABIC 1.

Sin embargo, se ha identificado que muchos de los nanocompuestos, además de poseer características importantes que originan consecuencias favorables, también llegar a generar consecuencias perjudiciales dado que pueden ser llegar a ser tóxicos para el organismo debido a la generación de radicales libres. De manera análoga, estos se constituirían como un contaminante en el ambiente tras la falta de propiedades que permitan su remoción y estableciendo una oportunidad de investigación importante en el campo de la nanotecnología, con el fin de solventar para solucionar estos efectos no deseados (Luna *et al.*, 2016; Medina-Ramírez *et al.*, 2019).

De manera análoga, estos se constituirían como un contaminante en el ambiente tras la falta de propiedades

1. Nanopartículas de hierro

Las nanopartículas de hierro han tenido aplicaciones en la química, biología, bioingeniería y en la biomedicina, debido a las propiedades que exhiben según su composición. La magnetita (Fe_3O_4), la maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) y las ferritas mixtas (Fe_2O_4 con la combinación de Co, Mn, Ni o Zn) (Dadfar *et al.*, 2019), son empleadas en la reducción de metales pesados (Ruiz *et al.*, 2019), electrocatalizadores (Tavakkoli *et al.*, 2016) y tratamiento de aguas (Kefeni *et al.*, 2017). Sin embargo, las nanopartículas a base de óxido de hierro III (Fe_2O_3 , pertenecientes a la familia de nanopartículas ferrimagnéticas) se han establecido como un material valioso por las características magnéticas que aportan, útiles en procesos de separación, catálisis, diagnóstico (Cai *et al.*, 2017; Kharisov *et al.*, 2019), biosensores, quimioterapia y nanomedicina (Vallabani & Singh, 2018).

Las nanopartículas magnéticas (MNPs) de óxido de hierro se han desarrollado ampliamente en la investigación por su baja toxicidad biológica, alta biocompatibilidad y susceptibilidad magnética (0,1 Hz a 1 kHz) (Ludwig *et al.*, 2017). Infortunadamente, las

MNPs tienden a formar aglomerados y oxidarse por lo cual se ha vuelto necesario el empleo de un recubrimiento, ya sea polimérico, metálico o con compuestos cerámicos (Herrero de la Parte, 2017).

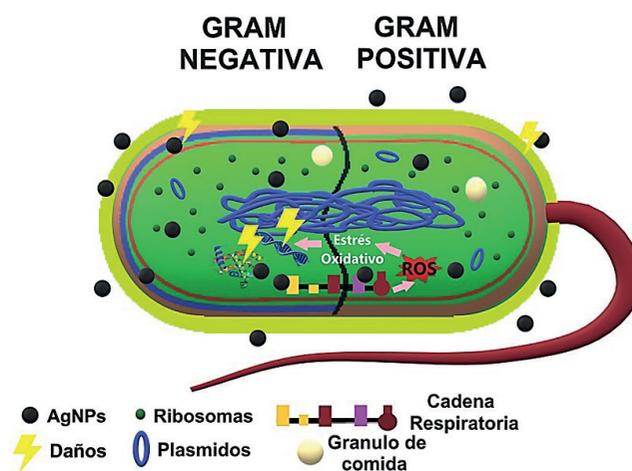
1.2. Nanopartículas de plata

En investigaciones relacionadas con el desarrollo de nanopartículas de plata (AgNPs) (Das *et al.*, 2017; Wani *et al.*, 2011), se ha identificado que presentan características únicas como propiedades ópticas y catalíticas, las cuales dependen del tamaño y la forma que contengan las AgNPs después de su fabricación (Khodashenas & Ghorbani, 2019). Sin embargo, la propiedad más importante identificada a nivel clínico es su potente acción como agente bactericida (Deshmukh *et al.*, 2019; Le Ouay & Stellacci, 2015) por medio de mecanismos como el cambio en algunas funciones en la membrana celular (perturbando los procesos de respiración celular del organismo y la permeabilidad de la membrana, debido a que se adhieren a las membranas de las células microbianas); alteración en proteínas y ADN; formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Dakal *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2018);

y, por último, la modulación de las vías de transducción de señales (ver Ilustración 2) (Asmat Aguirre & Asmat Aguirre, 2019). Por otro lado, se ha determinado que este tipo de nanopartículas generan citotoxicidad relacionada con estrés oxidativo, razón por la cual muchos de los estudios recientes se enfocan en estrategias para disminuir su citotoxicidad (Gil-Sánchez *et al.*, 2016; Riaz Ahmed *et al.*, 2017)

Se ha determinado que este tipo de nanopartículas generan citotoxicidad relacionada con estrés oxidativo

Ilustración 2. Relevancia de las propiedades bactericidas. Mecanismos bactericidas empleados por las AgNPs.



Los agentes antibacterianos son necesarios para prevenir y eliminar las enfermedades infecciosas causadas por bacterias patógenas. Entre los agentes antibacterianos potencialmente activos aquí estudiados se encuentran

algunos óxidos metálicos (TiO₂ y el ZnO) y la plata. Este último elemento presenta diversas características que la ubican como un buen agente antimicrobiano gracias a su durabilidad, actividad a largo plazo, buen rendimiento antibacteriano, versatilidad y alta estabilidad térmica (Katherina et al., 2019).

1.3. Bacterias resistentes múltiples antibióticos

La resistencia de microorganismos a los antibióticos ha aumentado el desarrollo de nuevos agentes antibacterianos, ya que actualmente las bacterias evolucionan con una mayor rapidez y sus mecanismos de resistencia se extienden a una mayor cantidad de antibióticos (Rajeev, 2018). La crisis generada por la resistencia a los antibióticos se ha atribuido al empleo indiscriminado de esta tipología de sustancias farmacológicas (Ventola, 2015). Se han identificado las estrategias empleadas por estos microorganismos para evadir los mecanismos de acción de los antibióticos, desde mutaciones a través de genes específicos por plásmidos o transposones (elementos genéticos móviles que son capaces de trasladarse de un organismo a otro insertándose dentro del ADN) que modifican las proteínas de unión al antibiótico; residuos de antibióticos ingeridos en el medio ambiente que alteran el microbioma y promueven la resistencia de las bacterias que habitan el cuerpo humano (Ben et al., 2019), generando un gran interés en la actividad microbiana de las nanopartículas de plata ya que es independiente de la cepa bacteriana.

La crisis generada por la resistencia a los antibióticos se ha atribuido al empleo indiscriminado de esta tipología de sustancias farmacológicas

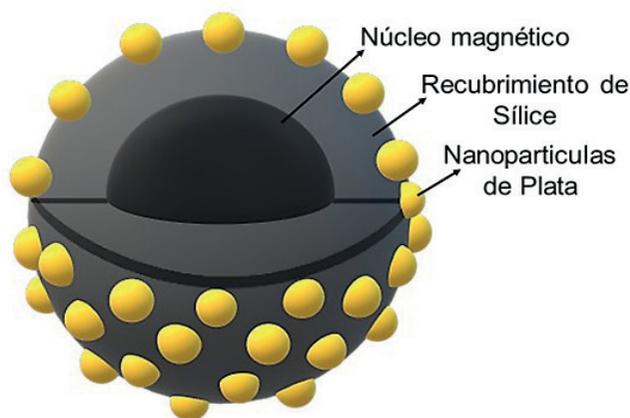
1.4. Importancia de las propiedades magnéticas

A pesar de las increíbles propiedades que exhiben los materiales antes mencionados, un problema inherente al empleo de las AgNPs contra los agentes microbianos es que no pueden ser recuperadas del medio al que son aplicadas (Salih et al., 2020). Una de las alternativas para mejorar su empleo, así como los procesos por los cuales se viabiliza su remoción de dicho medio disminuyendo el impacto negativo sobre este al convertirse en un nuevo contaminante, es la inclusión de un núcleo magnético que, al interactuar con un campo magnético externo, permitiría generar procesos de separación más eficientes, así como la reutilización de las nanopartículas de plata acordes con un desarrollo sostenible (Changanaqui Barrientos et al., 2019),

Las nanopartículas de óxido de hierro generan interés en el campo de la biotecnología, al exhibir propiedades magnéticas, por ejemplo, para tratar aguas que han sido contaminadas por metales pesados (Méndez Mantuano et al., 2020). De igual manera, y debido a esta característica principal, pueden ser dirigidas a un sitio de interés mediante un gradiente de campo

magnético externo, generando una fácil manipulación de las MNPs en el agua y permitiendo retirarlas luego de su aplicación. Adicionalmente, su superficie es susceptible de ser funcionalizada con agentes orgánicos, inorgánicos o metales, dando especificidad u otras propiedades deseables que permitirían la inactivación o eliminación de un contaminante presente en el medio (Méndez Mantuano et al., 2020).

Ilustración 3. Estructura de los AgNCs.



1.5. Nanocompuestos de plata

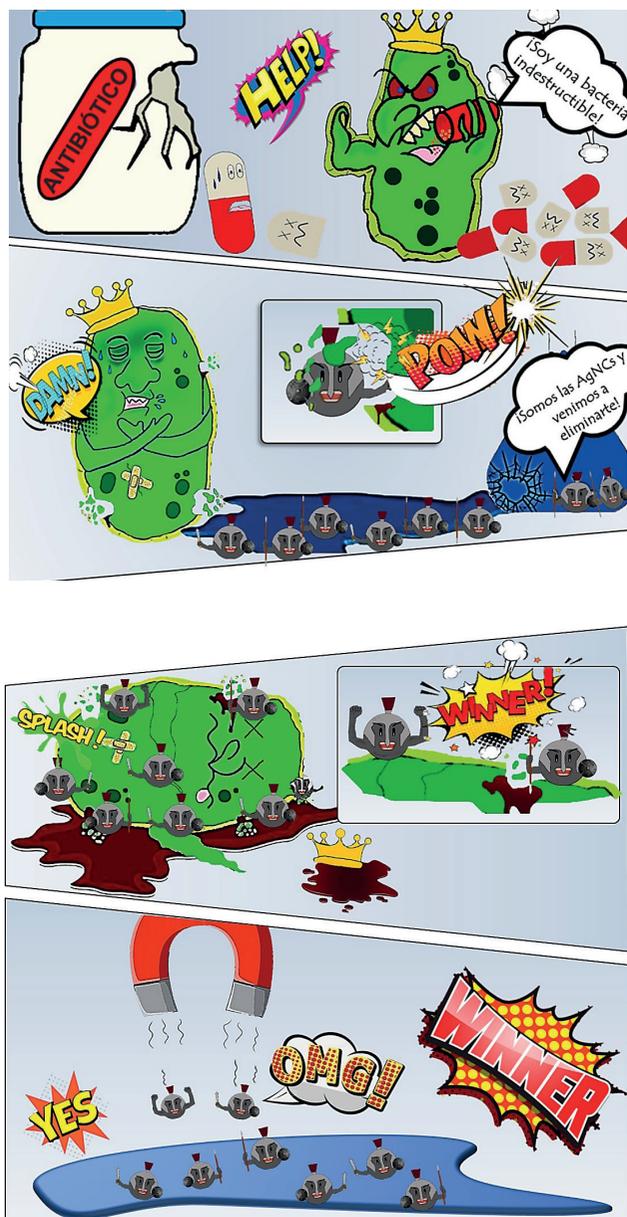
Los nanocompuestos con base en óxido de hierro (Fe_3O_4) pueden ser empleados como núcleos magnéticos y recubiertos por diferentes compuestos y elementos como la sílice y la plata. En especial, los nanocompuestos que incorporan sílice en la superficie o como capa intermedia presentan características de estabilidad química y térmica, baja densidad, baja toxicidad y una mayor área superficial para el anclaje de las AgNPs en la superficie (Villegas et al., 2017).

Al combinar las nanopartículas magnéticas junto con nanopartículas de plata, podemos obtener nanocompuestos de plata (AgNCs) que posean propiedades de estabilidad química y baja citotoxicidad junto con características ópticas (absorben y dispersan la luz), catalíticas, magnéticas y antimicrobianas. Esta combinación de propiedades permite disponer estos nanocompuestos para su empleo en la biomedicina. Allí pueden ser utilizados en un transporte dirigido hacia un agente antimicrobiano y, de igual manera, para su posterior eliminación a través de la aplicación de un campo magnético externo (Prucek et al., 2011) o en el tratamiento por hipertermia magnética en el cáncer (Nemati et al., 2016).

Esta combinación de propiedades permite disponer estos nanocompuestos para su empleo en la biomedicina

Conclusión

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario desarrollar alternativas de tratamiento para procesos de desinfección con características antimicrobianas que sean efectivos contra microorganismos multirresistentes, además, con el fin de evitar la contaminación del medio ambiente, provistos de propiedades especiales para la recuperación de estos. Los nanocompuestos magnéticos establecen una de las principales contribuciones en procesos para eliminar ciertos contaminantes del medio, al ser expuestos a un campo magnético externo de diversas intensidades que contribuya en la limpieza y saneamiento del agua, al igual que en la salud y bienestar de las personas, todo ellos para evitar infecciones causadas por bacterias multiresistentes. Al combinar este tipo de nanomaterial con elementos como el sílice y nanopartículas de plata, podemos obtener un nanocompuesto con características magnéticas, antibacterianas y de baja toxicidad, lo cual resulta de gran utilidad para una amplia gama de aplicaciones, caso de la biomedicina, donde pueden usarse para un transporte dirigido hacia agentes antimicrobianos y su posterior recuperación por un campo magnético externo.



Referencias Bibliográficas

- Asmat Aguirre, E. C. & Asmat Aguirre, S. N. (2019). Efecto de las nanopartículas de plata sobre *Salmonella typhi* y *Streptococcus pyogenes* in vitro. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12233/Asmat_Aguirre_Sandra_Natier.pdf?sequence=1&isAllowed=y].
- Ben, Y., Fu, C., Hu, M., Liu, L., Wong, M. H. & Zheng, C. (2019). Human health risk assessment of antibiotic resistance associated with antibiotic residues in the environment. A review. *Environmental Research*, 169. pp. 483-493. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.040>].
- Cai, Y., Cao, C., Zhang, T., Xu, H. & Pan, Y. (2017). Ferrimagnetic ferritin cage nanoparticles used as MRI contrast agent. *American Geophysical Union*.
- Changanaqui Barrientos, K., Alvarado Iparraguirre, D. E. & Alarcón Caveró, H. A. (2019). Síntesis y caracterización de nanocompuestos Fe₃O₄/Ag: su efecto contra *Enterobacter aerogenes* y *Enterococcus faecalis*. *Revista Colombiana de Química*, 48(2), pp. 33-39. DOI: [<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v48n2.73724>].
- Dadfar, S. M., Roemhild, K., Drude, N. I., von Stillfried, S., Knüchel, R., Kiessling, F. & Lammers, T. (2019). Iron oxide nanoparticles: Diagnostic, therapeutic and theranostic applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 138, pp. 302-325. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.addr.2019.01.005>].
- Dakal, T. C., Kumar, A., Majumdar, R. S. & Yadav, V. (2016). Mechanistic Basis of Antimicrobial Actions of Silver Nanoparticles. *Microbiol.*, 1, pp. 1-17. DOI: [<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01831>].
- Das, B., Dash, S. K., Mandal, D., Ghosh, T., Chattopadhyay, S., Tripathy, S., Das, S., Dey, S. K., Das, D. & Roy, S. (2017). Green synthesized silver nanoparticles destroy multidrug resistant bacteria via reactive oxygen species mediated membrane damage. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(6), pp. 862-876. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.08.008>].
- Deshmukh, S. P., Patil, S. M., Mullani, S. B. & Delekar, S. D. (2019). Silver nanoparticles as an effective disinfectant: A review. *Materials Science and Engineering C*, 97(July 2018), pp. 954-965. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.12.102>].
- Gil-Sánchez, I., Monge, M., Bernáldez, A., Tamargo, A., Cueva, C., Llano, D. G. de, Bartolomé, B. & Moreno-Arribas, M. V. (2016). New challenges in the application of biocompatible silver nanoparticles in enology: Antimicrobial capacity, digestibility and potential cytotoxicity. *BIO Web of Conferences*, 7, 02028. DOI: [<https://doi.org/10.1051/bioconf/20160702028>].
- Herrero de la Parte, B. (2017). Hipertermia magnética antitumoral mediada por nanopartículas magnéticas RGD en el tratamiento de metástasis hepáticas en un modelo experimental murin. Universidad del País Vasco. Recuperado de: [<http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/Investigacion/TesisPDF/Tesis Doctoral B Herrero de la Parte.pdf>].
- Huang, D., Yan, X., Yan, M., Zeng, G., Zhou, C., Wan, J., Cheng, M. & Xue, W. (2018). Graphitic Carbon Nitride-Based Heterojunction Photoactive Nanocomposites: Applications and Mechanism Insight [Review-article]. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 10(25), pp. 21035-21055. DOI: [<https://doi.org/10.1021/acsami.8b03620>].
- Katherina, C. B., Alvarado Iparraguirre, D. & Alarcón Caveró, H. (2019). Síntesis y caracterización de nanocompuestos Fe₃O₄/Ag: su efecto contra *Enterobacter aerogenes* y *Enterococcus faecalis*. *Revista Colombiana de Química*, 48(2), pp. 33-39.
- Kefeni, K. K., Mamba, B. B. & Msagati, T. A. M. (2017). Application of spinel ferrite nanoparticles in water and wastewater treatment: A review. *Separation and Purification Technology*, 188, pp. 399-422. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.07.015>].
- Kharisov, B. I., Dias, H. V. R. & Kharissova, O. V. (2019). Mini-review: Ferrite nanoparticles in the catalysis. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), pp. 1234-1246. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.10.049>].
- Khodashenas, B. & Ghorbani, H. R. (2019). Synthesis of silver nanoparticles with different shapes. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), pp. 1823-1838. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.12.014>].
- Kulkarni, S. K. (2015). *Nanotechnology: Principles and Practices* (3rd Edition). Springer International Publishing.
- Le Ouay, B. & Stellacci, F. (2015). Antibacterial activity of silver nanoparticles: A surface science insight. *Nano Today*, 10(3), pp. 339-354. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.nantod.2015.04.002>].

- Lizarazo Salcedo, C. G., González Jiménez, E. E., Arias Portela, C. Y. & Guarguati Ariza, J. (2018). Nanomateriales: un acercamiento a lo básico Nanomaterials: Being Closer to Basics. In *Nanomateriales. Med. Segur. Trab.* Vol. 64, 251.
- Llamosa, D. (2018). *Nanomundo* (1st ed.). Bogotá: Universidad Antonio Nariño.
- Ludwig, F., Balceris, C., Jonasson, C. & Johansson, C. (2017). Analysis of AC Susceptibility Spectra for the Characterization of Magnetic Nanoparticles. *IEEE Transactions on Magnetics*, 53(11), pp. 0-3. DOI: [https://doi.org/10.1109/TMAG.2017.2693420].
- Luna, L. A. V., Moraes, A. C. M., Consonni, S. R., Pereira, C. D., Cadore, S., Giorgio, S. & Alves, O. L. (2016). Comparative in vitro toxicity of a graphene oxide-silver nanocomposite and the pristine counterparts toward macrophages. *Journal of Nanobiotechnology*, 14(1), pp. 1-17. DOI: [https://doi.org/10.1186/s12951-016-0165-1].
- Medina-Ramírez, I. E., Arzate-Cardenas, M. A., Mojarro-Olmos, A. & Romo-López, M. A. (2019). Synthesis, characterization, toxicological and antibacterial activity evaluation of Cu@ZnO nanocomposites. *Ceramics International*, 45(14), pp. 17476-17488. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.05.309].
- Nemati, Z., Alonso, J., Khurshid, H., Phan, M. H. & Srikanth, H. (2016). Core/shell iron/iron oxide nanoparticles: Are they promising for magnetic hyperthermia? *RSC Advances*, 6(45), pp. 38697-38702. DOI: [https://doi.org/10.1039/c6ra05064f].
- Prucek, R., Tuček, J., Kilianová, M., Panáček, A., Kvítek, L., Filip, J., Kolář, M., Tománková, K. & Zbořil, R. (2011). The targeted antibacterial and antifungal properties of magnetic nanocomposite of iron oxide and silver nanoparticles. *Biomaterials*, 32(21), pp. 4704-4713. DOI: [https://doi.org/10.1016/J.BIOMATERIALS.2011.03.039].
- Rajeev, L. (2018). *Antibiotic Discovery. Materials and Methods*, 8. DOI: [https://doi.org/10.13070/mm.en.8.2671].
- Méndez Mantuano, M. O., Boderó Jiménez, K. X. et al. (2020). Biosíntesis de nanopartículas de hierro (Fe³⁺ o Fe²⁺) en la remediación de aguas contaminadas. *Universidad, ciencia y tecnología* 24, pp. 35-45.
- Riaz Ahmed, K. B., Nagy, A. M., Brown, R. P., Zhang, Q., Malghan, S. G. & Goering, P. L. (2017). Silver nanoparticles: Significance of physicochemical properties and assay interference on the interpretation of in vitro cytotoxicity studies. *Toxicology in Vitro*, 38, pp. 179-192. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.tiv.2016.10.012].
- Ruiz, M., Cermeño, C. & Benítez, E. (2019). Magnetite nanoparticles for reduction of hexavalent chrome in soil of an industrial park, Cerro Colorado - Arequipa. *Journal of Nanotechnology*, 3(1), pp. 12-17.
- Salih, H. H. M., Badawy, A. M. El, Tolaymat, T. M., Patterson, C. L., Survey, S. G., Obispo, S. L., Agency, E. P., Risk, N., Martin, W. & King, L. (2020). Removal of Stabilized Silver Nanoparticles from Surface Water by Conventional Treatment Processes. *Adv Nanopart.* 513, pp. 1-18. DOI: [https://doi.org/10.4236/anp.2019.82002. Submit].
- Sánchez, A., Ovejero Paredes, K., Ruiz-Cabello, J., Martínez-Ruiz, P., Pingarrón, J. M., Villalonga, R. & Filice, M. (2018). Hybrid Decorated Core@Shell Janus Nanoparticles as a Flexible Platform for Targeted Multimodal Molecular Bioimaging of Cancer. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 10(37), pp. 31032-31043. DOI: [https://doi.org/10.1021/acsami.8b10452].
- Soler Illia, G. (2009). *Nanotecnología: el desafío del siglo XXI*. B. A. Eudeba ed.; 1ra Edición. Recuperado de: [https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouansp/reader.action?docID=3186458].
- Sood, A., Arora, V., Shah, J., Kotnala, R. K. & Jain, T. K. (2017). Multifunctional gold coated iron oxide core-shell nanoparticles stabilized using thiolated sodium alginate for biomedical applications. *Materials Science and Engineering C*, 80, pp. 274-281. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.msec.2017.05.079].
- Tavakkoli, M., Kallio, T., Reynaud, O., Nasibulin, A. G., Sainio, J., Jiang, H., Kauppinen, E. I. & Laasonen, K. (2016). Maghemite nanoparticles decorated on carbon nanotubes as efficient electrocatalysts for the oxygen evolution reaction. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(14), pp. 5216-5222. DOI: [https://doi.org/10.1039/c6ta01472k].
- Twardowski, T. E. (2007). *Introduction to nanocomposite materials: properties, processing, characterization*. Lancaster ed. Recuperado de: [https://www.worldcat.org/title/introduction-to-nanocomposite-materials-properties-processing-characterization/oclc/148752694].
- Udaya, K. & Sunil, M. (2020). *Graphene as Energy Storage Material for Supercapacitors*. USA: Material Research Forum.

