

Innovación y Ciencia

Volumen XXII • N° 2 • Colombia \$ 18.000



CEMarin

Descubriendo
la herencia
de nuestros mares



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA

REVISTA INNOVACIÓN Y CIENCIA

VOLUMEN XXII N° 2 - 2015

PUBLICACIÓN DE:

Asociación Colombiana para
el Avance de la Ciencia - ACAC

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez - Presidente
Marcelo Riveros Rojas
Helena Groot de Restrepo
Elena Evguenieva Stachenko
Rubén Ardila Ardila
Sonia Esperanza Monroy Varela
Horacio Torres Sánchez
Moisés Wasserman Lerner
María Mercedes Zambrano Eder
Academia Colombiana de Ciencias Exactas
Físicas y Naturales - ACCEFYN
Universidad El Bosque
Instituto Alexander von Humboldt
Centro Interactivo Maloka

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

María Piedad Villaveces Niño

COORDINADOR RELACIONES

INTERINSTITUCIONALES

Julián González Forero

EDITORIA

María Fernanda Gutiérrez

ASISTENTE EDITORIAL

Pablo Sánchez Novoa

COMITÉ EDITORIAL

Liliana Margarita Herrera Soto

Ruth Garzón

César Augusto Márquez

Consejo Editorial Internacional

Sergio Torres Arzayus

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

John Brian Cubaque

CORRECCIÓN DE ESTILO

María Catherine Ortega Cruz

IMPRESIÓN

Nomos Impresores

FOTOGRAFÍA

Autores y Bancos de Imágenes

INDEXADA

LATINDEX (Incluida en el Sistema Regional
de Información en línea para las Revistas
Científicas de América Latina, El Caribe,
España y Portugal)



CARÁTULA

EGRETTA THULA EN ISLAS DEL ROSARIO, ESPECIE EN RIESGO,
POR LA POLUCIÓN Y DETERIORO DE LOS HUMEDALES COSTEROS,
ES UN INDICADOR BIOLÓGICO DE LA SALUD Y FUNCIONES DE LOS
ECOSISTEMAS, INVESTIGACIÓN EN EL CEMARIN

Fotografía: Thomas Wilke

INNOVACIÓN Y CIENCIA es la revista de divulgación científica y tecnológica
de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC.

Derechos reservados

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa
de la Editora. La publicación no es responsable legal del contenido
de la publicidad de cada edición.

Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente
la opinión de la Editora o la del Comité Editorial.

Resolución Ministerio de Gobierno N° 5447 del 9 de octubre de 1992

ISSN 0121-5140

ACAC - Carrera 16 N° 31 A-36

Bogotá D.C., Colombia

Teléfono: 7038898

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Precio de venta al público: \$18.000

Suscripción (4 números al año): \$74.000 para Bogotá,

\$80.000 fuera de Bogotá.

JULIO GARAVITO ARMERO: EL COLOMBIANO QUE LLEGÓ A LA LUNA 8

CLARA HELENA SÁNCHEZ B.



EL ENAMORAMIENTO. DE LO ABSTRACTO A LO BIOQUÍMICO 16

LEONARDO R. LAREO, PHD



LA METAMORFOSIS VISTA DESDE LA PANTALLA 22

REPORTERÍA ACAC



CONSTRUIR PAÍS A TRAVÉS DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EXPOCIENCIA-EXPOTECNOLOGÍA 26 AÑOS

28



REPORTERÍA ACAC

CEMARIN: DESCUBRIENDO LA HERENCIA DE NUESTROS MARES 36

CARMENZA DUQUE

THOMAS WILKE

ALEXANDRA HILLER-GALVIS



UN TELESCOPIO DE EXTREMA TECNOLOGÍA PARA DESCUBRIR PLANETAS MUY COLOMBIANOS

46

REPORTERÍA ACAC



Índice

◀ ▶
Innovación y Ciencia Volumen XXII N° 2 - 2015

SOBRE ÉBOLA Y CHIKUNGUNYA.
¿QUÉ HA PASADO DESDE SU APARICIÓN EN 2014?

52

MARÍA FERNANDA GUTIÉRREZ



INFECCIÓN POR CHLAMYDIA TRACHOMATIS,
UNA ENFERMEDAD SIN DIAGNOSTICAR

60

JAIME ENRIQUE MORENO CASTAÑEDA
VIVIANA RAMOS RUEDA
CAROLINA DUARTE VALDERRAMA



LA CIENCIA DE LA MEDIDA EN LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD
El papel del Instituto Nacional de Metrología (INM)

70

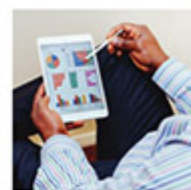
PUBLIRREPORTAJE



MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN TIC, PARA COLOMBIA

76

PUBLIRREPORTAJE



NOTICIAS DESDE LA ACAC

82

REPORTERÍA ACAC



Comunicado a la opinión pública

Académicos, científicos y gestores del conocimiento y de la innovación en Colombia vemos con preocupación la propuesta del Gobierno presentada en el Conpes, en la cual hace un dramático recorte al presupuesto de COLCIENCIAS para el próximo año.