- Vallabani, N. V. S. & Singh, S. (2018). Recent advances and future prospects of iron oxide nanoparticles in biomedicine and diagnostics. *3 Biotech*, 8(6), pp. 1-23. DOI: [<https://doi.org/10.1007/s13205-018-1286-z>].
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis. *P & T : A Peer-Reviewed Journal for Formulary Management*, 40(4), pp. 277-283. Recuperado de: [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25859123>].
- Villegas, J. P., Arcila, N., Ortega, D., Franco, C. A. & Cortés, F. B. (2017). Remoción de hidrocarburos de aguas de producción de la industria petrolera utilizando nanointermedios compuestos por SiO₂ funcionalizados con nanopartículas magnéticas. *DYNA (Colombia)*, 84(202), pp. 65-74. DOI: [<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n202.63686>].
- Wani, I. A., Ganguly, A., Ahmed, J. & Ahmad, T. (2011). Silver nanoparticles: Ultrasonic wave assisted synthesis, optical characterization and surface area studies. *Materials Letters*, 65(3), pp. 520-522. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2010.11.003>].
- Zhang, L., Wu, L., Si, Y. & Shu, K. (2018). Size-dependent cytotoxicity of silver nanoparticles to *Azotobacter vinelandii*: Growth inhibition, cell injury, oxidative stress and internalization. *PLoS ONE*, 13(12), pp. 1-18. DOI: [<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209020>].

Implementación de las nanopartículas en aplicaciones de diagnóstico

Implementation of nanoparticles in diagnostic applications

Palabras clave:
Nanodiagnóstico, Nanopartícula,
Nanodispositivos, Nanosistemas.

Yehidi Julieth Medina Castillo¹

Daniel Llamosa Pérez²

Mónica Losada Barragán³



¹ Estudiante del pregrado de Bioquímica de la Universidad Antonio Nariño. Sus intereses investigativos se enfocan en el desarrollo de nanopartículas como agentes de contraste para el diagnóstico de enfermedades.

ymedina17@uan.edu.co

El nanodiagnóstico es un proceso que puede generar un aporte a la medicina de forma in vivo o in vitro. Las nanopartículas permiten brindar un diagnóstico rápido, preciso y en un tiempo adecuado, lo que permite detectar el inicio de la enfermedad y así acceder a un tratamiento más rápido y adecuado.

² Ingeniero Físico. Tiene una maestría y un doctorado en materiales avanzados y nanotecnologías de la Universidad Autónoma de Madrid. Profesor investigador de la Universidad Antonio Nariño. Dentro de sus trabajos se encuentran el desarrollo de un sistema de bioimpedancia eléctrica, síntesis y caracterización de materiales multiferroicos, así como la ingeniería de nanomateriales. Además, sus áreas de interés son la biofísica y la ciencia de materiales. dllamosa@uan.edu.co

³ Docente investigadora, su trayectoria abarca las áreas de biología celular y molecular, bioquímica, parasitología e inmunología. Sus mayores aportes incluyen el trabajo con cultivos celulares in vitro y de modelo animal, enfocados en el estudio de enfermedades infecciosas y su relación con el sistema inmune en diferentes contextos nutricionales. Otra de las líneas de investigación de su interés es la aplicación de nuevas herramientas de diagnóstico para enfermedades neurodegenerativas e infecciosas. monica.losada@uan.edu.co

Resumen

El nanodiagnóstico se orienta a la identificación de enfermedades en sus estudios iniciales a nivel celular o molecular, e idealmente al nivel de una sola célula, mediante la utilización de nanodispositivos y sistemas de contraste. Esta herramienta proporciona un valioso aporte a la medicina, ya que permite un diagnóstico más rápido y exacto brindando la posibilidad de dar un tratamiento oportuno y adecuado. En este sentido, la nanotecnología permite obtener una comprensión fundamental de fenómenos biológicos a escala nanométrica. Con la implementación de esta nueva tecnología es posible crear y manipular dispositivos y sistemas con nuevas propiedades y funciones, originados por su tamaño nanométrico. Esta rama ha influenciado el área de la salud, cuyo principal objetivo es desarrollar herramientas que permitan diagnosticar, prevenir y tratar enfermedades. Patologías que pueden ser detectadas en su etapa inicial para así poder actuar de forma oportuna.

Summary

Nanodiagnosis allows the identification of diseases in their initial studies at the cellular or molecular level, and ideally at the level of a single cell, through the use of nanodevices and contrast systems. This tool provides a valuable contribution to medicine, since it allows a faster and more accurate diagnosis, offering the possibility of giving a timely and adequate treatment. Nanotechnology provides a fundamental understanding of biological phenomena at the nano-scale. With the implementation of this new technology, it is possible to create and manipulate devices and systems with new properties and functions, originated by their nanometric size. This branch has influenced the area of health, whose main objective is to develop tools to diagnose, prevent and treat diseases. Pathologies that can be detected in their initial stage and thus be able to act in a timely manner.

Esta rama ha influenciado el área de la salud, cuyo principal objetivo es desarrollar herramientas que permitan diagnosticar, prevenir y tratar enfermedades

Introducción

La nanotecnología es la aplicación de la ciencia y la ingeniería a escala atómica orientada a estudiar el diseño, síntesis, caracterización y aplicación de materiales y dispositivos en nanoescala. Por consiguiente, se ha convertido en un área estratégica de la investigación altamente competitiva, con un rápido crecimiento y un considerable potencial económico en diversos campos, como lo son la medicina, la biología, la química, los materiales, la energía y el medio ambiente (Lee et al., 2012).

Existen múltiples aplicaciones tecnológicas de los nanomateriales, pero es notable que en el campo de la biomedicina se depositen las mayores esperanzas en usos novedosos. Esta nueva área puede monitorizar, reparar, construir y controlar, componentes y funciones biológicas del organismo mediante el uso de sistemas en la nanoescala. Además, la denominada nanomedicina representa el punto donde la nanotecnología y la medicina confluyen para generar oportunidades que permitan llevar a cabo la mejora de nuevos tratamientos ya existentes (Bárcena et al., 2009; Calero, 2015; Lee et al., 2012).

La nanomedicina aborda tres áreas principales: el nanodiagnóstico, la nanoterapia y la medicina regenerativa. En el área de nanodiagnóstico, las principales contribuciones se llevan a cabo por medio de nanodispositivos y sistemas de contraste, allí se emplean nanopartículas semiconductoras, metálicas o magnéticas como agentes de contraste para marcaje. Por ejemplo, las nanopartículas magnéticas presentan un campo magnético externo, que generalmente puede estar formado de elementos magnéticos como el hierro, cobalto, níquel y otros óxidos. Sin embargo, estas nanopartículas sin recubrimiento suelen ser químicamente inestables y se oxidan fácilmente en el aire, produciendo

pérdida de la capacidad de magnetismo y de dispersarse. Por lo que es necesario el recubrimiento de la superficie de las nanopartículas con una capa biocompatible; este tipo de nanopartículas consiste en un núcleo y una cubierta de recubrimiento conocida como núcleo@corteza (Core@shell), en la cual su centro está recubierto por un polímero en su superficie. Las nanopartículas Core@shell tienen una amplia gama de aplicaciones en investigación biomédica, debido a que este puede presentar mayor estabilidad, distribución, funcionalización y son más específicas a la hora del nanodiagnóstico (Mandal, 2016).

El nanodiagnóstico contribuye a la identificación temprana de una manera rápida debido a que permite un diagnóstico más claro, una capacidad de respuesta más específica y una mayor posibilidad de tratamientos. Estos diagnósticos pueden realizarse in vivo o in vitro (Chamé, 2013; García, 2012).

**Nanomedicina
representa el
punto donde la
nanotecnología y la
medicina confluyen
para generar
oportunidades**

El diagnóstico in vivo es realizado mediante dispositivos que puedan penetrar en el cuerpo con el fin de identificar la presencia de un determinado patógeno o condición patológica. Es importante considerar la biocompatibilidad del material del dispositivo, ayudar a que cumpla con un diseño que asegure su eficiencia y minimice los efectos secundarios.

Por su parte, el diagnóstico in vitro brinda una mayor flexibilidad en el diseño, debido a que permite aplicar nanopartículas conjugadas con péptidos a muestras muy reducidas en fluidos corporales o tejidos. Este abordaje permite llevar a cabo una detección específica con gran precisión y selectividad de defectos genéticos o alteraciones orgánicas o tisulares (Akers et al., 2010; Burtea et al., 2011).

Resulta de gran interés los recientes avances que se han logrado en este campo, debido a que han permitido aumentar su sensibilidad, selectividad de agentes químicos y una detección en tiempo real, por ejemplo, en proporcionar un mayor contraste en técnicas de resonancia magnética de imagen. Es decir que el nanodiagnóstico permite la identificación de diversas enfermedades en estados iniciales, cuando el desarrollo

es limitado. De esta forma, esta área ofrece una mejor capacidad a la hora del diagnóstico generando una respuesta más rápida, posibilidad de terapias y recuperación (Calero, 2015).

¿Qué es el Nanodiagnóstico?

El nanodiagnóstico permite la identificación de enfermedades o de la predisposición a las mismas a nivel celular o molecular mediante la utilización de sistemas de contraste. Este concepto se puede aplicar en la necesidad social y clínica, implementando la capacidad tecnológica para detectar enfermedades oportunamente (Alharbi & Al-sheikh, 2014). Existen dos grandes aplicaciones en este campo como lo son: los nanodispositivos y los sistemas de contraste (nanosistemas de imagen), estas pueden adoptar un sistema para el diagnóstico tanto in vitro como in vivo.

Tabla 1. Resumen de los sistemas de nanodiagnóstico más desarrollados.



Fuente: Landín Basterra (2016).

Característica de los nanodispositivos

Nanodispositivos

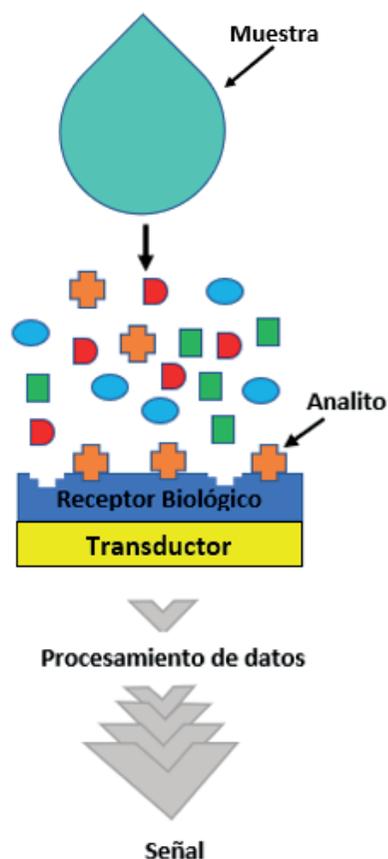
Los principales dispositivos de análisis que se están desarrollando en el nanodiagnóstico, hasta el momento, son los nanobiosensores,

estos son dispositivos capaces de detectar en tiempo real, sin necesidad de marcadores fluorescentes o radioactivos, todo tipo de sustancias químicas y biológicas con una alta sensibilidad y selectividad (Motellón & Bueren Roncero, 2010). Un biosensor es un dispositivo integrado por un receptor biológico (enzimas, ADN, anticuerpos, etc.) preparado para detectar una sustancia y posteriormente pasar a un transductor o sensor (Figura 1). El sensor permite el reconocimiento biomolecular y es capaz de medir la reacción traduciéndola en una señal cuantificable (Landín Basterra (2016).

Existen dos principales características en el biosensor, la primera es la selectividad, la cual se caracteriza de la integración del receptor biológico y el sensor, ocasionado que el dispositivo interactúe exclusivamente con el compuesto de interés y no con otros de propiedades similares. La segunda característica fundamental que hace interesante a los biosensores es la sensibilidad, ya que permite realizar el análisis de una sustancia en tiempo real y de forma directa (sin necesidad de marcador) a diferencia de cualquier análisis biológico o clínico que siempre requiere un marcador (ya sea fluorescente o radioactivo) (Echevarría-Castillo, 2013; Landín Basterra (2016).

Los nanodispositivos requieren de una cantidad de muestra relativamente baja, en micro o nanolitros, para realizar el análisis. Esto puede significar que los métodos a la hora de la extracción de la muestra en pacientes pueden ser menos invasivos y traumáticos. Al mismo tiempo, podrían ser fácilmente introducidos en el interior del cuerpo humano, suministrando datos mucho más fiables del estado de salud real de un paciente (Grüttner et al., 2013).

Figura 1. Esquema del funcionamiento de un biosensor.



Fuente: Landín Basterra (2016).

En la Figura 1 se ilustra como la muestra ingresa a un biosensor, descomponiéndose para tomar así el compuesto de interés que son requeridos para unirse al receptor biológico (enzimas, ADN, anticuerpos, etc.) que está preparado para detectar específicamente una sustancia, la cual pasa por un transductor o sensor que es capaz de medir la reacción de reconocimiento biomolecular y traducirla en una señal cuantificable.

El desarrollo de nanobiosensores se puede derivar en nanobiosensores fotónicos o nanoplasmonicos, que están basados en nanoestructuras como nanopartículas, nanotubos de carbono, nanoalambres, etc., los biosensores nanomecánicos y los “lab-on-a-chip” (Landín Basterra, 2016).

Nanosensores para el diagnóstico

Los nanosensores están basados en nanopartículas, que generalmente son semiconductoras, metálicas o magnéticas, que son empleadas como agentes de contraste para marcaje in vivo (Landín Basterra, 2016).

La técnica de hipertermia, un tipo de tratamiento en el que el tejido corporal está expuesto a altas temperaturas de calor para dañar y matar las células cancerosas.

Estos sistemas han evolucionado para crear mayor sensibilidad y un mayor contraste en las técnicas de imagen. Los primeros sistemas de nanopartículas formulados para el marcaje celular e identificación de zonas dañadas o tumores son las nanopartículas magnéticas o semiconductoras.

Los puntos cuánticos (en inglés, quantum dot o QD) son nanopartículas semiconductoras de unos pocos nanómetros típicamente entre 1-50 nm, Una de las propiedades más interesantes de los puntos cuánticos es que, al ser iluminados, re-emiten luz en una longitud de onda muy específica y que depende del tamaño de la nanopartícula. Este fenómeno se conoce como luminiscencia, por lo que son considerablemente útiles como marcadores biológicos.

Las nanopartículas magnéticas tienen un tamaño nanométrico que oscila entre 1-100 nm. En la actualidad, son empleadas en el diagnóstico como agentes de contraste en las imágenes de resonancia magnética (IRM) y en el ámbito terapéutico, como por ejemplo en la técnica de hipertermia, un tipo de tratamiento en el que el tejido corporal está expuesto a altas temperaturas de calor para dañar y matar las células cancerosas. En esta terapia se emplean nanopartículas para generar calor cuando se colocan en un campo magnético oscilante. De este modo se induce la muerte programada de las células cancerígenas (ver Figura 2) (Bañobre-López et al., 2013; Landín Basterra, 2016; Chen et al., 2012).

Una vez se encuentren situadas en el sitio de interés, las nanopartículas pueden ser liberadas de forma localizada, evitando los efectos secundarios de la administración sistémica en el organismo. Para conseguir la especificidad en su acción, las nanopartículas deben estar biofuncionalizadas, esto quiere decir que presentan

una modificación en la superficie del material, permitiendo incidir en el comportamiento de las células para que entren en contacto a fin de mejorar la respuesta en el organismo y permitir así un mejor diagnóstico (Conde et al., 2014; Li et al., 2013; Ruiz et al., 2013).

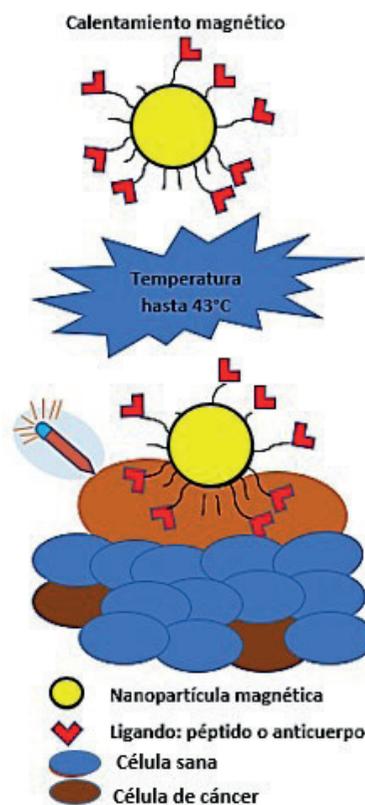
En la Figura 2 se ilustra la manera en que la nanopartícula interactúa como agente terapéutico con el ligando, el cual se relaciona con la célula de cáncer, produciendo muerte celular mediante hipertermia en respuesta a la aplicación de un campo magnético externo, donde el núcleo magnético de las nanopartículas permite que estas puedan ser dirigidas hacia las zonas de interés específicas, en nuestro caso las células cancerígenas, llevándolas así a su muerte para de esta manera generar más células sanas.

Diagnostico in vitro

El diagnóstico in vitro puede ser llevado a cabo mediante biosensores o dispositivos integrados conteniendo sensores. El biosensor permite el reconocimiento biomolecular y es capaz de medir la reacción traduciéndola en una señal cuantificable. Este tipo de dispositivos es citado en la Tabla 1, dispositivos que suelen ser revestidas con biomoléculas capaces de unirse a sustratos específicos como proteínas, ADN complementarios, secuencias genómicas o moléculas con adhesión y de reconocimiento receptor-ligando. Estos dispositivos son capaces de servir como plataforma de diagnóstico y ello permite detectar biomarcadores con mayor sensibilidad de la que se ha podido obtener con los métodos actuales.

Por otra parte, este tipo de diagnóstico nos ofrece una mayor capacidad para reconocer y capturar células de los tejidos dañados, quedando marcadas magnéticamente por las

Figura 2. Esquema ilustrativo del funcionamiento y aplicación de las nanopartículas magnéticas para terapia en medicina.



Fuente: Calero (2015).

nanopartículas, lo que facilita su captura utilizando imanes. Por lo tanto, se amplían los límites de detección de células tumorales y aumenta la posibilidad de realizar un mejor diagnóstico de certeza temprano (Landín Basterra, 2016).

Diagnostico in vivo

El diagnóstico in vivo con el uso de nanopartículas presenta resultados con mejores características debido al diagnóstico

por imagen a nivel molecular. Una imagen molecular puede definirse como la medida, caracterización y diagnóstico in vivo de procesos biológicos celulares o moleculares. Para realizar la proyección de estas imágenes se deben emplear agentes moleculares acoplados a técnicas de diagnóstico de imagen.

Además, el diagnóstico in vivo habitualmente requiere que los dispositivos puedan ser penetrados en el cuerpo humano, permitiendo identificar y cuantificar la presencia de un determinado patógeno o patología. Esto puede presentar una serie de problemas que pueden estar asociados con la biocompatibilidad del material, pero también requiere de un sofisticado diseño para garantizar su eficacia y minimizar los posibles efectos secundarios (Landín Bacerra, 2016).