Hacemos un llamado para que en el Proyecto de Ley de Presupuesto de la Nación 2016 se haga un ajuste y no se recorte el presupuesto de Colciencias pues las consecuencias sobre el avance de la ciencia nacional y la formación de recurso humano a nivel doctoral serían irreparables para el desarrollo del país.

Estamos en la mejor disposición de apoyar al Gobierno en la generación de políticas de Estado, que permitan que, como los países desarrollados, Colombia pueda transformarse a partir del conocimiento y que tengamos industrias de base tecnológica competitivas que ayuden a superar la crisis que el precio del petróleo nos está ocasionando.

Hemos sido respetuosos de las políticas gubernamentales, nos hemos adaptado a las condiciones cambiantes de las decisiones que los dirigentes de turno han implementado, pero en esta oportunidad, ante la gravedad del trato a la Ciencia, al Desarrollo Tecnológico y a la Innovación, convocaremos inicialmente a una asamblea de Investigadores, Docentes Universitarios y Gestores de la ciencia para iniciar un diálogo con las autoridades y evitar el recorte del presupuesto de COLCIENCIAS, especialmente ahora que se requiere del conocimiento para el postconflicto.

María Piedad Villaveces Niño

Directora - Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC

JUNTA DIRECTIVA - Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC:

Eduardo Posada – Presidente

Helena Groot – Vicepresidenta

María Mercedes Zambrano – Secretaria

Horacio Torres

Rubén Ardila

Sonia Monroy

Moisés Wasserman

Elena Stashenko

Marcelo Riveros

Brigitte Baptiste

Representante Instituto Von Humboldt

Pedro Claver Augusto Morales

Representante Universidad El Bosque

Enrique Forero

Representante Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Nohora Elizabeth Hoyos

Representante de Maloka

DOCENTES Y CIENTÍFICOS:

Fanor Mondragón

Lucy Gabriela Delgado

Gonzalo Arango

José Luis Villaveces

Carlos Corredor

Luis Fernando Niño

Rafael Molina

Susana Fiorentino

Fernando Cantor

Suscríbase a la Revista **Innovación y Ciencia**

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, entidad privada sin ánimo de lucro, que desde hace más de 41 años trabaja por la ciencia, la tecnología, la sociedad y la innovación en Colombia, publica trimestralmente su revista *Innovación y Ciencia*, cuyo objetivo primordial es informar en un lenguaje sencillo los últimos adelantos realizados por importantes científicos e investigadores del país y del mundo.

Esta publicación, que circula desde 1992, está dirigida a empresarios, profesionales, científicos, docentes, estudiantes, y en general a todos los lectores no especializados que buscan una ilustración seria, amena y accesible sobre estos temas.

PRECIOS

- Valor de la suscripción por un año, fuera de Bogotá \$80.000, incluye costo de envío.
- Valor de la suscripción por un año, para Bogotá \$74.000, incluye costo de envío.
- Consignación en: **BANCO DE OCCIDENTE CUENTA DE AHORROS N° 26880746 - 8**, (formato recaudo en línea) a nombre de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, solicitamos enviar copia de la consignación con el sello del banco legible al correo electrónico: innovacionciencia@acac.org.co
- Usted puede cancelar también con tarjeta débito o crédito.

INFORMES

Teléfono: (1) 7038898
E-mail: innovacionciencia@acac.org.co
www.acac.org.co



PUBLICACIÓN DE LA



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA

► FORMATO DE PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS PARA LA REVISTA



► INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La revista INNOVACIÓN Y CIENCIA es una revista de divulgación científica, que tiene como propósito contribuir con una mejor apropiación social de la ciencia, compartiendo con sus lectores temas de ciencia, tecnología e innovación. Este es el principal motivo por el cual la redacción de los artículos, así como el tipo de idioma usado en su escritura, debe ser sencillo, apto para todo tipo de público. En caso de estar interesado en publicar artículos con resultados de una investigación, lo podrá hacer teniendo en cuenta que no se exige el formato propio de las revistas de difusión de la ciencia.