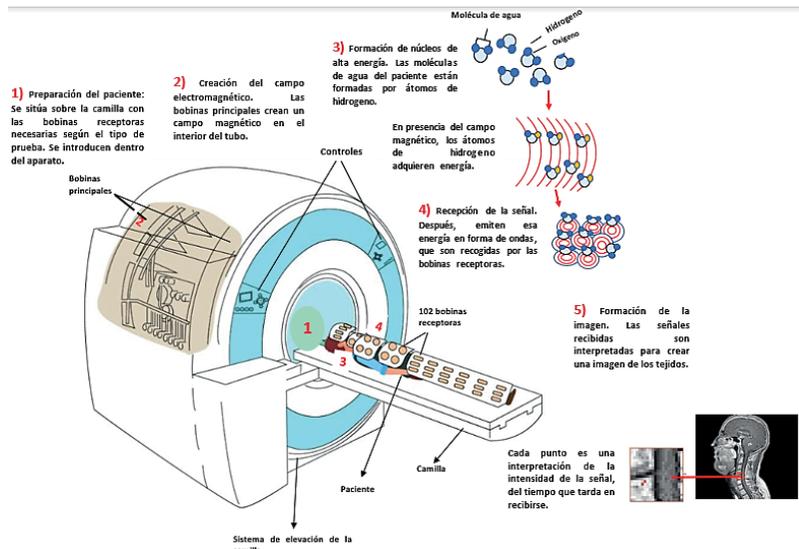
La visualización de estas moléculas in vivo requiere que cumplan unos parámetros como lo son: la disponibilidad de dispositivos de imagen médico, ligandos de alta afinidad para la molécula de agentes de contraste, capacidad de alcanzar una concentración óptima y un tiempo suficiente para ser detectable en la imagen, empleo de estrategias químicas o biológicas para su amplificación, así como la disponibilidad de técnicas de imagen con una suficiente sensibilidad, resolución y velocidad.

El efecto de las nanopartículas que tiene en las imágenes de resonancia magnética

La resonancia magnética de imagen es una de las técnicas más utilizadas en la actualidad, ya que es sensible y no invasiva. Esta técnica no implementa radiación ionizante sino campos magnéticos. Para este caso, las nanopartículas introducidas al cuerpo como agentes de contraste se alinean con los momentos magnéticos nucleares de los átomos de hidrógeno presentes en el agua. De esta manera, incrementan las señales de los átomos de hidrógeno del agua. En función de la proporción de agua de los diferentes órganos se pueden diferenciar algunos órganos de otros, o los tejidos normales de los patológicos (ver Figura 3) (Calero, 2015; Li et al., 2013).

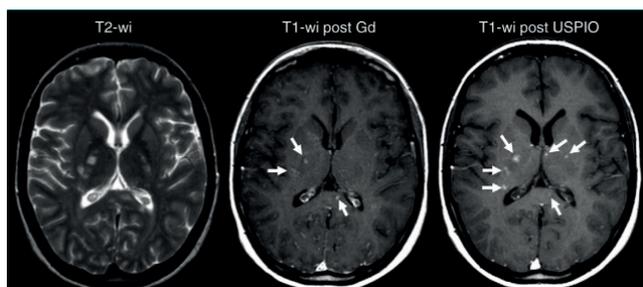
Figura 3. Esquema ilustrativo del equipo de resonancia magnética

Fuente: xxxxx
xxxxx.



El empleo de estas nanopartículas como agentes de contraste para imágenes de resonancia magnética, permitirá a futuro una mejor interpretación y caracterización de las lesiones, al aumentar la intensidad de la señal de tejidos afectados cuando se compara con los tejidos sanos de alrededor (ver Figura 4) (Calero, 2015).

Figura 4. Esquema ilustrativo de la comparación de imágenes por resonancia magnética (IRM) de cerebro empleando diferentes agentes de contraste.



Fuente: Rovaris et al. (2012).

En la Figura 4 se evidencian los diferentes agentes de contraste como gadolinio (Gd) y nanopartículas magnéticas (USPIO). En la imagen izquierda se puede evidenciar que no se emplean agentes de contraste. La imagen del centro usa gadolinio, mostrando así tres lesiones realzadas; mientras que la imagen derecha utiliza USPIO. Esta muestra las mismas tres lesiones anteriores, junto con tres lesiones adicionales.

Al comparar el gadolinio (Gd), uno de los medios de contraste más empleados, y USPIO a la hora del diagnóstico, es posible observar discrepancias en la visualización de una lesión por resonancia magnética. En la Figura 4 se observan más lesiones con USPIO (flechas blancas) en comparación con Gd (flechas blancas), indicando una mayor sensibilidad al emplear USPIO (Rovaris et al., 2012).

BIOCOMPATIBILIDAD DE LAS NANOPARTICULAS

En general, las nanopartículas en su composición deben presentar unas características específicas como: el tamaño, la forma, la rigidez, la carga, la conductividad, la porosidad y la compatibilidad con el organismo. El tipo de superficie y la carga superficial juegan un papel fundamental en la biocompatibilidad de las nanopartículas y en su internalización dentro de las células (Calero et al., 2014; Chen et al., 2012; Panariti et al., 2012; Thakor & Gambhir, 2013).

Estudios in vitro

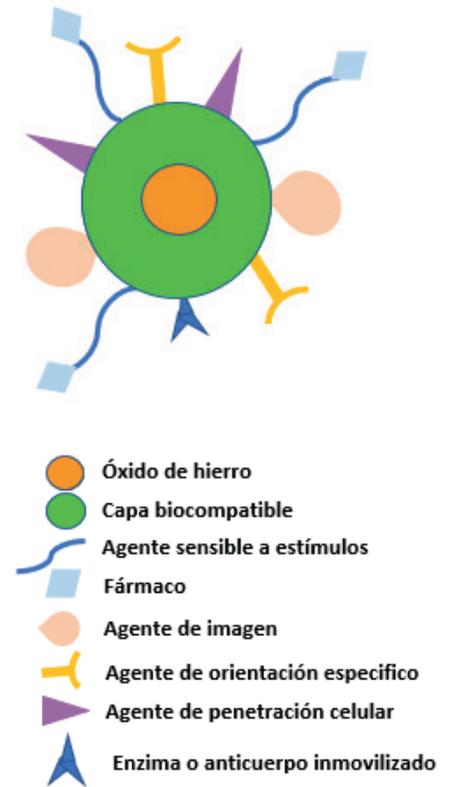
Las nanopartículas pueden presentar cierto grado de citotoxicidad dado a que se pueden acumular intracelularmente e incluso es posible encontrarlas en orgánulos subcelulares como la mitocondria y el núcleo. Por tanto, las nanopartículas pueden llegar a interferir en procesos importantes como la producción de energía mitocondrial o la expresión de genes al comprometer las funciones de la membrana celular, mitocondrial y nuclear (Jeng & Swanson, 2006; Naqvi et al., 2010; Nel et al., 2006).

Hay también efectos citotóxicos que pueden ser generados por el estrés oxidativo que es uno de los daños celulares más comúnmente asociados a la presencia de nanopartículas en el interior de las células. El estrés oxidativo es causado por un incremento de la producción de las especies reactivas de oxígeno o moléculas inestables en el organismo, que generan la oxidación de componentes celulares seguida de una respuesta proinflamatoria y daños al ADN que llevan a la célula a sufrir muerte apoptótica (Albrecht et al., 2004; Jeng & Swanson, 2006; Oberdörster et al., 2007).

Sin embargo, los efectos citotóxicos son únicamente observados cuando hay una exposición a altas concentraciones de nanopartículas superiores a los 100 ug/mL (Gojova et al., 2007). Por tanto, el uso de concentraciones bajas de nanopartículas es esencial para evitar el daño celular produciendo menor efecto citotóxico y estrés oxidativo (Naqvi et al., 2010).

Las nanopartículas más utilizadas en investigaciones para posibles aplicaciones biomédicas son aquellas compuestas de óxido de hierro ya que son las más biocompatibles, y de las que se conocen en mayor profundidad los efectos secundarios. Las nanopartículas ferromagnéticas tienen con un tamaño menor a 50 nm, confiriéndoles propiedades superparamagnéticas (Calero, 2015; Li et al., 2013). Generalmente, estas nanopartículas se componen de un núcleo magnético formado por óxido de hierro en forma de magnetita (Fe_3O_4) o maghemita ($\gamma-Fe_2O_3$) (Estelrich et al., 2015; Chen et al., 2012; Villanueva et al., 2009) y una cubierta superficial modificada con determinados polímeros biodegradables que permiten aumentar la estabilidad y biocompatibilidad de estas (Figura 5).

Figura 5. Nanopartícula biofuncionalizadas.



Fuente: xxxxx

El estrés oxidativo es causado por un incremento de la producción de las especies reactivas de oxígeno o moléculas inestables en el organismo

Estudios in vivo

La biodistribución de las nanopartículas se ha evaluado en diferentes modelos que han demostrado que la vía de administración de nanopartículas tanto inhalatoria como intravenosa, depende de su diámetro para que puedan penetrar al tejido de interés (Kwon et al., 2008). Además, dependiendo de las rutas que emplee, las nanopartículas pueden llegar a interactuar con componentes de la matriz extracelular y la membrana plasmática (Majetich, 2006; Oberdörster et al., 2005, 2007).

Estudios previos han demostrado en modelos animales, la biocompatibilidad de las partículas de óxido de hierro en concentraciones menores a 0,1- 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$, mientras que concentraciones mayores a 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ pueden generar citotoxicidad. Las vías de administración más utilizadas son la vía intravenosa o inhalatoria, llegando a acumularse en tejidos, pero sin producir alteraciones considerables en análisis histológicos (Majetich, 2006).

Por último, se puede decir que la dosis implementada, la composición del núcleo magnético de las nanopartículas, su tamaño, la composición química de la superficie de recubrimiento y la forma de administración de la nanopartícula, pueden jugar un papel concluyente en el resultado final de la biocompatibilidad de las nanopartículas.

Conclusión

El nanodiagnóstico representa un tema de interés en la actualidad. El principal objetivo de esta área es proporcionar una mejora en el diagnóstico clínico puesto que presenta una mayor sensibilidad, selectividad y una detección en tiempo real de agentes químicos y biológicos. Entre los abordajes metodológicos se encuentran los nanosistemas de imagen y los nanodispositivos, los cuales están capacitados para una detección molecular específica. Por tanto, esta área se destaca por su potencial impacto en la salud pública pues brinda diagnósticos más eficientes, disminuye los efectos secundarios al organismo y acelera la implementación de un tratamiento oportuno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akers, W. J., Zhang, Z., Berezin, M., Ye, Y., Agee, A., Guo, K., Fuhrhop, R. W., Wickline, S. A., Lanza, G. M. & Achilefu, S. (2010). Targeting of $\alpha_5\beta_1$ -integrins expressed on tumor tissue and neovasculature using fluorescent small molecules and nanoparticles. *Nanomedicine*, 5(5), pp. 715-726. DOI: [https://doi.org/10.2217/nnm.10.38].
- Albrecht, C., Borm, P. J. A., & Unfried, K. (2004). Signal transduction pathways relevant for neoplastic effects of fibrous and non-fibrous particles. *Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 553(1-2), pp. 23-35. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2004.06.015].
- Alharbi, K. K., & Al-sheikh, Y. A. (2014). Role and implications of nanodiagnostics in the changing trends of clinical diagnosis. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(2), pp. 109-117. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.11.001].
- Bañobre-López, M., Teijeiro, A. & Rivas, J. (2013). Magnetic nanoparticle-based hyperthermia for cancer treatment. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 18(6), pp. 397-400. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.rpor.2013.09.011].
- Bárcena, C., Sra, A. K., & Gao, J. (2009). Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine. *Nanoscale Magnetic Materials and Applications*, 167, pp. 591-626. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-85600-1_20].
- Burtea, C., Laurent, S., Mahieu, I., Larbanoix, L., Roch, A., Port, M., Rousseaux, O., Ballet, S., Murariu, O., Toubeau, G., Corot, C., Vander Elst, L. & Muller, R. N. (2011). In vitro biomedical applications of functionalized iron oxide nanoparticles, including those not related to magnetic properties. *Contrast Media and Molecular Imaging*, 6(4), pp. 236-250. DOI: [https://doi.org/10.1002/cmmi.423].
- Calero, M. C. (2015). Caracterización de nanopartículas magnéticas en cultivos celulares para sus aplicaciones biomédicas. Tesis Doctoral.
- Calero, M., Gutiérrez, L., Salas, G., Luengo, Y., Lázaro, A., Acedo, P., Morales, M. P., Miranda, R. & Villanueva, A. (2014). Efficient and safe internalization of magnetic iron oxide nanoparticles: Two fundamental requirements for biomedical applications. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 10(4), pp. 733-743. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.nano.2013.11.010].
- Chamé, K. F. (2013). Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas. Tesis de Maestría.
- Conde, J., Dias, J. T., Grazú, V., Moros, M., Baptista, P. V. & de la Fuente, J. M. (2014). Revisiting 30 years of biofunctionalization and surface chemistry of inorganic nanoparticles for nanomedicine. *Frontiers in Chemistry*, 2(7), pp. 1-27. DOI: [https://doi.org/10.3389/fchem.2014.00048].
- Echevarría-Castillo, F. (2013). Retos de este siglo: Nanotecnología y salud. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 29(1), pp. 3-15.
- Landín Basterra, J. (2016). Nanopartículas como agentes teranósticos. Trabajo de grado. Universidad del País Vasco. Recuperado de: [http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/TFG/TFG%20Julen%20Landin.pdf].
- Estelrich, J., Escribano, E., Queralt, J. & Busquets, M. A. (2015). Iron oxide nanoparticles for magnetically-guided and magnetically-responsive drug delivery. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(4), pp. 8070-8101. DOI: [https://doi.org/10.3390/ijms16048070].
- García, J. S. (2012). Nanopartículas magnéticas para aplicaciones biomédicas. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. Recuperado de: [http://hdl.handle.net/2445/41856].
- Gojova, A., Guo, B., Kota, R. S., Rutledge, J. C., Kennedy, I. M. & Barakat, A. I. (2007). Induction of inflammation in vascular endothelial cells by metal oxide nanoparticles: Effect of particle composition. *Environmental Health Perspectives*, 115(3), pp. 403-409. DOI: [https://doi.org/10.1289/ehp.8497].
- Grüttner, C., Müller, K., Teller, J. & Westphal, F. (2013). Synthesis and functionalisation of magnetic nanoparticles for hyperthermia applications. *International Journal of Hyperthermia*, 29(8), pp. 777-789. DOI: [https://doi.org/10.3109/02656736.2013.835876].
- Chen, R., Drahansky, M., Paridah, M., Moradbak, A., Mohamed, A. et al. (2012). We are IntechOpen, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists TOP 1%. *Intech, i(tourism)*, 13. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.12.014].

- Jeng, H. A. & Swanson, J. (2006). Toxicity of metal oxide nanoparticles in mammalian cells. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 41(12), pp. 2699-2711. <https://doi.org/10.1080/10934520600966177>
- Kwon, J. T., Hwang, S. K., Jin, H., Kim, D. S., Minai-Tehrani, A., Yoon, H. J., Choi, M., Yoon, T. J., Han, D. Y., Kang, Y. W., Yoon, B. Il, Lee, J. K., & Cho, M. H. (2008). Body distribution of inhaled fluorescent magnetic nanoparticles in the mice. *Journal of Occupational Health*, 50(1), pp. 1-6. DOI: [<https://doi.org/10.1539/joh.50.1>].
- Lee, D. E., Koo, H., Sun, I. C., Ryu, J. H., Kim, K., & Kwon, I. C. (2012). Multifunctional nanoparticles for multimodal imaging and theragnosis. *Chemical Society Reviews*, 41(7), pp. 2656-2672. DOI: [<https://doi.org/10.1039/c2cs15261d>]...
- Li, L., Jiang, W., Luo, K., Song, H., Lan, F., Wu, Y., & Gu, Z. (2013). Superparamagnetic iron oxide nanoparticles as MRI contrast agents for non-invasive stem cell labeling and tracking. *Theranostics*, 3(8), pp. 595-615. DOI: [<https://doi.org/10.7150/thno.5366>].
- Li, Y., Chen, Z. W., & Gu, N. (2012). In vitro biological effects of magnetic nanoparticles. *Chinese Science Bulletin*, 57(31), pp. 3972-3978. DOI: [<https://doi.org/10.1007/s11434-012-5295-8>].
- Majetich, S. A. (2006). *Magnetic Nanoparticles and Their Applications. Nanostructured Materials: Processing, Properties, and Applications: Second Edition*, 1, pp. 439-485. DOI: [<https://doi.org/10.1016/B978-081551534-0.50012-9>].
- Mandal, S. (2016). Engineered magnetic core shell nanoprobes: Synthesis and applications to cancer imaging and therapeutics. *World Journal of Biological Chemistry*, 7(1), p. 158. DOI: [<https://doi.org/10.4331/wjbc.v7.i1.158>].
- Motellón, J. L. & Bueren Roncero, J. (2010). 9a. edición del curso de biotecnología aplicada a la salud humana programa preliminar: 3 al 5 de noviembre de 2010. Madrid: CIEMAT. Recuperado de: [<http://digital.csic.es/handle/10261/44635>]
- Naqvi, S., Samim, M., Abdin, M. Z., Ahmed, F. J., Maitra, A. N., Prashant, C. K. & Dinda, A. K. (2010). Concentration-dependent toxicity of iron oxide nanoparticles mediated by increased oxidative stress. *International Journal of Nanomedicine*, 5(1), pp. 983-989. DOI: [<https://doi.org/10.2147/IJN.S13244>].
- Nel, A., Xia, T., Mädler, L. & Li, N. (2006). Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*, 311(5761), pp. 622-627. DOI: [<https://doi.org/10.1126/science.1114397>].
- Oberdörster, G., Maynard, A., Donaldson, K., Castranova, V., Fitzpatrick, J., Ausman, K., Carter, J., Karn, B., Kreyling, W., Lai, D., Olin, S., Monteiro-Riviere, N., Warheit, D. & Yang, H. (2005). Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: Elements of a screening strategy. *Particle and Fibre Toxicology*, 2, pp. 1-35. DOI: [<https://doi.org/10.1186/1743-8977-2-8>].
- Oberdörster, G., Stone, V. & Donaldson, K. (2007). Toxicology of nanoparticles: A historical perspective. *Nanotoxicology*, 1(1), pp. 2-25. DOI: [<https://doi.org/10.1080/17435390701314761>].
- Panariti, A., Miserocchi, G. & Rivolta, I. (2012). The effect of nanoparticle uptake on cellular behavior: Disrupting or enabling functions? *Nanotechnology, Science and Applications*, 5(1), pp. 87-100. DOI: [<https://doi.org/10.2147/NSA.S25515>].
- Rovaris, M., Miller, D. H., Petry, K. G. & Brochet, B. (2012). assessment of Disease activity in Multiple sclerosis Phenotypes with combined gadolinium- and. 264(1), pp. 225-233. DOI: [<https://doi.org/10.1148/radiol.12111416/-/DC1>].
- Ruiz, A., Salas, G., Calero, M., Hernández, Y., Villanueva, A., Herranz, F., Veintemillas-Verdaguer, S., Martínez, E., Barber, D. F. & Morales, M. P. (2013). Short-chain PEG molecules strongly bound to magnetic nanoparticle for MRI long circulating agents. *Acta Biomaterialia*, 9(5), pp. 6421-6430. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.12.032>].
- Thakor, A. S. & Gambhir, S. S. (2013). Nanooncology: The future of cancer diagnosis and therapy. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 63(6), pp. 395-418. DOI: [<https://doi.org/10.3322/caac.21199>].
- Villanueva, A., Cãete, M., Roca, A. G., Calero, M., Veintemillas-Verdaguer, S., Serna, C. J., Del Puerto Morales, M. & Miranda, R. (2009). The influence of surface functionalization on the enhanced internalization of magnetic nanoparticles in cancer cells. *Nanotechnology*, 20(11). DOI: [<https://doi.org/10.1088/0957-4484/20/11/115103>].

Impacto ambiental de las curtiembres, una problemática de vieja data sobre el río Bogotá

Environmental Impact of the Tanneries, an Old Data
Problem on the Bogotá River

Palabras clave:
Agua, Curtiembres, Remediación,
Impacto ambiental.

Diego Andrés Castiblanco Ramírez¹

Daniel Llamosa Perez²

Rolando Javier Rincón Ortiz³



1 Estudiante de octavo semestre del pregrado en Bioquímica de la Universidad Antonio Nariño, con un marcado interés en la remediación ambiental con un enfoque nanotecnológico.

dcastiblanco49@uan.edu.co,

² Ingeniero Físico. Tiene una maestría y un doctorado en materiales avanzados y nanotecnologías de la Universidad Autónoma de Madrid. Profesor investigador de la Universidad Antonio Nariño. Dentro de sus trabajos se encuentran el desarrollo de un sistema de bioimpedancia eléctrica, síntesis y caracterización de materiales multifuncionales, así como la ingeniería de nanomateriales. Además, sus áreas de interés son la biofísica y la ciencia de materiales. Grupo de Investigación Fundamental y Aplicada en Materiales GIFAM, Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C., Colombia

³ Químico y profesor investigador de la Universidad Antonio Nariño. Sus trabajos más recientes han estado dirigidos a la epidemiología de aguas residuales, la remediación ambiental y al desarrollo de nuevos materiales con valor agregado. Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Químicas GIBIQs, Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C., Colombia

Resumen

El agua es un recurso vital para la mayor parte de seres vivos en el planeta, su empleo cotidiano abarca las diferentes actividades antropomórficas y es empleada como medio de reacción y/o materia prima en diversos procesos industriales y agropecuarios. Una de las actividades industriales más representativas en la economía colombiana es el sector del curtido de pieles, con una participación del 2,17% en el PIB manufacturero, agrupados en su mayoría en PYMES por medio de la exportación del cuero tipo wet-blue generando ingresos de 70 millones de dólares al año. Sin embargo, una explotación indebida de la actividad, así como prácticas manufactureras poco conscientes del impacto ambiental, tiene consecuencias sobre cuerpos de agua en la cuenca alta y media del río Bogotá, de vital importancia ambiental y cultural. El presente artículo pretende dar un panorama del proceso, su impacto ambiental, así como sobre algunas de las alternativas para su remediación presente y futura.

Summary

Water is a vital resource for most living beings on the planet, its daily use encompasses different anthropomorphic activities, as well as being used as a means of reaction and/or raw material in various industrial and agricultural processes. One of the most representative industrial activities in the Colombian economy is the fur tanning sector, with a 2.17% share of manufacturing GDP, grouped mostly in SMEs through the export of wet-blue leather generating revenues of \$70 million per year. However, improper exploitation of the activity, as well as manufacturing practices that are not aware of the environmental impact, has consequences on bodies of water in the upper and middle basin of the Bogota River, of vital environmental and cultural importance. This article aims to provide an overview of the process, its environmental impact, as well as some of the alternatives for its present and future remediation.

Keywords:

Water, Tanneries, Treatment,
Environmental impact.

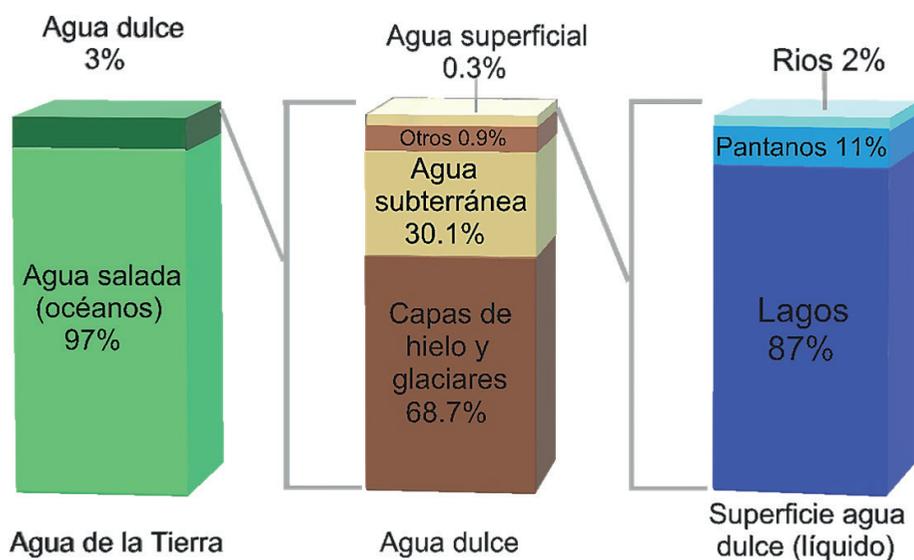
Introducción

El agua es uno de los recursos naturales más importantes del mundo, siendo un recurso vital para la supervivencia y el desarrollo de la mayor parte de formas de vida conocidas por el hombre. Su distribución en el planeta es extremadamente desigual, como muestra la Figura 1. De la totalidad de agua en la Tierra, el 97% es agua salada, en su mayoría en los océanos y sólo un 3% corresponde a agua dulce. Del agua dulce, aproximadamente el 69% se encuentra conformando los glaciares, cerca del 30%, cuerpos de agua

subterránea, y menos del 1% se encuentra en superficie, conformando lagos, ríos y pantanos, siendo ésta porción la que consumen los seres vivos terrestres y acuáticos continentales e insulares (Bralower & Bice, 2019). En consecuencia con la aceleración de la industria y crecimiento de la población mundial, el consumo de agua ha aumentado vertiginosamente, lo que en el mediano plazo nos llevará a un problema de escasez de éste preciado recurso, convirtiéndose en una limitación importante para el desarrollo y para la supervivencia de los organismos del planeta (Yang et al., 2019).

El agua es uno de los recursos naturales más importantes del mundo

Figura 1. Distribución del agua en la Tierra.



Fuente: adaptado y modificado de Bralower & Bice (2019).

Bogotá, capital de Colombia, donde las calles de su pasado colonial confluyen con la modernidad de sus grandes edificios de concreto, es un municipio 75% rural y 25% urbano; a través del cual se desarrolla la cuenca media de uno de los ríos más importantes para el país, el río Bogotá. Éste nace en el páramo de Guacheneque en la laguna del Mapa, a 3.300 msnm, en jurisdicción del municipio de Villapinzón al norte de Cundinamarca (Alcaldía de Bogotá, 2019; Sierra García, 2018). Con un cauce que recorre 380 kilómetros desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Magdalena (POMCA, 2016), su importancia radica en el desarrollo de actividades económicas que representan un 32% del total a nivel nacional, destacando la producción agrícola, pecuaria e industrial, además de su riqueza en biodiversidad, patrimonio natural y el incalculable valor sociocultural e histórico que tiene para los pobladores de la cuenca del río (CAR, 2018a).

El río Bogotá es reconocido como el segundo efluente más importante del país, el cual aporta el 31,7% del Producto Interno Bruto (PIB) (Archivo Semana, 2016; CAR, 2018). Pese a esto, a 11 km de su nacimiento, las aguas puras y cristalinas reciben la carga contaminada de los municipios de Villapinzón y Chocontá. A partir de aquí, el río sufre un golpe ambiental, transformando drásticamente su aspecto, siendo responsables los vertimientos residuales domésticos e industriales de estos dos municipios, pero principalmente del sector industrial, destacando la actividad del curtido de pieles en la que se emplean sustancias químicas para la producción de cuero de alta calidad, para la elaboración otros productos. Esto genera que la calidad de agua pase de un nivel de contaminación de tipo 1 (mínimo) a un tipo 3 (regular) basándose en los objetivos de calidad de agua que son dispuestos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) que van hasta un tipo 8 de contaminación (Barros,

Éste nace en el páramo de Guacheneque en la laguna del Mapa, a 3.300 msnm, en jurisdicción del municipio de Villapinzón al norte de Cundinamarca

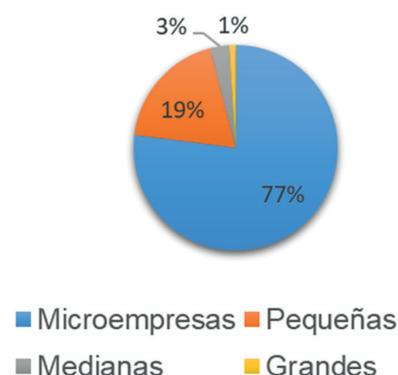
2020a; Barros, 2020b; Franco González, Clavijo Rios, Niño García, & Salazar Neira, 2017).

El río atraviesa otros 18 municipios que hacen parte de la cuenca alta, produciendo que el nivel de contaminación aumente de tipo 3 a 4, a causa del vertido doméstico y de actividades como la ganadería y la agricultura. Al llegar a la sabana bogotana, cesa la cuenca alta y pasa a ser la cuenca media del río Bogotá. Aquí el impacto ambiental es mucho más grave dado que pasa de un nivel de contaminación tipo 4 a tipo 8, nivel que se mantiene durante el resto del recorrido del río hasta su desembocadura en el río Magdalena. El nivel de contaminación se debe a las 690 toneladas diarias de vertimientos provenientes de efluentes como el río Salitre, Fucha y Tunjuelito que desembocan en el río Bogotá, un río que termina anóxico y sin vida, un río muerto (Barros, 2020;

CAR, 2018b). De los sectores industriales con mayor impacto en la calidad del agua en el río son las curtiembres, mismas que migraron de la cuenca alta al barrio San Benito, generando un impacto ambiental en la ronda del río Tunjuelito. La mayor parte de éstas empresas son microempresas, pequeñas y medianas (MIPYMES), como se indica en la Figura 2, con un alto porcentaje de informalidad y prácticas poco tecnificadas.

Figura 2. Porcentaje de empresas curtidoras en Colombia con base a su tamaño.

Curtiembres en Colombia según su tamaño



Fuente: adaptado y modificado de Ortiz Penagos (2013).

La industria del cuero es una de las actividades económicas más antiguas del país. Los comienzos de la industria del cuero en Colombia se ubican a mediados de los años 50, en los municipios de Villapinzón y Chocontá (considerados por Fenalcuero “la cuna del cuero”), pero a mediados de los años 60, la mayor parte de este sector productivo se vio desplazada hacia la ciudad de Bogotá, estableciéndose principalmente en el barrio San Benito de la localidad de Usme, en cercanías con el río Tunjuelito (Alcaldía de Bogotá, 2015; Vásquez Daza, 2012). Sin embargo, es un sector con un gran impacto ambiental debido a que sus procesos de producción generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos que impactan de forma negativa el ambiente y la salud de las personas.

Hasta 2013, en un informe proporcionado por la CAR, se tenía un total de 664 curtiembres en Colombia, de las cuales más del 50% estaba registrado en Bogotá, concentradas principalmente en la zona de San Benito, como muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Curtiembres en Colombia.

Municipio	N° Curtiembres	% de Participación
Bogotá	350	52,71
Cundinamarca	190	28,61
Nariño	64	9,64
Quindío	27	4,07
Valle del Cauca	22	3,31
Antioquia	7	1,05
Atlántico	2	0,30
Bolívar	1	0,15
Risaralda	1	0,15
Total	664	100,0

Fuente: adaptado y modificado de Martínez Buitrago & Romero Coca (2018).

Estas industrias son en su mayoría de origen familiar, presentando un bajo nivel de tecnificación y careciendo por lo general de plantas básicas de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI), destinadas a procesos básicos de remoción de sólidos y grasas (Ortiz & Carmona, 2015; Pinilla Arbeláez, 2014). La baja tecnificación de los procesos del curtido, conlleva a la contaminación del río Tunjuelito y a su vez la del río Bogotá, afectando la calidad del agua y provocando daños al ecosistema acuático, lo que desde luego limita el uso del recurso hídrico.

¿Por qué contaminan las curtiembres los efluentes hídricos?

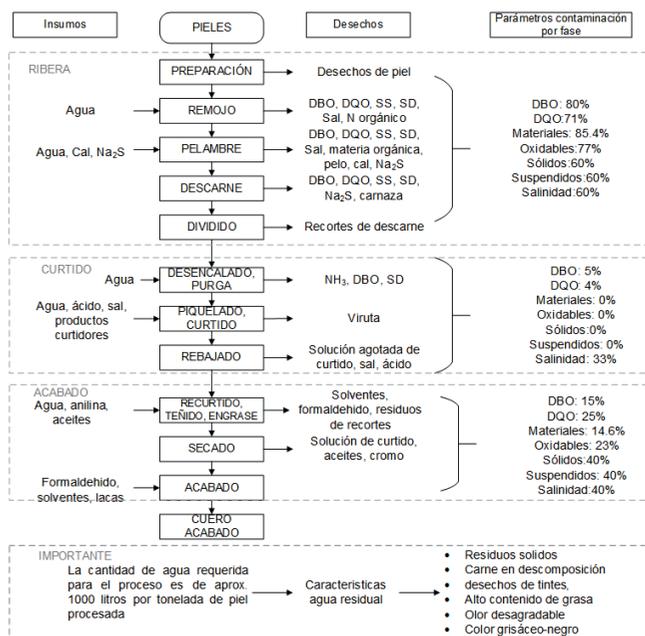
El curtido es el proceso de transformación de la piel de animales en cuero mediante la estabilización de las fibras de colágeno con agentes curtientes, ya sean agentes naturales (corteza de acacia negra, extracto de quebracho y mimosa) (Sierra García, 2018) que requieren de un tiempo prolongado de 1 o 2 semanas; o mediante curtientes químicos (soda caustica, taurol, sulfato de amonio, bisulfito de sodio, sulfato de cromo, tintes, entre otros) (Hernández, 2018; Ortiz & Carmona, 2015) con tiempo de elaboración de entre 8-24 horas, que evitan la descomposición de la piel y facilitan su empleo para la manufactura de productos marroquinos, talabarteros, entre otros (Cristancho Montenegro et al., 2019).

Este proceso se lleva a cabo en tres etapas: la ribera, donde se prepara la piel para ser curtida, se limpia y acondiciona, hasta que es dividida en dos capas, la carnaza y el cuero propiamente dicho. El proceso de curtido prepara la piel para ser transformada en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción, esto mediante el empleo de agentes curtientes, mencionados anteriormente, que se fijan a las fibras de colágeno. En este destaca el empleo de sales

El curtido es el proceso de transformación de la piel de animales en cuero mediante la estabilización de las fibras de colágeno con agentes curtientes,

metálicas, siendo de mayor uso las sales de cromo que le confieren el color azul característico al cuero conocido como wet-blue. Por último, se procede al acabado, que es subdividido en dos etapas: acabado en húmedo, donde se confieren las características de suavidad, color y tacto a través de procesos de recurtido, teñido y escurrido; y acabado en seco, donde se otorga al cuero el aspecto final de color y brillo, permitiendo controlar posibles imperfecciones del producto, a través del secado, ablandado, pigmentado y planchado (Alcaldía de Bogotá, 2015). El texto anterior se esquematiza en la Figura 3, a través de un flujograma indicando las etapas del curtido, las respectivas subdivisiones, el desecho producido en cada una de las etapas, así como el porcentaje de los desechos que aportan al efluente.

Figura 3. Flujograma del proceso de curtido.



Fuente: adaptado de González Pachón (2019); Latorre Torres (2014).

Tabla 2. Comparación de parámetros según la normativa actual vs parámetros obtenidos en caso de estudio para empresa del sector de San Benito.

Parámetro Físicoquímico	Resolución 0883 de 2018 (mg/L)	Efluente curtiembre (mg/L)	Lista de cumplimiento
Alcalinidad total	Análisis y reporte	44,96	✓
Cromo	0,5	2.307	✗
Demanda bioquímica oxígeno (DBO)	100-600	1.763	✗
Demanda química oxígeno (DQO)	200-800	2.085	✗
Fenoles	Análisis y reporte	0,3	✓
Grasas y Aceites	10-25	20	✓
pH	6-9	10	✗
Sólidos disueltos totales (SDT)	80-200	9.552	✗
Sulfato	1	65,71	✗
Sulfuros	1,0	65,71	✗

Fuente: García Muñoz & Ramírez Rodríguez (2019); MADS (2018).

En Colombia, la normativa que regula la actividad de descarga de residuos en el agua por parte del sector industrial, ha desarrollado el índice de calidad del Agua (ICA), que permite, mediante variables físicoquímicas, conocer las condiciones de calidad de un cuerpo de agua (Franco González et al., 2017). Estas variables, se encuentran consolidadas y estipuladas en la Resolución 0883 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2018). A continuación, en la Tabla 2, se encuentran los parámetros permisibles para la descarga de agua residual, así como los datos de los vertimientos generados por una empresa del sector del barrio San Benito.

En la Tabla 2, la mayor parte de los parámetros establecidos en la resolución 0883 de 2018, no se cumplen por parte de algunas empresas dedicadas a ésta actividad, con una gran variabilidad en los parámetros ya que operan por lotes, con una producción de 500 unidades por mes en jornadas no continuas, y la carga residual de sus procesos de curtido son tratadas sólo para disminuir el contenido de grasas, para remover material orgánico y luego ser vertido al alcantarillado público sin ser debidamente tratada (García Muñoz & Ramírez Rodríguez,

La mayoría de las industrias curtidoras del sector de San Benito no cuentan con un procedimiento adecuado para el tratamiento de cromo en las aguas residuales que son vertidas en el río Tunjuelito.

2019). Para el año 2018, 50 curtiembres del sector de San Benito fueron selladas por el incumplimiento de la normativa con descargas que incluían residuos sólidos y peligrosos al río Tunjuelito. De las 254 empresas que en ese año el distrito supervisó, más del 50% fueron cerradas, dejando 74 establecimientos con licencia y permiso para el desarrollo de la actividad del curtido (Estupíñan, 2018).

La mayor carga contaminante se genera en las etapas de ribera (remojo y pelambre) así como en la de curtido (Figura 3), estos procesos aportan hasta un 90% de los contaminantes al efluente final, con altas concentraciones de materia orgánica (DQO y DBO), grasas y aceites, sólidos, sulfuros y cromo. Este último, genera

una gran preocupación, ya que hace parte del 21% del contenido del efluente final del proceso de curtido, que como se puede observar en la Tabla 2, sobrepasa por mucho el valor reglamentado de 0,5 mg/L, máximo permitido, con un valor de 2.307 mg/L.

El cromo se encuentra entre los oligoelementos más tóxicos liberados a las aguas superficiales y subterráneas debido a su uso generalizado en aplicaciones industriales, tales como el curtido de cuero (Jin et al., 2016). Su uso en los procesos de curtido se debe a que mantiene una estabilización permanente de la matriz de la piel para evitar la descomposición de esta por acción microbiana, además, de que le proporciona un color azul-verde característico, convirtiéndolo en el tipo de cuero wet-blue con mayor exportación a países del continente europeo y asiático, generando ingresos de hasta 70 millones de dólares al año según datos del DANE en el año 2015 (Alcaldía de Bogotá, 2015; Belay, 2010; González Pachón, 2019).

Tratamientos de carga residual actuales y tratamientos futuros

La mayoría de las industrias curtidoras del sector de San Benito no cuentan con un procedimiento adecuado para el tratamiento de cromo en las aguas residuales que son vertidas en el río Tunjuelito. Un ejemplo de esto es el requerimiento de aproximadamente entre 700 g y 900 g de sal de cromo (Cr(OH)SO_4 al 25%) para el curtido de una sola piel sin pelo (dimensión del cuero de 4-5 m², con calibre entre 1,0 a 2 mm). Para un lote de 100 pieles, se requiere de aproximadamente 48-50 kg de la sal, y para la producción de 33.000 pieles que es la cantidad estimada para un mes de trabajo, se requiere de aproximadamente 300 ton de la sal de cromo, con un coste aproximado de COL\$100'000.000 sin contar con los demás reactivos propios del proceso de curtido. Proporcionalmente, con el

elevado uso de sales de cromo, se obtiene una elevada cantidad resultante de cromo en las aguas residuales de las curtiembres, dependiendo de los procesos de cada microempresa, se pueden obtener muestras con concentraciones de cromo que varían entre 2.000 y 8.000 mg/L (Ortiz Penagos, 2013).

En contraste, estas microempresas del sector buscan alternativas para la reducción de la carga residual a través de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) (Carreño et al., 2016) mediante procesos físicos, químicos y biológicos simples, que si bien ayudan a remover parte de la carga de residuos

sólidos gruesos y grasas, no incluyen los demás componentes como son los metales pesados, principalmente el cromo. De forma resumida, en la Tabla 3 se presentan los procesos físicos, químicos y biológicos existentes en una PTARI de Bogotá para el tratamiento de aguas residuales de curtiembres (Pérez, 2018; IDEAM, s.f.; Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Tabla 3. Tratamientos de aguas residuales.

Método	Descripción	Etapas del tratamiento
Físicos: son aquellos en los que predominan las acciones de las fuerzas físicas.		
Desbaste	Se enfoca en la eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción, es decir, mediante retención en la superficie. Esto se realiza mediante el uso de rejillas.	Preliminar
Trampa de grasas	Se separa las grasas no emulsionadas de los componentes ligeros del agua residual.	Preliminar
Flotación	Fuerza la entrada de aire en el agua residual para que los sólidos suspendidos más livianos asciendan a la superficie para ser removidos. Este proceso hace que los lodos activados tengan un mayor espesor.	Preliminar
Sedimentación	Separa los sólidos del agua en un tanque, que por el tiempo de retención permite la precipitación de los mismos.	Primario
Filtración	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales, mediante mallas o filtros.	Preliminar
Químicos: son procesos en donde la eliminación y conversión de los contaminantes se consigue mediante la adición de sustancias químicas.		
Mezclado/ Desarenador	Mezcla de productos químicos y gases con las aguas residuales, separando las arenas y las partículas más pesadas que los sólidos controlando el tiempo de retención.	Preliminar
Coagulación	Se añaden productos químicos como el sulfato o cloruro de aluminio a las aguas residuales para que los sólidos en suspensión se adhieran los unos a los otros y precipiten.	Primario
Precipitación química	Uso de compuestos químicos que permitan la eliminación de fósforo y mejore la eliminación de los sólidos	Primario
Desinfección	Mediante compuestos clorados, realizar la eliminación de organismos patógenos que sean causantes de enfermedades.	Primario

<p>Biológicos: la eliminación de los contaminantes se realiza mediante a la actividad biológica de algunos microorganismos que asimilan la materia orgánica presente en las aguas residuales.</p>		
<p>Lodos activados</p>	<p>En este proceso se remueve la materia orgánica, mediante el uso de microorganismos que forman partículas gelatinosas de lodo y estas quedan suspendidas en un tanque de aireación y reciben oxígeno para posteriormente ser sedimentadas.</p>	<p>Secundario</p>
<p>Nitrificación/ desnitrificación</p>	<p>Para la remoción del nitrógeno se realiza la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato (nitrificación). Mediante la reducción, el nitrato es convertido a nitrógeno (desnitrificación) que es emitido a la atmósfera. Principalmente se realiza con microorganismos que tengan un metabolismo con base al nitrógeno.</p>	<p>Terciario</p>

Se ha documentado que en algunas de las empresas curtidoras, se han implementado métodos químicos para la remoción de cromo de las aguas residuales, mediante el empleo de floculantes (aglutinadores de sólidos) como el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), cloruro férrico ($FeCl_3$), hidroxiclорuro de aluminio ($Al_2(OH)_5Cl_2$) (Ortiz & Carmona, 2015).