► PASOS A SEGUIR SI DESEA ENVIAR UN ARTÍCULO:

1. Escriba el artículo en formato Word, letra Arial, tamaño de letra 12, separación entre renglones 1,5 y con una máxima extensión del documento de seis páginas.
2. Respecto al autor o los autores, debe colocar su título universitario, su actividad, el lugar donde trabaja y su correo electrónico.
3. El artículo debe incluir un resumen de máximo ocho renglones, separado del documento, donde se explique brevemente el contenido del mismo y se motive a su lectura. Al finalizar el documento, debe incluir unas conclusiones, las cuales no deben estar separadas del documento.
4. Todos los artículos deben contener la bibliografía respectiva, la cual debe estar al final del artículo, pero citada numéricamente en los párrafos que corresponda. Recuerde que no citar es considerado plagio.
5. El formato que se utiliza para el manejo de la bibliografía es Vancouver. Más adelante encontrará ejemplos de este formato.
6. Si el documento tiene una o dos frases que usted desee resaltar, por favor resáltelas en el texto. La revista se encargará de colocarlas en recuadros con color. Incluya en el documento gráficas, figuras, fotos o tablas, la cuales faciliten su lectura y lo hagan más ameno. Tenga en cuenta que las fotos y figuras deben tener el nombre completo del autor y, en caso de que el autor del artículo no sea el autor de las fotografías o figuras, se debe enviar una carta de autorización del dueño en la que permita su publicación. Las fotos, figuras o gráficas, deben venir con su leyenda explicativa y no forman parte de las seis páginas del escrito, aunque vengan incluidas en él.

► FIGURAS:

Las figuras que acompañan el texto deberán contener su explicación. Inicie con la palabra Figura y coloque el número que le corresponde. Este debe ser el mismo que se encuentre en el texto. Luego describa en una frase el contenido de la figura. Coloque al final el autor de la figura o la fuente de donde la obtuvo. No extraiga figuras de páginas de Internet que no cuentan con permisos de uso.

► FOTOS:

Las fotos que acompañan los documentos, al igual que las figuras, deberán estar citadas, nombradas e incluir a quien pertenecen. Las fotografías que se publiquen en la revista deben tener una resolución de 300 ppp, un tamaño mínimo de 1200X1200 píxeles y deben ser enviadas en formato jpg.



Innovación y Ciencia

► GRÁFICAS:

Las gráficas que acompañan los documentos deberán estar citadas e incluir, además, el programa con el cual fueron elaboradas.

► PUBLICACIÓN:

Envíe el artículo por internet al correo electrónico: innovacionyciencia@acac.org.co. Los artículos podrán ser enviados todo el año. Ellos serán revisados por el Editor, quien verificará la forma en la cual se encuentra escrito y si cumple con las normas para su publicación. Una vez realizada esta primera lectura será enviado al Comité Editorial, quien se encargará de dar su opinión respecto a la publicación. La revista tiene cuatro ediciones al año, de tal manera que su documento, en caso de ser publicado, iría en el número en que exista el espacio suficiente para su publicación.

► REFERENCIAS:

Las citas bibliográficas dependerán de la fuente de la cual usted haya tomado la información a citar. Estas deben ser colocadas en el texto con el número correspondiente entre paréntesis. Ej. (1)

- En caso de citar un artículo, utilice el formato Vancouver. A continuación un ejemplo:

Gutierrez M, Matiz A, Ulloa J, Alvarado M. Astrovirus (HAstV) como agente causal de diarrea en niños Colombianos: Siete años de estudio. Nova: publicación científica. 2005;3(3):1-20

- En caso de ser un documento de Internet

García L. La vida en Marte. Una visión simplista. Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Paso. Disponible en: <http://www.universidadelpaso.edu.fg>. Consultado Abril 2006

- En caso de ser un libro

Castano M., Cultivos Celulares. En: Urcuqui, S., Ossa, J. Principios de Virología. Fondo editorial Biogenesis, Cuarta edición, Cap. III 29-46 (2008)

- En caso de requerir mayor información, puede remitirse a:

Patiño G. Citas y referencias bibliográficas. Pontificia Universidad Javeriana. Segunda edición (2005)

A detailed portrait of Julio Garavito Armero, a man with dark hair and a mustache, is the central focus. He is depicted on a banknote, with the word 'CASCAS' and 'OS' visible in the background. The portrait is rendered in a halftone style. The title 'JULIO GARAVITO ARMERO' is written in large, bold, blue letters with a white outline, positioned over the top of the portrait. Below it, the subtitle 'EL COLOMBIANO QUE LLEGÓ A LA LUNA' is written in smaller, blue letters with a white outline.