Recientemente, la búsqueda de nuevas alternativas para el tratamiento de vertimientos del sector del curtido en países del viejo continente, mediante estudios en el campo de la nanotecnología, donde el control y reestructuración de la materia a niveles atómicos y moleculares en el rango de 1 a 100 nm, explota las propiedades y fenómenos a esa escala, destacando propiedades como el área superficial específica, la alta reactividad en procesos químicos y una gran resistencia mecánica, siendo de mayor uso compuestos con base en carbono, metales, óxidos metálicos y materia orgánica (Bhushan, 2017; Hasan, 2015; Liu et al., 2019).

Algunos de los estudios realizados en nanotecnología para la remediación de aguas residuales en procesos industriales se basan en el uso nanopartículas, por ejemplo, Senić et al. (2011) implementaron y aplicaron las nanopartículas de TiO_2 para obtener textiles inteligentes auto descontaminantes como una solución que ayude a mitigar la contaminación química producida por los tintes y colorantes en la

industria, . Dong et al. (2015), estudiaron varios fotocatalizadores, incluidos CdS , SnO_2 , WO_3 , SiO_2 , ZnO , Nb_2O_3 , Fe_2O_3 , siendo los fotocatalizadores de TiO_2 los más conocidos entre los óxidos metálicos por su alta eficiencia y bajo costo, estabilidad física y química, disponibilidad generalizada y propiedades no corrosivas para la degradación de contaminantes orgánicos como colorantes presentes en aguas residuales industriales .

Ren et al. (2017), realizaron un estudio de adsorción de $Cr(VI)$, utilizando nanopartículas de magnetita porosa sintetizadas a través de la reducción de residuos de titanio, realizando pruebas de adsorción / desorción por ciclos y donde clasificaron estas nanopartículas como un nanomaterial quimisorbente. La complicación de este tipo de material es que requiere de diluyentes que cambien la conformación de la nanopartícula para liberar los iones de cromo y a su vez para reordenar la conformación de esta.

Sobhanardakani et al. (2017) mencionan la síntesis de nanopartículas de magnetita funcionalizadas con TiO₂ y SiO₂ para la eliminación de iones de Cd (II), Hg (II) y Ni (II) de muestras de agua. Además, estas nanopartículas pueden separarse rápida y fácilmente usando un magneto antes y después del proceso de adsorción. Y los estudios de desorción mostraron que las nanopartículas de TiO₂ / SiO₂ / Fe₃O₄ podrían regenerarse fácilmente usando eluyentes.

La evidencia de estos estudios demuestra que las posibilidades que brinda la nanotecnología mediante la manipulación a pequeña escala de los materiales son una alternativa para la remediación de aguas residuales industriales provenientes de las curtiembres, y se pueden aplicar en nuestro medio para la reducción de la concentración de metales pesados y residuos orgánicos, mitigando el impacto ambiental en los ecosistemas hídricos de ríos como el río Tunjuelito y el río Bogotá. La aplicación de estos métodos nanotecnológicos podría tener una eficiencia cercana al 100%, ya que la mayoría de los estudios

descritos anteriormente, relacionan la cantidad de remoción del metal, en medios simulados, por lo que falta un mejor entendimiento de estos materiales en relación a los diversos factores del vertido de las aguas residuales industriales que incluyen el pH, así como la interacción con compuestos orgánicos como nitritos y fosfatos.

Implementar la nanotecnología en Colombia, es uno de los avances en el campo de las ciencias que permitiría dar solución a problemáticas cotidianas relacionadas con el ambiente, además de que el fortalecimiento por parte de los entes gubernamentales para el estudio y avance de la ciencia y tecnología en el país, es un paso más que nos llevaría al desarrollo de procesos sostenibles y sustentables, aumentando la productividad económica sin dejar de lado que abriría un nicho de mercado completamente nuevo para el desarrollo y producción de materiales nanoestructurados mediante la innovación, alcanzando así productos de un mayor valor agregado.

Agradecimientos

Al semillero de investigación NanoMat integrado por estudiantes y docentes de la UAN que promueve la capacidad investigativa y creativa de sus integrantes, alrededor de los temas correlacionados con los nanomateriales y su aplicación (nanotecnología), mediante la implementación de proyectos de investigación que se encuentren relacionados con el empleo, fabricación y aplicación de nanomateriales que den respuesta a soluciones o retos en el ámbito regional, nacional e internacional.

Referencias Bibliográficas

- OAB (2015). Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque en vertimientos y residuos. Bogotá. Observatorio Ambiental de Bogotá. Recuperado de: [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=2891].
- Archivo Semana (2016). La contaminación del río Bogotá impide aprovechar su potencial. Recuperado de: [<https://www.dinero.com/economia/articulo/la-contaminacion-del-rio-bogota-impide-aprovechar-su-potencial/226565>].
- Barros, J. (2020a). Río Bogotá, un guerrero ancestral que espera su renacer. Semana Sostenibilidad. Recuperado de: [<https://sostenibilidad.semmana.com/actualidad/articulo/rio-bogota-un-guerrero-ancestral-que-espera-su-renacer/49052>].
- Barros, J. (2020b). ¿Por qué la cuenca media es la que más contamina al río Bogotá y cómo recuperla? Semana Sostenibilidad. Recuperado de: [<https://sostenibilidad.semmana.com/medio-ambiente/articulo/por-que-la-cuenca-media-es-la-que-mas-contamina-al-rio-bogota-y-como-recuperla/49548>].
- Belay, A. A. (2010). Impacts of Chromium from Tannery Effluent and Evaluation of Alternative Treatment Options. *Journal of Environmental Protection*, 1, pp. 53-58. DOI: [<https://doi.org/10.4236/jep.2010.11007>].
- Bhushan, B. (2017). Introduction to nanotechnology. Springer Handbooks. Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-54357-3_1].
- Bralower, T. & Bice, D. (2019). Distribution of Water on the Earth's Surface | EARTH 103: Earth in the Future. Retrieved from: [<https://www.e-education.psu.edu/earth103/node/701>].
- CAR (2018a). Río Bogotá. Recuperado de: [https://www.car.gov.co/rio_bogota].
- CAR (2018b). Río Bogotá. Problemática. Recuperado de: [https://www.car.gov.co/rio_bogota/vercontenido/5].
- Cardona Pérez, V. (2018). Plantas de tratamiento de aguas residuales del río Bogotá generan gases de efecto invernadero. Universidad Central. Recuperado de: [<https://www.ucentral.edu.co/noticentral/plantas-tratamiento-aguas-residuales-del-rio-bogota-generan-gases-efecto-invernadero>].
- Carreño Sayago, U. F., Perez, J. J., Cote Montañez, D. & Agatón, A. L. (2016). Modelación de un sistema de lodos activados en el sector de las curtiembres de San Benito Bogotá. *Producción + Limpia*, 11(2), pp. 9-21. DOI: [<https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a1>].
- Cristancho Montenegro, D. L., Pinto Hernández, L. M. & Tique Hilarión, J. S. (2019). Evaluación de la eficiencia de un sistema de electrocoagulación en los vertimientos de curtiembres en el sector de Villapinzón (Cundinamarca). *MUTIS*, 2, pp. 34-48. DOI: [<https://doi.org/10.21789/22561498.1590>].
- IDEAM (s.f.). Documentación IDEAM. Recuperado de: [<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021318/03TextoCompleto.pdf>].
- Dong, H., Zeng, G., Tang, L., Fan, C., Zhang, C., He, X. & He, Y. (2015). An overview on limitations of TiO₂-based particles for photocatalytic degradation of organic pollutants and the corresponding countermeasures. *Water Research*, 79, pp. 128-146. DOI: [<https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2015.04.038>].
- Estupiñan, K. (2018). Curtiembres selladas en San Benito. Alcaldía de Bogotá. Recuperado de: [<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/curtiembres-selladas-en-san-benito>].
- Franco González, N. G., Clavijo Rios, C., Niño García, S. L. & Salazar Neira, J. C. (2017). Boletín del índice de calidad del agua en corrientes superficiales "ICA" 2017. Recuperado de: [<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ada16a46c9f6.pdf>].
- García Muñoz, O. E. & Ramírez Rodríguez, L. N. (2019). Evaluación de una propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales de curtiembre y marroquinería F.B. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C. Recuperado de: [<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7378/1/6132093-2019-1-IQ.pdf>].
- González Pachón, L. A. (2019). Gestión para mitigar los impactos ambientales generados por las curtiembres de Bogotá con el fin de concientizar sobre el cambio climático. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de: [<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/21130/GonzalezPachonLuzAngelica2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>].

- Hasan, S. (2015). A Review on Nanoparticles: Their Synthesis and Types. *Research Journal of Recent Sciences* (Vol. 4).
- Hernández, E. (2018). Criterios de Implementación ISO 14001: 2015. Caso de estudio Sector Curtiembres. Recuperado de: [<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/19108/80245223.pdf?sequence=1&isAllowed=y>].
- Alcaldía de Bogotá (2019). Información de Bogotá en 2019. Recuperado de: [<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/turismo/informacion-de-bogota-en-2019>].
- Jin, W., Du, H., Zheng, S. & Zhang, Y. (2016). Electrochemical processes for the environmental remediation of toxic Cr(VI): A review. *Electrochimica Acta*, 191, pp. 1044-1055. DOI: [<https://doi.org/10.1016/J.ELECTACTA.2016.01.130>].
- Latorre Torres, D. F. (2014). Diagnóstico ambiental y programa de control y seguimiento al sector curtiembres del barrio San Benito de la ciudad de Bogotá. Universidad de La Salle, Bogotá. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=maest_ingenieria].
- Liu, L., Luo, X.-B., Ding, L. & Luo, S.-L. (2019). Application of Nanotechnology in the Removal of Heavy Metal From Water. *Nanomaterials for the Removal of Pollutants and Resource Reutilization*. Elsevier Inc. DOI: [<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814837-2.00004-4>].
- MADS (2018). Resolución N° 0883 de 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ortiz, N. E. & Carmona, J. C. (2015). Aprovechamiento de cromo eliminado en aguas residuales de curtiembres (San Benito, Bogotá), mediante tratamiento con sulfato de sodio. *Revista Luna Azul*, 40(enero-junio), pp. 117-126. DOI: [<https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.9>].
- Ortiz Penagos, N. E. (2013). Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente. Universidad de Manizales. Recuperado de: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1076/Ortiz_Penagos_Nidia_Elena_2013.pdf?sequence=1].
- Pinilla Arbeláez, D. E. (2014). Precipitación de cromo y reutilización del agua de vertimientos de curtiembres de San Benito (Bogotá). Universidad Santo Tomás. Recuperado de: [<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2647/2014danielpinilla.pdf?sequence=4&isAllowed=y>].
- POMCA (2016). Ajuste del plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Bogotá. Bogotá: CAR.
- Ren, G., Wang, X., Huang, P., Zhong, B., Zhang, Z., Yang, L. & Yang, X. (2017). Chromium (VI) adsorption from wastewater using porous magnetite nanoparticles prepared from titanium residue by a novel solid-phase reduction method. *Science of the Total Environment*, pp. 607-608; 900-910. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.103>].
- Secretaría Distrital de Ambiente (s.f.). Guía conceptual sobre la Ptar Salitre. Recuperado de: [https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/PTAR/guia_concPTARSalitre.pdf].
- Senić, Ž., Bauk, S., Vitorović-Todorović, M., Pajić, N., Samolov, A. & Rajić, D. (2011). Application of TiO₂ nanoparticles for obtaining self-decontaminating smart textiles. *Scientific Technical Review*, 61(3-4), pp. 63-72. Retrieved from: [<http://www.vti.mod.gov.rs/ntp/rad2011/34-11/8/08.pdf>].
- Sierra García, S. C. (2018). Environmental effects generated by the discharges of the leather tanning industries: implications in the high basin of the bogotá river. Recuperado de: [<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17868/SierraGarciaSoniaCarolina2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>].
- Sobhanardakani, S. & Zandipak, R. (2017). Synthesis and application of TiO₂/SiO₂/Fe₃O₄ nanoparticles as novel adsorbent for removal of Cd(II), Hg(II) and Ni(II) ions from water samples. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(7), pp. 1913-1925. DOI: [<https://doi.org/10.1007/s10098-017-1374-5>].
- Vásquez Daza, L. (2012). Las curtiembres en el Barrio San Benito de Bogotá. Un análisis bioético en la perspectiva de Hans Jonas. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: [<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/2144>].
- Yang, J., Hou, B., Wang, J., Tian, B., Bi, J., Wang, N. et al. (2019). Nanomaterials for the Removal of Heavy Metals from Wastewater. *Nanomaterials*, 9(3), p. 424. DOI: [<https://doi.org/10.3390/nano9030424>].



Diálogos

Una vida de enseñanzas

Por Andrés Valderrama Rincón

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
joavalderrama@uan.edu.co



Fotografía de Joaquín Valderrama.

El profesor José Joaquín Valderrama, matemático de la Universidad Nacional de Colombia y magíster de la misma universidad, lleva 38 años vinculado a la UAN, y cerca de 43 años dedicado a la enseñanza. Ha sido protagonista directo de la historia de la universidad. Ha estado vinculado a las olimpiadas colombianas de matemáticas desde sus inicios, en los años 80, siendo líder y colíder de los equipos que representaron a Colombia en las olimpiadas internacionales que tuvieron lugar en España, Uruguay, Perú, Cuba, Costa

Rica y Nicaragua, entre otros. Fue nombrado presidente del comité de jurados, tanto en la LIV Olimpiada Internacional de Matemáticas, como en la XI Olimpiada Matemática de Centroamérica y el Caribe, llevadas a cabo en Colombia. En su labor dedicada a la Facultad de Ciencias, ha desempeñado el cargo de director del departamento de Matemáticas durante 10 años. En 2012 recibió un homenaje por parte de la Universidad Antonio Nariño a toda una vida de servicio.

En la revista *Saywa* hacemos un reconocimiento a esta gran labor de toda una vida de enseñanzas y hablamos con él acerca de sus experiencias de vida, sus inicios en la labor docente y sobre cómo ha sido su paso por la Universidad.



El profesor José Joaquín Valde-rama, matemático de la Universidad Nacional de Colombia. 38 años vinculado a la UAN.



Graduación Maestría Universidad Nacional De Colombia.

¿Cuánto tiempo lleva dedicado a la labor docente?

Llevo dedicado prácticamente toda la vida a la labor docente. Yo no hice bachillerato, yo soy normalista de la Escuela Normal Superior de la Salle (la escuela normal es aquella que se especializa en la formación de maestros para la educación primaria). En ese tiempo, en lo que sería cuarto de bachillerato, nos daban clases de pedagogía. En quinto nos llevaban a las escuelas cercanas para observar las clases. Ya para el grado sexto, teníamos que dictar clases durante el primer mes a un curso de primaria y luego ir rotando. Desde ese entonces vengo siendo maestro.

38 años vinculado a la UAN y cerca de 43 años dedicado a la enseñanza

¿Por qué decidió convertirse en profesor?

Realmente en esa época no tenía mucho de dónde escoger y cuando uno no tiene mucho de dónde escoger, en donde le sale a uno la oportunidad de ahí se agarra. A mí se me dio la oportunidad de estudiar allí –en la escuela normal– que era un internado y era mucho mejor estar allá que en mi casa, donde la vida era un poco difícil. Allí le daban a uno libros, comida, hospedaje, una vida mucho mejor. Además, se compartía con muchachos de mi misma edad y me pareció todo muy bueno, realmente lo disfruté. En el internado lo enfocaban a uno a ser profesor, a ser maestro. El título que uno recibía era título de Maestro.

¿Cree usted que debe haber una vocación para este trabajo o la vocación se hace?

Yo creo que lo de ser maestro es equivalente a ser papá o ser mamá, algo que todo el mundo hace en mayor o menor grado. A uno les gusta más, a otros menos. Pero no conozco una sola persona que en su vida no le haya enseñado algo a alguien. Que cuando él sepa hacer algo que otra persona no sabe hacer no le dé por ir



Olimpiadas Matemáticas.

a decirle como se hace. Enseñar es algo que es natural. Para mí se fue volviendo una profesión, que parecía bastante humilde, pero es una profesión que nunca me abandonó, jamás estuve sin trabajo. Cada vez que yo sopesaba entre ser ingeniero y ser maestro...

Yo nunca tuve la oportunidad de ser ingeniero, porque los que salíamos en ese tiempo de normalistas para hacer una ingeniería nos tocaba validar el bachillerato, que era como devolverse. Yo ingresé a la Universidad Nacional a estudiar Licenciatura en Matemáticas, carrera que acabaron. Al acabarse la carrera nos dieron la opción de cambiarnos, algunos se fueron a las ingenierías, y yo lo alcancé a pensar, aunque no mucho, puesto que en esa época yo ya trabajaba como maestro en la Escuela Antonio Ricaurte, en el barrio San Carlos, cerca al río Tunjuelito, el que se desbordaba a cada rato. Lo que yo proyecté es que ya estando con el empleo lo mejor era seguir meterle toda a lo que ya tenía. Tenía la convicción y cuando uno se agarra de algo no se suelta, al contrario, se afianza más. Cuando las oportunidades son escasas la que se presenta hay que tomarla, más allá de si es mi vocación, la oportunidad hace la vocación, también las ganas de querer hacer las cosas, las ganas de progresar. No puede uno simplemente correrse porque tiene alguna dificultad, tiene que luchar, que lo vengzan en la lucha y ahí

vemos que pasa. Entonces yo seguí en la matemática. Además, se me facilitaba, veía que era mejor que mis compañeros, y entonces yo dije: “Bueno aquí la lucha está buena”.

¿Qué cualidades considera que deberían tener los docentes universitarios?

El docente debe, a través de su trabajo, inculcarle a los estudiantes la responsabilidad y el esfuerzo. Que ellos vean que su trabajo se ve reflejado en sus notas y en sus resultados y que el esfuerzo que hace la persona se le reconozca. Y es lo que ellos piden. Estar muy pendiente del rendimiento de los estudiantes, independiente de si es el mejor o no. Mirar la actitud. Si va a clase, si hace sus trabajos, tener eso en cuenta a la hora de las evaluaciones. Yo tuve una experiencia un poco complicada en la universidad. Tenía una materia de estadística que me programaron de 11 a 1. Yo tenía que entrar a la escuela donde trabajaba en San Carlos a las 12 y 30. Entonces, entraba a las 11 a la clase y a las 12 tenía que salir corriendo a tomar el bus para tratar de llegar a las 12 y 30 a la escuela, un trayecto largo. Por esta razón, yo no podía asistir mucho a esa clase y no me estaba yendo muy bien. En una ocasión tuve una evaluación que empecé a resolver. Se me fue acabando el tiempo y le dije a la profesora que estaba en crisis, que tenía una crisis nerviosa tenaz, que no podía casi escribir. ¿Usted cree que me puso cuidado? Me dijo, mire a ver que puede hacer.

Que ellos vean que su trabajo se ve reflejado en sus notas y en sus resultados y que el esfuerzo que hace la persona se le reconozca.



En 2012 recibió un homenaje por parte de la Universidad Antonio Nariño a toda una vida de servicio

¿Y qué podía hacer? Nada. A veces uno como profesor no tiene en cuenta la situación de sus estudiantes. Así como se le presenta a uno le puede pasar a los demás. No es que yo fuera vago, no es que no quisiera asistir a clase, es que estaba en una situación complicada por mi trabajo. O trabajaba para comer y estudiar, o me quedaba en la clase y sin trabajo. No había elección. Eso me quedó como una experiencia fuerte que me marcó mucho la vida. Por eso siempre observo el esfuerzo de mis estudiantes y estoy pendiente de colaborarles en todo lo que pueda.

¿Cuál ha sido la mayor satisfacción que le ha dado su rol de docente?

Para mí la docencia ha sido toda mi vida. La mayor satisfacción, la que yo más recuerdo, fue recién terminé la carrera de matemáticas en 1982. Yo estaba trabajando en el distrito, en primaria, y apenas se enteraron de mi graduación me pasaron inmediatamente a bachillerato, al JOMAC. Allí trabajé durante 5 años. Un día estaba en el apartamento descansando, cuando me llamaron y era el doctor Ricardo Losada (fundador de la Universidad Antonio Nariño). Me dijo: “Hola Joaquín, quiere dictar un curso de cálculo en la Nariño?”. Yo le dije: “Con mucho gusto, si usted me da la oportunidad”. Yo nunca pedí trabajo, me lo ofrecieron. Yo conocía al doctor Ricardo de la Universidad Nacional, no fue profesor mío pero era del departamento y charlábamos. Si fui estudiante de la doctora María Falk de Losada. El primer curso que me dictó fue álgebra lineal. Ella en las clases clasificaba los parciales, al que sacaba la nota más alta lo llamaba el alumno estrella. Yo alcancé a ser el alumno estrella en varias oportunidades, por eso ella me tenía en cuenta.



Olimpiadas Matemáticas equipo internacional.

En otra oportunidad estaba en un curso de historia de las matemáticas. En esa época estaba el doctor Losada construyendo la sede sur de la Universidad, y la doctora María salía de dictar clase de la universidad, en su carrito, un Citroën blanco, y ella salía de clase a llevarle almuerzo al doctor Losada. Era duro. Eso (la universidad) no apareció de un momento a otro. Dio la casualidad que ese día cuando llegó a trabajar se le pinchó el carro. Estábamos entonces en el salón 65 estudiantes, al menos 50 hombres. La profesora María preguntó si alguien le podía hacer el favor de ayudarle a cambiar una llanta, que ella no tenía tanta fuerza. Se acabó la clase, y yo no la conocía mucho. Yo salí detrás de ella despacito, llegó ella a su carro y le dije “doctora yo nunca he cambiado una llanta, pero si usted me dice miramos como le ayudo”. Nadie más se ofreció, ni la más mínima ayuda. Desde ese entonces tenemos cierto cariño, ella siempre me ha tenido en cuenta para muchas cosas. Yo vivo muy agradecido con ella, con el doctor Losada y la familia Losada, he sido muy estimado y eso me alegra mucho, es una satisfacción muy grande.

¿Cómo fue su ingreso a la Universidad Antonio Nariño?

Cuando la doctora María me dictaba clase ellos estaban construyendo la sede sur de la Antonio Nariño. Es curioso, el doctor Losada llegaba a las 7 de la mañana a la sede sur, se ponía su traje de obrero y echaba cemento, echaba pintura, colocaba cables. Él sabía de todo, mampostería, construcción. Construyó con sus manos los primeros salones de la sede sur. Por la tarde, tipo 5 y 30, cuando salían los obreros, él iba, se bañaba, limpiaba la mesa, le ponía un mantel y empezaba a ser el rector. De día era obrero y por la noche él era rector. ¿Cómo le parece? En la misma mesa donde se paraba a echar pintura. Es bonito ver lo que las personas logran con el esfuerzo, la dedicación, la tenacidad. Lo fundamental es eso, haga las cosas y hágalas con gusto, y siempre sea constante. Yo los admiraba mucho. Yo admiraba mucho a la doctora María. Yo trabajé con ella en las olimpiadas matemáticas desde 1982. Empecé ayudando a corregir los exámenes de las olimpiadas, y a escribir la columna del espectador de las olimpiadas colombianas de matemáticas. La doctora María trabajaba tanto que me preocupaba mucho que no lograba darle la talla. La capacidad de trabajo que tiene es impresionante. Ella prácticamente producía casi el doble de lo que yo producía y eso me preocupaba, no lo entendía, aún lo hace, es impresionante.



Olimpiadas Matemáticas en España.

“Con mucho gusto, si usted me da la oportunidad”. Yo nunca pedí trabajo, me lo ofrecieron.

¿Desde su experiencia, cómo ha sido el crecimiento de la universidad a lo largo de estos años?

Yo entré en el año 1984. En ese entonces las carreras que había eran ingeniería de sistemas, electrónica y civil. Entre 1984 y 1990 se abrieron casi todas las carreras que existen en la actualidad y llegaban muchos estudiantes. De 1995 al 2000, cuando empezamos a ocupar la sede de la circunvalar, teníamos en la mañana grupos de cálculo paralelo de 50 estudiantes, 2 grupos de ingeniería de sistemas, 3 de ingeniería electrónica. Ambas carreras muy fuertes, 2, 3 y hasta 4 grupos. Hubo un momento en donde había tantos estudiantes que a cada que alguno llegaba a clase lo único que podía decirle era: si puede conseguir una silla hágase acá. Eran muchos estudiantes y la universidad hasta ahora se estaba terminando de construir. Cada vez que se completaba un salón, inmediatamente se llenaba de estudiantes.



Premiación Olimpiadas Matemáticas.

La primera universidad que tuvo internet para los estudiantes fue la Antonio Nariño. Tenía tan buen internet que un estudiante le vendió el derecho al Banco de Colombia para que ellos pudieran usar el internet de la universidad. Eran líderes en sistemas y en cuestiones de internet. También fueron los primeros en tener computadores para estudiantes. En su mayoría de equipos de Apple. Eran muy fuertes en eso. El despegue de sistemas y electrónica fue impresionante. Eran facultades supremamente grandes.

¿Siente que ha habido cambios en los estudiantes a lo largo de los años?

El cambio normal que se ha venido presentando con las reformas educativas. Sí han cambiado. Al comienzo la universidad era muy exigente, el nivel era supremamente alto. Era comparable al nivel de la Universidad Nacional y ellos respondían. Venían del proceso de formación de la que hacíamos parte con mi generación, en el que cuando era a estudiar, era a estudiar. Nadie se atrevía a decirle al profesor que tenía mucho trabajo. En la UAN pasaba igual. Ya con las reformas se han dado cambios radicales. En estos momentos uno está más pendiente de los estudiantes. Podría decirse que es una educación un poco más humana. Antes solo se preocupaban por los resultados. Ahora ya toca estar más pendientes de los alumnos. En alguna oportunidad con el profesor Jairo Correa, que ya murió, estábamos en la oficina y me dice Jairo: “Mire, ese estudiante que viene allá trae un trabajo que debió entregármelo ayer. Mire, ahí lo trae, ¿qué le hago?” Yo le dije: “Recíbase el trabajo, porque además de que lo hizo él viene ilusionado de que algo recupera. Dígame que le pone 3 o que le pone un punto menos, no importa. Él se va feliz y usted también. Pero si usted le dice que el trabajo era para ayer que ya no se lo recibe entonces arranca usted a pelear con el estudiante y él no va a salir feliz. Recíbaselo y se van felices todos”. Esa es la situación en la que hemos estado evolucionando, de entender un poco más al estudiante y valorar su esfuerzo. Uno no sabe que problemas hay detrás de no entregar su trabajo. A veces dicen la verdad, a veces no, pero asuma siempre que dicen la verdad, no se afane por eso.

¿Cambiaría algo en el modelo académico actual?

Modelo académico, modelo pedagógico, yo estudié en la escuela normal y debería ser afín a estas cosas, pero le contestaría como Takeuchi le contestó a un profesor en una de sus conferencias. Dijo el profesor: “Profesor Takeuchi por qué no nos enseña cómo es que usted dicta sus clases, porque son muy didácticas, muy buenas”. Él dijo: “Yo no lo puedo hacer, no sabría cómo hacerlo. Pero si a usted le gusta lo que yo hago míreme y trate de hacer lo mismo”. En ese sentido las teorías pedagógicas se van fusionando a la forma como uno las interpreta y el resultado es óptimo entre mejor uno interprete esas teorías. Pero decir que una teoría por si sola es la mejor no es posible. No hay ninguna teoría, ningún modelo que diga, este si es el definitivo. Los modelos todos son buenos, son como un libro de filosofía. Usted lee un libro de filosofía y dice: “Uy sí, este tiene la razón, cambia de autor y el otro también tiene la razón, todos tienen algo de razón y todos dicen cosas distintas. Así pasa”.



Foto familiar en el grado de Doctorado en la Universidad de Cornell, de su hijo Juan Daniel Valderrama Rincón.

¿Algún consejo que le pueda dar a los profesores con base en su experiencia?

En este momento es fijarse mucho en el estudiante. En lugar de prevenirse de que le estén haciendo trampa o diciendo mentiras tratar de mirar en qué lo puede hacer mejor. Preocuparse más por que el estudiante aprenda, insistirle, de manera que para su vida le sea útil. A veces en matemáticas, por ejemplo, los ejercicios muy difíciles no son didácticos por la misma dificultad. Crea pánico, miedo. Cuando la teoría es nueva, es bueno lograr que la teoría se afiance con ejercicios sencillos muy aplicados a la teoría. Cuando yo salí de la Nacional, como la cosa era tan compleja

y tan dura, uno empieza a exigir a ese nivel y a preguntar problemas que son difíciles tratando que ellos los hagan y uno se pone muy feliz cuando los hacen. Pero en el proceso hay mucha gente que se va muriendo y no tiene por qué ser así. La idea no es que muchos mueran, sino que muchos sobrevivan. Uno al cabo está dando unas bases que le deben servir a todos, independiente de si es el más capaz o no, y esa debería ser la idea fundamental. Maltratar al estudiante no está bien de ninguna manera.

Y un consejo para los alumnos...

Que hagan lo que yo hice. Cuando tenga una oportunidad no la suelte. Trabaje hasta que salga al otro lado. Lo que usted tiene, valórelo y agárrelo duro. Eso es lo que le va a solucionar la vida, su futuro. No puede concentrarse solo en las cosas que usted no tiene, eso le produce problemas psicológicos. Estar añorando lo que no puede tener no es sano para la mente. La forma de tener una vida sana es que la oportunidad que tenga la tome, la aproveche y se afiance en ella para buscar nuevas oportunidades.





Proyección social

El Teatro y la Danza en la construcción de relatos de ciudad



Fotografía de Claudia Guío.

Claudia Alexandra Guío Garzón

Licenciada en Humanidades y Lengua Castellana.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Magíster en Comunicación Educación. Universidad
Distrital Francisco José de Caldas.
caguio@educaciónbogota.edu.co

Palabras clave:

Teatro, Danza, Jóvenes, Adultos mayores, Cuerpo, Relatos, Ciudad, Historia.

Resumen

El teatro y la danza como medio de transformación de realidades en un contexto de vulnerabilidad, bajo una propuesta de concepción del cuerpo y las historias de vida de jóvenes y adultos mayores que enriquecen los relatos de ciudad. Una experiencia que arroja como resultado el rompimiento de paradigmas, de ataduras de violencia, vicio y muerte que afectan tanto las formas de pensamiento como las maneras de ser y estar en un contexto de ciudad, logrando la proyección de seres humanos que sin importar la edad le aportan a la sociedad y a las generaciones venideras una oportunidad para enfrentar la vida; no sin dificultades, pero si con herramientas más favorables para sortearlas.

“Los otros hombres jamás son para mí puro espíritu: sólo los conozco a través de sus miradas, sus gestos, sus palabras, en resumen, a través de su cuerpo”.

Merleau-Ponty

Al hablar de artes escénicas y danza habitualmente lo relacionamos con el entretenimiento, con el espacio que permite reconocer el valor artístico, la magia de la caracterización escénica, con la identificación de las realidades de vida representadas. Esto desde luego desde una óptica de espectador, pero también como agente participante con el ejercicio muchas veces incipiente de las aulas y como recurso de participación en fechas especiales en la etapa escolar. No podemos desconocer que dicho ejercicio cumple su objetivo, pero la práctica teatral y la danza fuera del contexto escolar nos ofrecen un sinnúmero de posibilidades de aprendizaje porque hay una serie de elementos que no se evidencian a simple vista y que son consecuencia de ellas, pues afectan las formas de pensamiento en las personas, su manera de comprender la realidad y la aceptación de la misma para modificarla.

De ahí, nace esta experiencia que es producto de la observación de la realidad social de un sector vulnerable de la ciudad. Para entonces, surgían algunos cuestionamientos que se convirtieron en retos: ¿Cómo ser escuchado y cómo aprender a escuchar? ¿Qué herramientas podrían ser útiles para lograrlo? Así que pensamos en el arte; ya que en sus diversas formas llega hasta lo más profundo del ser humano y en primer momento, no se necesita de palabras, porque en sí mismo, ya está despertando sentimientos y emociones. Teatro y danza fueron entonces los elementos que se creyeron más útiles para el inicio de esta experiencia. Ahora bien, se debe comprender y tener en cuenta que los resultados a pesar de la magia del arte no se logran de un día para otro, sino que son un proceso que requiere de tiempo, voluntad y compromiso, que genera una recompensa invaluable al ver los resultados. Ciertamente no nos equivocamos.

Los protagonistas de esta historia

Estas consecuencias mencionadas anteriormente fueron determinadas gracias a la experiencia vivida con jóvenes y adultos mayores, del Rincón de Suba, sector Taberin, a

partir del año 2011 (Figura 1.) La caracterización de esta comunidad fue muy particular, porque en primer lugar los adultos mayores tenían la inquietud por retomar la alfabetización, bien sea porque no sabían leer ni escribir o porque deseaban retomar lo que habían aprendido hacia tantos años en la escuela. Y mientras se daba la formación académica, se sumaba la actividad física y las danzas, para luego dar paso a la huerta comunitaria, sin dejar de lado el acompañamiento de orden espiritual. (Después de haber fortalecido el grupo y el lugar de reunión los sábados en la mañana se le dio el nombre “Jojma” que significa “sabiduría”).



Figura 1. Los protagonistas de esta historia: Grupo de adulto mayor Jojma. (Sabiduría)

Pero también estaban sus nietos, sus vecinos adolescentes y jóvenes que los miraban con sorpresa y hasta con recelo; los abuelos siempre están en casa, cuidando nietos. Entre tanto, estos espectadores se encontraban a la espera de algo diferente, porque su condición de ser jóvenes no era garantía de nada, no había oportunidades que los hicieran participar verdaderamente como ciudadanos; no se podía decir que a través de las prácticas artísticas o deportivas e incluso religiosas se fundamentarían sus proyectos de vida, ya que estas tampoco les ofrecían el sustento

ideológico para ello. La realidad es que sigue siendo una constante, son pocos los intentos encaminados a abordar este sector, debido a la topografía del mismo, la inseguridad, la ley del silencio, el derrotismo de la misma comunidad. Figura 2. (a)

Muchos de los encuentros organizados en el sector tienen un trasfondo político y económico manejado por adultos, bajo figuras como Juntas de Acción Comunal, que encuentran en el dinamismo y entereza de los jóvenes una buena oportunidad para obtener del estado y de entidades privadas (ONG) ayudas económicas. Así que dichas actividades se convierten simplemente en formas de estar juntos, de pasar el tiempo, de generar espacios para el consumo de sustancia psicoactivas. No se pensaba en los aprendizajes que la ciudad y los modos de estar en ella. Entonces la definición del “ser joven” solo se hacía a través de la mirada de los adultos, y en el joven se plasmaban todos

La realidad es que sigue siendo una constante, son pocos los intentos encaminados a abordar este sector

los ideales de lo no realizado por sus padres, los temores heredados, las inseguridades plasmadas como tatuajes. O por el contrario en el olvido y desarraigo absoluto, cuando solo eran considerados como cuerpos que necesitaban ser alimentados y vestidos, no escuchados y menos amados o reconocidos. Así como lo menciona José Fernando Serrano en su artículo “Ni lo mismo ni lo otro: la singularidad de lo juvenil” Los jóvenes son como una “especie de moratoria vital” “son pero no son”, a esto hay que sumarle que son considerados como un periodo minado de problemas no solo para el sujeto sino para el adulto. (SERRANO A, 2011) pueden proporcionar. Figura 2. (b)



Figura 2. (a) Barrio Comuneros, del sector Suba Rincón.



Figura 2. (b) Barrio Taberin, sector de Suba Rincón.

Si bien es cierto, que se les dice que ellos son el futuro, en sectores como el Taberin, eso no es garantía de nada, por el contrario ser joven es el estigma que justifica la llamada “limpieza social”.

Observando esta realidad, se invitó al grupo juvenil existente en la parroquia del sector, para que hiciera parte del proyecto de investigación “El teatro como espacio donde los jóvenes a través del cuerpo expresan sus experiencias y aprendizajes en la ciudad”. En principio se mostraron escépticos debido al poco conocimiento que tenían sobre el teatro ya que lo relacionaban con actividades escolares o entretenimiento de élite. Sin embargo, al participar en los ejercicios de expresión corporal y el abordaje a sus historias de vida, hallaron el espacio para desahogarse por los dolores reprimidos durante años. La aceptación de sus vidas y los acontecimientos que las hacían particulares, fueron lo que les motivó a continuar e invitar a otros jóvenes del barrio.

Desde un comienzo el compromiso fue siempre el crecimiento personal y proyección para los que se sumaban a este tipo de actividades, sin importar la

edad. De hecho tanto los jóvenes como los adultos mayores experimentaron un aprendizaje recíproco al trabajar juntos en actividades lúdicas, entonces en el espacio de encuentro para los abuelos, se escuchan risas, melodías modernas que contagiaban sus cuerpos de energía y vitalidad.

Así como se bailó cumbia y joropo, también se bailó reggaetón y champeta; así como se declamaron coplas y versos así también se rapeaba. Cuerpo y palabra eran para ellos un territorio por explorar, las limitantes de edad se habían vencido, porque lo importante era compartir, aprender, enseñar. Este aprendizaje a su vez, afectó a la comunidad porque en sus actividades y presentaciones rompieron esquemas y paradigmas que la sociedad les había ido acomodando básicamente sin explicación alguna. Figura 3.

Para lograr nuestros objetivos, se hizo un acercamiento al teatro y la danza, no como a un texto cifrado que podíamos llegar a descubrir



Figura 3. Al ritmo del folclore colombiano se convirtieron en el centro de atracción para la comunidad, porque para la danza no hay edad.

La concepción del cuerpo en este entorno

De ahí que, el principal reto al que hubo que enfrentarse fue a la concepción de sus cuerpos como comunicación, como expresión. Para nadie es un secreto que la concepción del cuerpo está permeada por concepciones religiosas, económicas y morales que en nada aportan a la expresión y el aprendizaje, por eso, tanto jóvenes como adultos mayores admiten la subyugación y alienación que el sistema les impone y la ciudad permisivamente les ofrece. Bien sea por que los roles establecidos y los espacios están condicionados para ello, o porque las circunstancias de vida los llevan a no percibir que su cuerpo es algo más que un simple medio para estar o servir. Figura 4. (a)

En pocas palabras, dependiendo de lo que produzcan, de lo que vistan, de lo que exhiban; esos “cuerpos vitrina” que tarde o temprano, dejarán de ser atractivos y útiles. Funcionan como un televisor, celular o radio, porque se encienden, se apagan o desechan según la necesidad y capricho de otro, que por cierto tiene una percepción distorsionada del cuerpo, generando tendencias a la anorexia, bulimia y vigorexia; a la superficialidad y desconocimiento

de sí mismo en los jóvenes. En todos los casos, pareciera como si a estos cuerpos juveniles se les diera un escenario para protagonizar, pero no para dejar huella; pues lo que hoy es, mañana no será. Son protagonistas efímeros de realidades que se quedan como suspendidas en un limbo, pues por dolorosas o cuestionantes que sean, no tienen una explicación, nuestros jóvenes no tienen tiempo de pensarse, porque todos los días hay algo nuevo y a consecuencia de esto la “identidad juvenil”, su único referente de refugio, también se van modificando.

A su vez los adultos mayores, también se enfrentan al desprecio y vergüenza, debido a la tendencia estética de observar los cuerpos como objetos y a la vejez como sinónimo de fealdad, de inutilidad, de una carga en el hogar porque no les proporcionan un aporte económico importante y están llenos de achaques. Así que estos cuerpos llenos de vivencias y experiencias solo son necesarios para realizar los quehaceres del hogar, cuidar la casa y a los nietos. Resulta muy doloroso, pero básicamente se les condena a una muerte en vida, bien sea por el maltrato y el abandono de la familia o por la sobreprotección que no les permite relacionarse y salir de la rutina. Por eso cuando deciden participar en actividades artísticas, entonces son señalados y se les acusa de no haber madurado, de perder el tiempo, de hacer el ridículo. Figura 4 (b)



Figura 4. (a) Las historias de vida compartidas en el salón comunal del barrio Comuneros.



Figura 4. (b) Los encuentros del sábado en la mañana, espacios para aprender, enseñar y compartir en medio de las risas y porque no, también del llanto. (Casa de las hermanas Agustinas en Suba La aguadita)

Cuerpo que comunica y expresa

Para lograr nuestros objetivos, se hizo un acercamiento al teatro y la danza, no como a un texto cifrado que podíamos llegar a descubrir, sino como a un condensado de experiencias que generan una infinidad de interpretaciones: como la materialización estética de todo un sistema de creencias, valores, formas, aspiraciones, sensibilidades individuales y colectivas, que llevaban a enriquecer el proyecto de vida de los jóvenes y que permitían a los adultos mayores recordar sus historias y reconocer su valor en la sociedad, replantearse sus hábitos y generar cambios importantes en las dinámicas familiares y comunitarias.

Entre otras cosas, el reto de apostarle a la posibilidad de generar un espacio en el cual sintieran que los cambios físicos y emocionales; sin importar la edad, eran material invaluable en la construcción de sí mismos, que sus relatos y vivencias, sus sentimientos, sensaciones y conflictos interiores al ser puestos en escena eran un referente de identificación con el otro, nos permitió comprender todo un entramado histórico de violencia que hacía que las nuevas generaciones se encontrarán ante la posibilidad de ser repetidores de dichos actos violentos o de escribir un capítulo nuevo. En esta experiencia, los padres y abuelos aportaron sus relatos, sus historias de vida que enmarcaban el desplazamiento, la lucha por la supervivencia, el miedo por la delincuencia y la capacidad resiliente de sobrevivir ante semejante monstruo que podía llegar a ser la ciudad.

**Es así como
mediante la escritura
de biografías
encontramos un hilo
conductor de vidas
que se entramaban
entre sí, unidos por
la muerte, el vicio y
la amistad.**

Es así como mediante la escritura de biografías encontramos un hilo conductor de vidas que se entramaban entre sí, unidos por la muerte, el vicio y la amistad. Estos fueron los elementos esenciales para la creación de sus monólogos, en los que simplemente se hicieron espejo de la vida de tantos jóvenes que a pesar de las situaciones adversas y falta de oportunidad, aún soñaban con una vida mejor. Entre tanto, los abuelos escuchaban, los observaban con la esperanza de que ellos lo lograrán, que cumplieran sus sueños, porque ellos también narraban sus historias de vida, que estaban tocadas por la muerte; de sus cónyuges, sus hijos, sus nietos, que habían sido espectadores de la injusticia social y que habían tenido que tragarse su dolor para seguir adelante. Porque si bien es cierto que son otras las modas, la música y las palabras; el amor, los secretos del corazón, el anhelo de ser felices era el mismo para todos.