JULIO GARAVITO ARMERO

EL COLOMBIANO QUE LLEGÓ A LA LUNA

CLARA HELENA SÁNCHEZ B.

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RESUMEN

Con motivo del sesquicentenario del nacimiento de Julio Garavito Armero, ocurrido en Bogotá el 5 de enero de 1865, su nombre es recordado y resaltada su memoria. Haremos en estas páginas una breve semblanza de su vida y obra, por la cual ocupa un privilegiado sitio en la historia de la ciencia colombiana.

Julio Garavito Armero es, sin duda, uno de los hombres de la ciencia colombiana que ha recibido más homenajes en reconocimiento a su labor, entre ellas la de haberle dedicado una estampilla, haber puesto su nombre a un cráter de la Luna (Figura 1), único latinoamericano que ha sido distinguido con tal honor, y ser la figura emblemática del billete de veinte mil pesos en Colombia. Además, la Ley 128 de 1919 ordenó la edición de sus obras y la edificación de su busto en el jardín del Observatorio Astronómico Nacional, el cual fue descubierto en 1945; sin embargo, la edición de sus obras completas continúa pendiente. Por su parte, la Sociedad Colombiana de Ingenieros también colocó en su sede un bronce en su honor, y varias instituciones educativas llevan su nombre, la Escuela Colombiana de Ingeniería, por ejemplo, lo escogió por ser “un símbolo de la ciencia y de la ingeniería colombiana” (1). Colciencias publicó un lindo cuento: Julio Garavito. De Colombia a la Luna, cuya lectura recomiendo, escrito por Sandro Romero Rey (2).

Fue un hombre polifacético que dedicó su vida a las ciencias matemáticas y sus aplicaciones, entre las que se consideraban a la física, la astronomía, la topografía, además, claro está, del álgebra, la geometría, el cálculo o la trigonometría. Estas disciplinas hacían parte de la formación del ingeniero en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional y, como tales, se convertían en asunto de la profesión cuando tenían que ser utilizadas. Ocupó, desde su graduación en la Universidad Nacional como Ingeniero y Profesor de Matemáticas en 1891, hasta su muerte en 1920, uno de los cargos más importantes de su época, la de Director del Observatorio Astronómico Nacional. Allí, además de preparar sus clases de matemáticas, física y astronomía, para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional, hacía sus investigaciones sobre la Luna, informaba diariamente al Ministro de Instrucción Pública sobre el estado del clima de Bogotá (3), predecía eclipses y opinaba sobre la situación política y económica del país. Simultáneamente con esta labor, ocupó temporalmente los cargos de Rector de la Facultad de Ingeniería, Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, Director

de los Anales de Ingeniería y, además, fue Concejal de Bogotá y Diputado de la Asamblea de Cundinamarca. Fue miembro de la Sociedad Belga de Astronomía, de la Sociedad Astronómica de Francia, de la Sociedad Geográfica de Lima, y, naturalmente, de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

FOTO 1.

FOTOGRAFÍA DEL CRÁTER
GARAVITO. REFERENCIA:
[HTTP://168.176.8.14/HISTORIA/FOTOSHISTORICAS/](http://168.176.8.14/HISTORIA/FOTOSHISTORICAS/)



Garavito nació el 5 de febrero de 1845 en el hogar del comerciante Hermógenes Garavito y Dolores Armero. La familia quedó en bancarrota y tuvieron que trasladarse a Fusagasugá, en donde murió su padre cuando él tenía 8 años, razón por la cual su hermano Jose María, a quien quiso entrañablemente, se hizo cargo de la familia. Obtuvo su título de bachiller en el Colegio de San Bartolomé en 1884, donde

FOTO 2.

ILUSTRACIÓN TOMADA DE
GASTON TISSANDIER (1884),
LES RÉCRÉATIONS SCIENTIFI-
QUES OU L'ENSEIGNEMENT
PAR LES JEUX. CAPÍTULO IV:
EL ANÁLISIS DEL AZAR Y LOS
JUEGOS MATEMÁTICOS.
G. MASSON, ÉDITEUR, PARIS.



fue un estudiante sobresaliente en matemáticas, por lo que sus profesores vislumbraban en él una brillante carrera. En la Universidad Nacional comenzó sus estudios en 1887, pues debido a la Guerra de 1885 había tenido que aplazar su ingreso. Cuatro años después, en 1891, obtuvo el título de Ingeniero y, al tiempo, el de Profesor en Ciencias Matemáticas. Para obtener el título de Profesor presentó dos trabajos: uno, "Demostración del juego de la aguja", para optar como candidato al título, el cual permite calcular el número Pi con una buena aproximación por medio del cálculo de probabilidades (fotos 2 y 3). En el otro, "Forma de la sección meridiana de un manómetro de aire comprimido para que la graduación sea uniforme" (Figura 4), resuelve un problema de hidrostática que requiere del buen manejo del cálculo diferencial e integral. No solo fue el primero en conseguir este título sino el único que presentó dos trabajos, en los cuales se vislumbran sus intereses por la matemática pura. Su tesis para ingeniero se titula "Método general para el estudio de las armaduras triangulares, aplicado al estudio de la Armadura Warreng", un tipo de estructura para construir puentes.