Entonces aconteció el aprendizaje recíproco, contemplaban esos cuerpos que narraban, y se dieron la oportunidad de fortalecer una identidad permeable y abierta a aceptar al otro, experimentando una transformación y generando un proceso de reconstrucción social, venciendo prejuicios relacionados con el cuerpo y al modo de ser y estar en el mundo, a la lectura que cada uno hacía de la ciudad y la manera en que su cuerpo expresaba lo que pensaba y sentía por ella. Tanto unos como otros aprendieron a valorar y respetar la condición humana. La cuestión no era ser joven o viejo, sino más bien hacer parte de un grupo de seres humanos ansiosos, soñadores, creadores y llenos de esperanza.

Afloró la realidad existencial del ser humano, que consiste en el diario sortear de las situaciones que generan conflicto, bien sea de mayor o de menor grado. Los jóvenes y los abuelos comprendieron a través de la experimentación, el juego escénico y la danza, que es la crisis que el cuerpo realmente es creativo y recursivo. Es en la crisis, en la neurosis, que el cuerpo crea. Con el juego escénico se trajeron al presente las vivencias del pasado: maltratos, abusos, hambre y muerte. Figura 5.(a)



Figura 5. (a) A través del juego escénico fue posible la identificación y el reconocimiento de la realidad. (Salón parroquial barrio Taberin)

Por consiguiente, la técnica de Konstantine Stanislavsky, sobre la memoria de las emociones fue fundamental en este proceso, pues esta propone que la memoria visual pueda reconstruir la imagen interna de una cosa olvidada, un lugar, una persona. Esta memoria emocional puede hacer volver sentimientos que el individuo ya hubiese experimentado. Por lo tanto, el proceso de creación teatral consistió en primer momento: expresar el recuerdo de la manera espontánea, dejándolo fluir sin presiones, gestos, movimientos y palabras. En segunda instancia se construyó un guion con los elementos resultantes del ejercicio anterior, una vez logrado esto, finalmente se le pidió al actor que lo reinterpretará y si lo veía necesario, que improvisara anexando más movimientos y palabras.

Como resultado de este proceso, se retienen en la memoria de los hechos pero solo las características sobresalientes que les han impresionado y no sus detalles. De estas impresiones el recuerdo condensado más profundo y más amplificado de las sensaciones de esas experiencias se forman. Es una especie de síntesis del recuerdo a gran escala. Es más puro, condensado, compacto y substancial y más agudo que los hechos reales (Stanislavski, 1936, p. 17). En esta medida los recuerdos ya no causaban el mismo dolor, empiezan a tener una connotación diferente, porque hacen parte de los aprendizajes de vida. Al comprender el dolor propio se obtiene la sensibilidad para identificarse con el dolor del otro y se halla un punto de encuentro, de identidad y armonía.

El tiempo es un filtro magnífico para nuestros sentimientos recordados y además un gran artista. No solamente purifica sino que transmuta aun los dolorosos recuerdos realistas en poesía (Stanislavski, 1936, p. 17).

Entre nuestros compañeros de las dos generaciones, nació la grata sensación de no estar solos y sentir que el presente es más importante que el pasado. Y como por arte de magia surgieron también los gratos recuerdos que se habían dejado en el olvido.

Relatos que dejaron huella

En conclusión, el teatro y la danza como recurso de búsqueda interior permitieron que los jóvenes y los abuelos de manera autónoma y libre emprendieran el difícil camino para encontrarse consigo mismos. Reconocieron que habían vencido el temor de comunicar con sus cuerpos, de decir lo que pensaban, de reconocer su historia y de hablar de temas que se mantenían en

silencio por temor a las represalias, de romper las cadenas generacionales de violencia y pandillismo que los acompañaban y a las que se habían acostumbrado.

Así las cosas, teníamos un sinnúmero de relatos de ciudad que nos mostraban la valentía y fortaleza de estos compañeros de experiencia, que como héroes y heroínas se mantenían de pie a pesar de las turbulencias de la vida. En el proceso las risas, el llanto y los abrazos siempre estuvieron presentes. Para los jóvenes, era sorprendente conocer la historia de vida de esos seres humanos, que expresaban no solo con sus relatos, sino también con sus cuerpos al compás de la cumbia, la guabina o la carranga. Lograron que la danza se convirtiera también en ese punto de encuentro, identificación, pero también de admiración por parte de un público, que fue creciendo. Porque fueron invitados a eventos y sus familias, entonces comprendieron que el teatro y la danza ahora hacían parte de sus vidas, sabían que sus padres y sus hijos ya no eran los mismos. Algo había cambiado en ellos y desde luego algo había cambiado en el sector. Figura 5 (b).



Figura 5. (b) Las invitaciones no se hicieron esperar y la danza comunicó la fuerza, la esperanza y la vitalidad de nuestros adultos mayores “Jojma”. (Barrio Fontanar del Rio)

Han pasado los años, hay más cabellos blancos, más experiencias dibujadas en los rostros, nos hemos despedido de algunos compañeros de experiencia, se marcharon dejando huella en la comunidad, en nuestras vidas. Sus relatos de ciudad, se mantienen vigentes porque hacen parte de las razones para continuar pensando que debemos celebrar la vida en todas sus etapas, teniendo presente que la edad no es impedimento para aprender y para enseñar, que nunca es tarde para perdonarse y perdonar, para abrir paso y un mejor entorno a los que vienen a reemplazarnos.

Entre tanto, los jóvenes han madurado, sus vidas han tomado diversos rumbos que nos muestran que valió la pena, porque algunos son profesionales, otros están terminando sus estudios técnicos o son microempresarios, también hay padres y madres que trabajan arduamente por sus hijos. Entonces las cadenas de violencia, vicio y muerte se rompieron, vivimos junto a ellos la experiencia del teatro y la danza como medio para lograr que cada relato de ciudad cumpliera con el objetivo de transformar vidas.

**Para los jóvenes,
era sorprendente
conocer la historia
de vida de esos
seres humanos, que
expresaban no solo
con sus relatos, sino
también con sus
cuerpos al compás de
la cumbia,**

Aunque queda mucho que hacer por las nuevas generaciones nosotros estamos dispuestos a continuar tocando puertas, y aceptando las propuestas que estén encaminadas al crecimiento del ser humano y el fortalecimiento de la comunidad. Si usted desea conocer más sobre esta propuesta o quiere participar de alguna manera en ella, puede contactarnos a través del correo electrónico.

Referencias Bibliográficas

- Merleau-Ponty, M. (1984): Fenomenología de la percepción. Barcelona: Planeta Editorial.
- Serrano-Amaya, J. F. (2002) Ni lo mismo ni lo otro: la singularidad de lo juvenil. Revista Nómadas N° 16, pp. 10-25. Bogotá
- Stanislavski, K. (1936) Un actor se prepara. Sevilla: Ulises.

Cultura científica

Revista Savva, vol 1 #2, julio-dic. 2019



Descripción de algunas de las patentes de la UAN



Fotografía de Joaquín Valderrama.

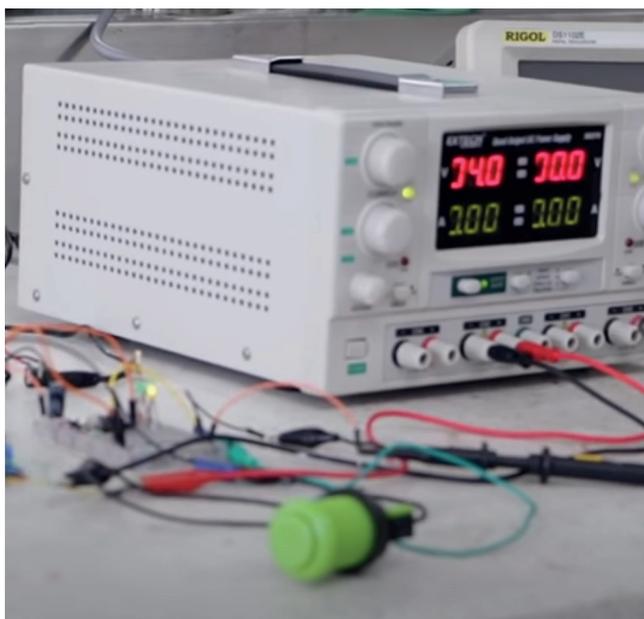
Por Joaquín Andrés Valderrama Rincón

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
joavalderrama@uan.edu.co

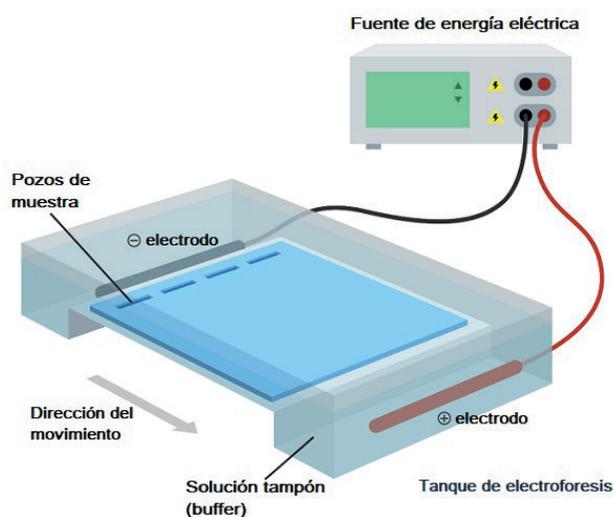
A continuación se describen dos de las patentes otorgadas a la UAN, en las cuales participa las facultades de Ciencias y de Ingeniería Ambiental y civil.

Equipo de electroporación para inserción de fragmentos de ADN en células bacterianas

El título hace referencia al nombre de una patente de modelo de utilidad relacionada con dispositivos de electroporación para inserción de fragmentos de ADN en células, particularmente en células bacterianas.



La electroporación o electropermeabilización es un proceso por el cual se provoca un aumento significativo de la conductividad eléctrica y la permeabilidad de la membrana plasmática de una célula por medio de un campo eléctrico aplicado externamente. En biología molecular se emplea comúnmente para introducir diferentes sustancias en células, un fármaco que puede cambiar las funciones celulares o un fragmento de ADN codificante. Por este proceso se puede lograr la modificación genética de células individuales, mediante la inserción de fragmentos de ADN que contienen genes que no pertenecen originalmente a la célula. Así, se generan orificios en la membrana y el ADN pueda ingresar a través de éstos sin matar las células. Dichos orificios son normalmente llamados “electroporos”.



El proceso de electroporación se basa en aplicar una descarga de alto voltaje (alrededor de 10.000 V/cm) a, por ejemplo, una suspensión acuosa que contiene un grupo de células y ADN. Este voltaje genera un campo eléctrico, el cual a su vez produce un flujo de carga eléctrica (corriente) que pasa a través de las células, y dado que las membranas celulares pueden conducir solamente una pequeña proporción de iones de carga eléctrica, se produce una alta resistencia

y una consecuente generación de calor que puede matar las células. Por consiguiente, los protocolos que describe normalmente la literatura para la electroporación se definen en función de la intensidad de los campos “E” generados por pequeños pulsos, la resistencia calculada y el tiempo de los pulsos, para que mueran la menor cantidad de células posibles.

Aunque la electroporación es ampliamente usada en laboratorios de genética, normalmente son empleados con equipos que resultan bastante costosos y pueden resultar peligrosos cuando son utilizados de manera incorrecta.

Dado lo complejos que resultan los equipos existentes y los consecuentes costos que conllevan, la tecnología que se describe aquí corresponde a un nuevo diseño de equipo para electroporación sin condensadores de alto voltaje, basado en un transformador de voltaje de bajo costo, el cual disminuye en alto grado el riesgo de manipulación, toda vez que la corriente que maneja es muy pequeña y no coloca en peligro la vida de las personas. Actualmente se tiene un prototipo en fase de pruebas en el laboratorio de ingeniería ambiental de la Universidad Antonio Nariño.

Bomba peristáltica con cabezal tipo rodamiento y portamanguera para desgaste reducido

El título hace referencia al nombre de una patente de invención en el campo de las bombas hidráulicas, y más concretamente hace alusión a bombas peristálticas. Particularmente, hace específica referencia a una bomba peristáltica que cuenta con una geometría de cabezal novedosa que permite la operación continua del dispositivo y un tiempo de vida útil extendido de la manguera que conduce el líquido de interés.

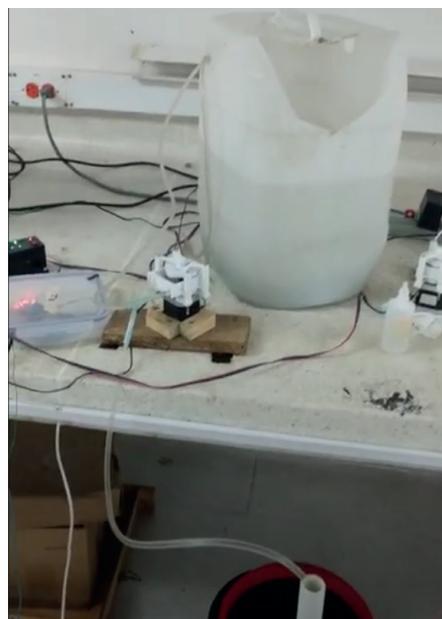
Las bombas peristálticas son un tipo de bomba hidráulica que bombea líquidos mediante el desplazamiento a través de tubos o mangueras flexibles dispuestas en el interior de la cubierta de la bomba. Dichas bombas son usadas principalmente para el transporte de fluidos biológicos puesto que las mangueras empleadas son estériles y, por lo tanto, se evita el riesgo de contaminación. También son empleadas para el bombeo de sustancias, tales como ácidos, cremas, emulsiones, en laboratorios y procesos que implican pequeños caudales.

Convencionalmente, las bombas peristálticas comprenden mangueras hechas de materiales flexibles que se acoplan a un carril concéntrico provisto de un rotor con rodillos en su superficie externa. El mecanismo de acción del rotor permite que el giro de los rodillos presione la manguera intermitentemente contra la superficie del carril. Dicha presión de los rodillos sobre las mangueras hace posible que el fluido se desplace en la manguera a través de desplazamiento positivo. Mientras la manguera se vuelve a abrir tras la presión hecha por los rodillos se genera un vacío que permite que el fluido sea transportado.



La presente invención divulga una bomba peristáltica que cuenta con un diseño que extiende la vida útil de la manguera y que además está fabricada con materiales que permiten que su manufactura sea económica en relación con otras bombas peristálticas del mercado. La bomba peristáltica de la invención se caracteriza por suministrar un flujo constante de líquido bajo, preferentemente 1 mL/min o menos. Actualmente su prototipo se encuentra en funcionamiento en el laboratorio de ingeniería ambiental de la universidad, aplicada para el control flujo de alimento en diferentes bioreactores, entre otras aplicaciones.

Se tiene un prototipo en fase de pruebas en el laboratorio de ingeniería ambiental



Una Revisión a las Olimpiadas Matemáticas UAN



Fotografía de Aura Suárez.

Por Aura Elena Suárez Alfonso

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
asuarez02@uan.edu.co

A partir de una revisión acerca del origen de las Olimpiadas en la Universidad Antonio Nariño, se encuentra en la página oficial el año aproximado de nacimiento de este proyecto que data del año 1981. El objetivo de esta iniciativa radica en el desarrollo del interés de los participantes en las disciplinas científicas. No solamente se ha trabajado Matemáticas, como la mayoría de la comunidad lo pudiese creer, también otras áreas del conocimiento como: Física, Astronomía, Computación, Biología y Lingüística a lo largo de estos años han sido parte de las olimpiadas a nivel nacional e internacional.

El proyecto, fundamentado en el trabajo en equipo: Docente- Estudiante, ha dado múltiples reconocimientos a los jóvenes que participan de él, en diferentes eventos latinoamericanos, asiático-pacíficos, iberoamericanos entre otros. La importancia de las Olimpiadas, reside en dar a conocer el talento humano que tiene Colombia, formando estudiantes líderes, apasionados por las ciencias y a su vez, planteando herramientas que permitan encontrar la calidad y el mejoramiento del sistema educativo en nuestro país.

La importancia de las Olimpiadas, reside en dar a conocer el talento humano que tiene Colombia, formando estudiantes líderes, apasionados por las ciencias

Un paso más hacia la excelencia educativa

Las Olimpiadas están dirigidas a estudiantes de educación básica, media y de pregrado a nivel nacional, que busquen desarrollar su talento en las diferentes disciplinas científicas, permitiendo el fortalecimiento personal del individuo y formando líderes, que sean capaces de proponer, discutir y utilizar su lógica para dar planteamientos o soluciones a un problema.

Están diseñadas para preparar adecuadamente al estudiante, contando con el servicio de asesorías, material de apoyo, cursos regulares y espacios como clubes científicos en las diferentes instituciones, fortaleciendo el sistema educativo y mostrando una manera diferente de descubrir el mundo a partir de la ciencia.

Las Olimpiadas están dirigidas a estudiantes de educación básica, media y de pregrado a nivel nacional

Entre las metas de las Olimpiadas, las más importantes son el fortalecimiento del sistema educativo colombiano, la formación de líderes referentes a la comunidad científica en el país, partiendo de la identificación y buen manejo del interés y capacidades de los estudiantes e impulsando la investigación y el pensamiento creativo en cada uno de los participantes.

En el año 2020

Este año, 2020, a pesar de las circunstancias mundiales, un grupo de estudiantes participó y representó al país en las Olimpiadas: "LXI OLMPIADA INTERNACIONAL DE MATEMÁTICAS", posicionando a Colombia en el segundo lugar a nivel Latinoamérica, luego de Brasil y en el trigésimo quinto lugar a nivel mundial, entre 105 países que participaron

Figura1. Participantes de las Olimpiadas llevados a cabo en el año 2020. Fuente: <http://oc.uan.edu.co/component/k2/item/627-2020-lx-imo>.



Afectada por la pandemia, como muchas otras actividades cotidianas, la Olimpiada fue aplazada de la fecha inicial, a mediados de este año, y llevada a cabo virtualmente en el mes de septiembre por la Federación Rusa. Los resultados obtenidos, demuestran la capacidad que tiene el proceso llevado a cabo por la Universidad para preparar a sus estudiantes por medio de las Olimpiadas Matemáticas Colombianas organizadas previamente, de donde salen los participantes para la representación a nivel internacional en este tipo de eventos.

Para más información, puede contactarse a

director.olimpiadas@uan.edu.co

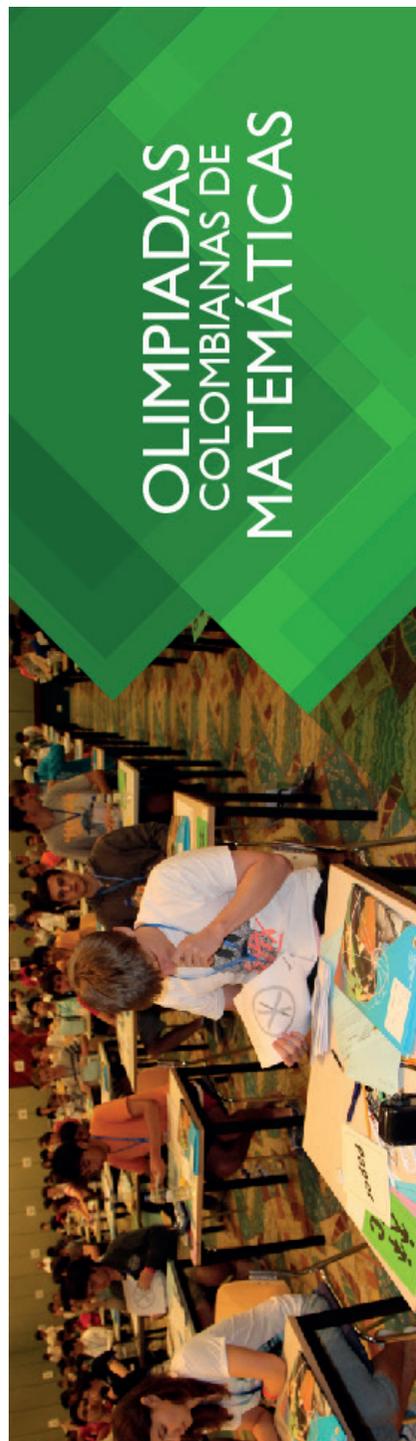
Página oficial de las Olimpiadas

<http://oc.uan.edu.co/> Portales y redes sociales

<https://www.youtube.com/user/OCMatematicas>

<https://twitter.com/olimpiadasuan>

<https://www.facebook.com/olimpiadascolumbiana/>



Zero: The Biography of a Dangerous Idea by Charles Seife (2000, Paperback)

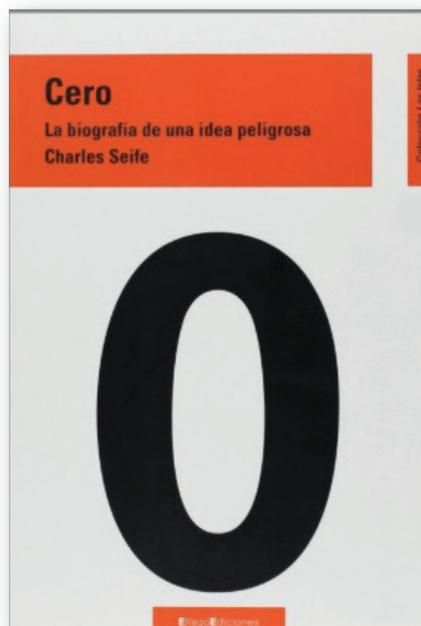


Fotografía de Mikhail Fomin.

Mikhail Fomin

Docente Facultad de Ciencias
Universidad Antonio Nariño
mfomin@uan.edu.co

Cero. Biografía de una idea peligrosa (LAS ISLAS) Charles Seife ISBN 10: 8495881993 ISBN 13: 9788495881991 Editorial: Ellago Ediciones, 2006



Cero

ISBN 10: 0140296476
ISBN 13: 9780140296471

El autor, matemático y periodista, Charles Seife, escribió un libro que es muy recomendable a todo el público, ya que no trata de unos problemas matemáticos que pueden entender únicamente los científicos de gran calibre. A pesar de que el tema sea muy específico, es al mismo tiempo común a las diferentes ramas de la ciencia y la vida. Y aún más, el objeto central del libro es en el que pocas personas piensan, pero al mismo tiempo está a la vista. El autor nos muestra cómo surgió algo tan habitual hoy día como el número cero. Pocas personas piensan en lo que realmente es el cero. La cifra es habitual, pero al mismo tiempo, es poco probable que alguien pueda explicarlo por completo. Los demás números: son comprensibles, una manzana, dos manzanas. ¿Qué es cero manzanas? ¿Y es cero manzanas igual a cero peras? Pero, curiosamente, ¿alguien pensó cómo apareció el cero? Quien fue el genio que una vez se despertó y dijo: "Entonces, tengo una idea brillante: una cifra que no significará nada".

Preguntas similares se evocan en este libro. La forma en que las personas crearon esta idea, cómo aceptaron esta cifra, cómo fue su largo camino en la vida científica y cotidiana hasta el día de hoy. Alrededor de la idea de cero se gira una gran cantidad de diferentes ideas que son extravagantes y no siempre comprensibles desde el punto de vista de la lógica banal. Es cierto que este enfoque divide el libro en dos partes.

La primera parte trata de historia y filosofía. En ella, nos cuentan cómo las personas llegaron a la idea misma de designar la ausencia de un número como un número separado. Cómo esta idea encaja en la religión y la comprensión del mundo de los pueblos antiguos. Por qué, por ejemplo, a Pitágoras no le gustó esta cifra, y cómo se conectan la filosofía de Aristóteles y la religión cristiana. Y al mismo tiempo, por qué era tan importante para los santos padres evitar el cero en medio de ellos.

La segunda parte es más científica. En ella, en un lenguaje bastante simple, se habla sobre los problemas de la física y las matemáticas. El libro se lee con bastante facilidad. Excepto por unas fórmulas. El autor habla de esta cifra con tanta pasión que uno realmente comienza a sentir algún tipo de aura mística.

El libro es de pronto algo simple para ser un estudio científico, en algunos lugares surgen imprecisiones, a veces es demasiado emocional, pero una cosa que logra hacer con seguridad es interesar al lector. Por así decirlo, ver bien por encima las matemáticas y la historia, aprender algo nuevo, reflexionar o compartir con amigos. Tratar de entender cómo esta idea puede manifestarse en nuestras vidas y en el mundo que nos rodea. En general, reflexionar acerca del infinito y nada, y desarrollar su inteligencia y la imaginación.

**Alrededor de la idea de cero
se gira una gran cantidad
de diferentes ideas que son
extravagantes y no siempre
comprensibles desde el punto de
vista de la lógica banal.**

Arte y Ciencia

Cine-Foro UAN – Un espacio de extensión a la comunidad a través del séptimo arte

María Eugenia Monroy

Facultad de Educación
Universidad Antonio Nariño
memonroy@uan.edu.co



Fotografía de María Monroy.

Desde hace varios años la Facultad de Educación desde el liderazgo del programa de Licenciatura en Español e Inglés, cuentan con un espacio denominado Cine-Foro UAN; en sus inicios se proyectaban películas exclusivamente para el programa. Con el paso de los años este espacio ha ido ganando más espectadores, generando así la participación de estudiantes de diversos programas y brindando estrategias de trabajo colaborativo que suma a la formación integral un mayor conocimiento gracias a las temáticas abordadas.

Desde el año 2018 el liderazgo del Cine-Foro UAN está a cargo de un grupo de maestras quienes conforman un colectivo llamado MEMORIASUAN, el cual está adscrito a la Red de Lenguaje de Bogotá. Para el año 2019 el Cine - Foro trabajó como temática “Los feminismos desde la diversidad” el cual espera abrir un espacio de diálogo frente a las realidades que vive la mujer hoy por hoy, allí la memoria también se hace presente, pues es a través de esa mirada al pasado, desde la comprensión de aquellas primeras mujeres que lucharon por la igualdad y, es a partir del reconocimiento de sus derechos que se crean los diálogos. Es necesario mencionar que se habla en plural Feminismos pues se abarcan las posiciones políticas y de construcción ideológica de las mujeres; negras, indígenas, mestizas y que pertenecen a la comunidad LGBT

Tabla 1. Módulos del conversatorio “Feminismos desde la diversidad”

Módulos	Nombres
Módulo 1	Feminismos negros
Módulo 2	Mujer raza y clase
Módulo 3	Feminismos desde el mestizaje
Módulo 4	Teorías feministas: masculinidad, homo-afectividad.

Fuente: Memorias UAN

Para el año 2020 el grupo propone una temática acorde con una necesidad imperante en la Colombia actual, razón por la cual el Cine-Foro tiene como título “Memoria histórica de Colombia a través del Cine: aportes para la construcción de paz

Cronograma cinematográfico UAN 2020 -I

"EXPERIENCIAS DESDE EL CINE FORO UAN"

En este sentido, el Cine-Foro también se asume como herramienta didáctica y espacio académico; cobra gran importancia ya que fomenta la democratización del conocimiento y la inclusión de estudiantes de varias facultades y programas adscritos a la Universidad Antonio Nariño, con el propósito de fomentar espacios de diálogo, reflexión e incentivar el pensamiento crítico ampliando la mirada sobre la realidad que viven los estudiantes en torno a las problemáticas que han marcado la historia colombiana en los contextos socioculturales, económicas y políticas como resultado del conflicto armado colombiano.

Cine foro-Tablero Experiencias estudiantes

Equipo Cine Foro

1. Lyda González Orjuela
lygonzalez@uan.edu.co
2. María Eugenia Monroy
mamonroy@uan.edu.co
3. Marisella Buitrago Ramírez
marisbuitrago@uan.edu.co
4. Nelly Yolanda Bayona
Ballesteros nebayona@
uan.edu.co
5. Silvia Juliana Ordoñez
Rodríguez silviaor-
donez84@uan.edu.co

1 PhD en Educación y Políticas Públicas. Universidad Federal Minas Gerais, Brasil



De izquierda a derecha. Nelly Bayona, Marisela Buitrago, Lyda González, María Eugenia Monroy, Silvia Ordoñez. Facultad de Educación. Universidad Antonio Nariño



CINE FORO UAN

FEMINISMOS DESDE LA DIVERSIDAD

<p>TALENTOS OCULTOS VIERNES 6 DE MARZO HORA: 11 A.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>HISTORIAS CRUZADAS JUEVES 21 DE MARZO HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>LA MUJER EN LA GUERRA LUNES 30 DE ABRIL HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>LAS MUJERES DE LAS FARD-EP VIERNES 3 DE MAYO HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>
<p>LA MUJER EN EL DOLOR MIÉRCOLES 1 DE ABRIL HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>COLOR PÚRPURA MARTES 9 DE ABRIL HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>HOMOAFECTIVIDAD NO SOY UN HOMBRE FACIL MIÉRCOLES 20 DE MAYO HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>	<p>LA SEÑORA MARÍA JUEVES 23 DE MAYO HORA: 6:30 P.M. LUGAR: SALA ROTONDA</p>

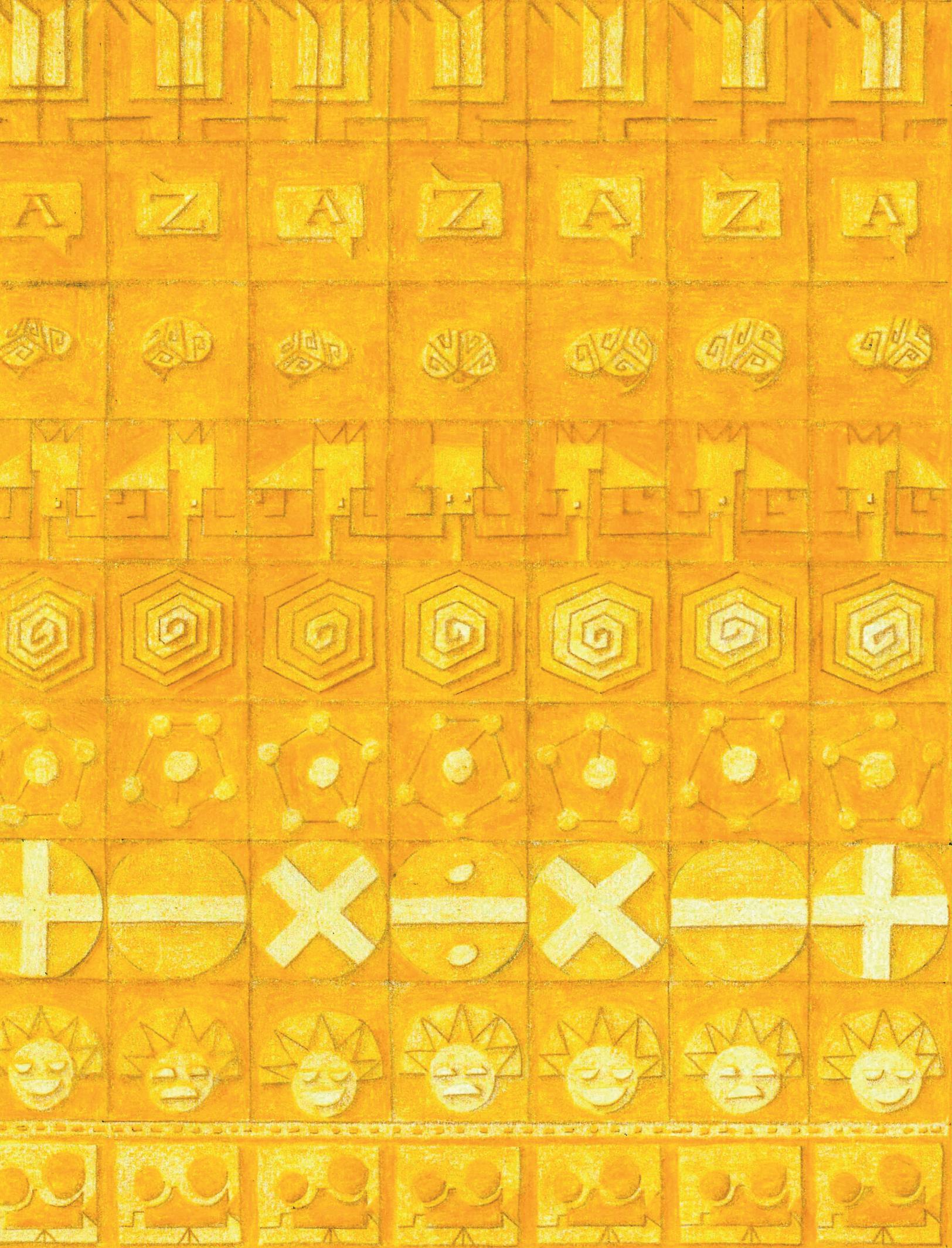
-En caso de algún cambio de horario o fecha de la película por favor comunicarse con la Facultad de Educación, o al teléfono 3013818214

2 Mg. en Educación con énfasis en Políticas y Gestión de Sistemas Educativos. Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá, Colombia

3 PhD en Estudios Romances Españoles. Sorbonne Université, Francia

4 Mg. en Didáctica del Francés como Lengua Extranjera. Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario

5 Mg. In TESOL. Greensboro University. United States



PROYECTO DE IDENTIDAD ILUSTRATIVA SAYWA

Por Nicolás Sánchez Bernal

Estudiante del programa de artes visuales.
Universidad Antonio Nariño.

¿Qué es?

Este proyecto ilustrativo parte de la necesidad de pensar y desarrollar una identidad visual común dentro de la revista SAYWA, que permee en las diferentes secciones que estructuran a la misma. Todo esto desde el marco de las prácticas académicas del programa de Artes Plásticas y Visuales de la Universidad Antonio Nariño,

¿Cómo se estructuró?

El concepto central sobre el cual se enfocó el diseño ilustrativo se estableció a partir del origen mismo del nombre que lleva la revista, proveniente de la cultura INCA; y basándonos en sus “tocapus” específicamente en la organización en el plano bidimensional de sus grafismos (composición) a partir de retículas contenedoras de estos.

Atendiendo a esto, se decidió configurar según la necesidad de cada imagen un “juego” entre las abstracciones y simplificaciones de las composiciones incas de orden reticular e imágenes con un manejo del naturalismo, propio y requerido por la ilustración científica dado el carácter mismo de la revista.

¿Qué resultados se obtuvieron?

En términos de resultados, lo que se obtuvo o se construyó fue un híbrido entre dos tipos de representación o presentación de las diferentes temáticas a tratar en cada una de las secciones que configuran la revista; imágenes de orden exploratorio, en relación a una cultura que desconocía y que ejerció como eje fundamental en el desarrollo de las mismas. Además de generar rupturas en fronteras entre lo místico y lo científico al desarrollar imágenes que de una u otra intentan de manera explicar muy sintéticamente, desde su abstracción, ideas científicas. Pero más allá de las imágenes creadas, está en primera instancia la experiencia práctica del trabajo en conjunto, la discusión y resolución de problemas formales en torno a las imágenes, y un reconocimiento a herramientas de diseño como photoshop. Como también una experiencia en “simulación” sobre posibles salidas laborales y sus dinámicas, en este caso el diseño ilustrativo.

Guía de autores para artículos divulgativos

Para los autores que deseen publicar en la revista se deben tener en consideración los siguientes puntos:

Objetivo de la revista

Realizar divulgación científica de temas de actualidad, hallazgos y actividades de los proyectos de investigación y proyección social, desarrollados en la Universidad Antonio Nariño, así como dar a conocer los personajes y actividades que contribuyen a la promoción de la ciencia en nuestro país. En adición, la revista pretende divulgar actividades y pensamientos críticos que promuevan espacios para la ciencia, fortaleciendo el perfil cultural científico de nuestra sociedad. Los artículos buscan comunicar estos conocimientos de forma clara y precisa a un público no especializado pero interesado en acrecentar su comprensión acerca del mundo.

Temáticas

La revista publica artículos en las siguientes áreas:

- Física
- Matemáticas
- Química
- Biología
- Bioquímica
- Ciencias de la tierra
- Biotecnología
- Ciencias agropecuarias y del medio ambiente
- Medicina y ciencias de la salud

Público objetivo

Comunidad académica, comunidad científica, empresas y todo tipo de lectores que se apasionen por la ciencia.

Redacción

Los artículos deben ser redactados teniendo en cuenta que sus destinatarios no son especialistas. Es necesario evitar el uso de lenguaje técnico y recurrir a términos equivalentes del lenguaje cotidiano. Utilizar siempre el sistema internacional de unidades. No emplear palabras extranjeras si existen equivalentes en castellano.

Política editorial

Los documentos serán revisados inicialmente por los editores de sección. El resultado de la revisión se informa al autor en un plazo aproximado de un mes a partir de la fecha de recepción del material. Si es aceptado, el artículo pasa a la redacción (para corrección de estilo y/o ajustes en la estructura).

Los documentos pueden regresar a los autores con observaciones, sugerencias o correcciones. La redacción se reserva el derecho de modificar el manuscrito para ajustarlo al estilo de la revista, esto incluye cambiar el título, los subtítulos, así como la entrada del artículo. Una vez se cuenta con su versión final, se envía al autor para revisión y se programa su publicación. El autor firmará una carta de cesión de derechos.

Ilustraciones

Enviar las ilustraciones en formato digital, en forma de archivos .tif, .eps, .bmp o .jpeg. Es imprescindible que tengan una definición mínima de 300dpi (puntos por pulgada) para un tamaño de 20 x 30cm. Las imágenes descargadas de internet por lo general carecen de esa resolución, a menos que el sitio lo indique claramente, por lo que no suele ser posible utilizarlas.

Lineamientos

Es un texto que permite dar a conocer investigaciones científicas o tecnológicas, de forma breve, cercana y comprensible para la población de la revista, de forma que se pueda entender las implicaciones de los conceptos tratados y considerarlos temas relevantes.

- Los artículos deben limitarse a desarrollar un tema, sin pretender abarcar exhaustivamente todo el conocimiento general del área.

- El escrito debe tener un mínimo de 6000 y máximo 12.000 caracteres con espacios, incluyendo referencias y tablas o cuadros.
- Máximo 2500 palabras (entre 6000-12000 caracteres) si el artículo contiene resultados y 4000 (máximo 20000 caracteres) palabras si el artículo es de revisión.
- Fuente Arial 12 y en interlineado 1.5 pts
- Redactado en tercera persona.

Elementos

- Título que destaque lo más importante del trabajo realizado. Español e inglés.
- Nombres y apellidos del autor o los autores, filiación, correo institucional, esta información debe encontrarse en la primera página:

Primer nombre y Apellido del autor
 Facultad de Ciencias, Universidad Antonio Nariño
 xxxxxxxx@uan.edu.co

- Palabras clave.
- Breve texto (3 o 4 líneas) en donde se explica cuál es el tema y enfoque del artículo o reportaje.
- Resumen: Sección inicial que establece el propósito y los objetivos de todo el contenido posterior del escrito. En español e inglés (150 palabras).
- Desarrollo: Se expone los hallazgos del trabajo y conclusiones.
- Es recomendable dividir el texto con subtítulos (en negrilla).
- Toda cita textual deberá llevar la referencia completa al final del texto.
- Incluir imágenes, tablas o esquemas (mínimo tres) y colocar pie de la imagen que describa el contenido, con una extensión no mayor a 30 palabras.

Ejemplo:

Valor	Descripción
1	Presencia de necrosis alrededor del punto de inoculación.
2	Presencia de exudados a lo largo del tallo.
3	Marchitez (necrosis) de 1 o 2 hojas, cercanas al punto de inoculación.
4	Marchitez (necrosis) de 3 o más hojas. Estrangulación del tallo.
5	Muerte total del ápice de la planta inoculada.

Tabla 1. Escala de síntomas utilizadas para la determinación del área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

- Las imágenes deben ser enviadas en un archivo independiente del texto en formato: .tif, .eps, .bmp o .jpeg

- Si las imágenes tienen varias partes, cada parte de la imagen debe ser dividida por letras en minúscula.
- Para el pie de la imagen, nombrar con letras en minúscula y en paréntesis.

Ejemplo:

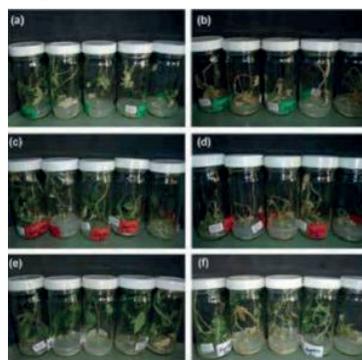


Imagen 2. Fenotipo de las variedades COL1505 y cv.60444 crecidas in vitro a los 24 días después de la inoculación con tres aislamientos de Xpm. Variedad COL1505 inoculada con Xpm668 (a), Xpm556 (c) y Xpm436 (e). Variedad cv.60444 inoculada con Xpm668 (b), Xpm556 (d) y Xpm436 (f).

- Todas las figuras deben estar citadas en el texto con la palabra figura completa seguida por el número.

Figura 1, Figura 1a. Evitar Fig 1. Fig.1 o variantes.

- Incluir una breve ficha biográfica del autor o autores (3 o 4 líneas) con foto.

Ejemplo:



Fichas biográficas de los autores.

Carlos Eduardo Romero Vásquez, estudiante de noveno semestre de Bioquímica en la Universidad Antonio Nariño, actualmente se encuentra realizando su trabajo de grado en la Universidad Antonio Nariño, bajo la dirección de la profesora Paula Alejandra Díaz Tatis y la codirección del profesor Camilo Ernesto López Carrascal.



Wendy Daniela Fernández Bohorquez, Bióloga, estudiante de primer semestre de la Maestría en Ciencias- Biología de la Universidad Nacional de Colombia.



Camilo Ernesto López Carrascal, Biólogo con Maestría en Biología Celular y Molecular y Doctorado en Ciencias de la Vida. Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y líder del grupo de investigación Manihot Biotec.



Paula Alejandra Díaz Tatis, Bióloga con Maestría en Ciencias- Microbiología y Doctorado en Ciencias-Biología. Su área de investigación es la interacción molecular planta-patógeno. Profesora asistente de la Universidad Antonio Nariño, sede Bogotá (Circunvalar), pertenece a los grupos de investigación en Ciencias Biológicas y Químicas y a Manihot Biotec.

- Bibliografía con normas APA. Para revisión máximo 40 y para artículos de resultados, 25.