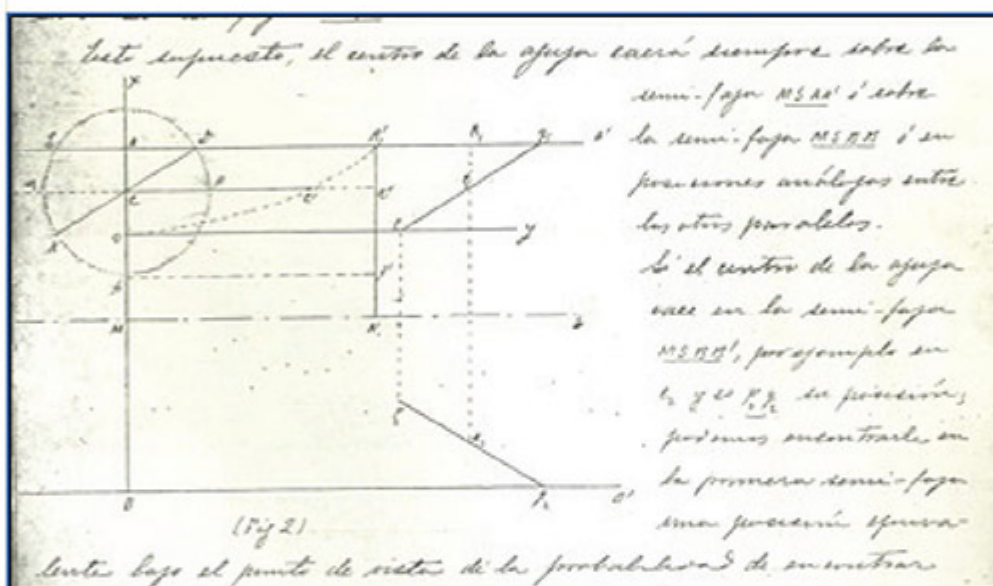


FOTO 3.

PÁGINA DE SU TESIS EL JUEGO DE LA AGUJA.

En 1893 se casó con María Luisa Cadena, con quien no tuvo hijos y, como católico convencido, vivió siempre austeramente. Murió de tuberculosis, en la pobreza, el 11 de marzo de 1920. El Gobierno Nacional, la Gobernación de Cundinamarca, la Alcaldía de Bogotá y la Sociedad Colombiana de Ingenieros, le rindieron honores. La velación se hizo en el Observatorio Astronómico, las honras fúnebres en la Catedral y sus alumnos lo llevaron en hombros hasta el Cementerio Central. Uno de ellos, el expresidente Laureano Gómez, fue uno de los oradores en el cementerio. Con motivo de su muerte se dedicó el número 320 de 1920 de "Anales de Ingeniería" en su memoria. Su tumba se ha convertido en lugar de peregrinaje de quienes necesitan dinero, aparentemente gracias al billete de 20.000 pesos, donde aparece su imagen.

Garavito, como ingeniero de su época, daba cuenta de todas las áreas antes mencionadas y de

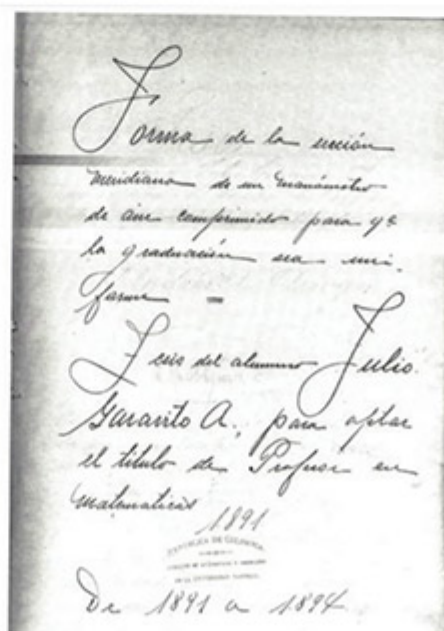


FOTO 4.

CARÁTULA DE LA TESIS PARA SER PROFESOR EN CIENCIAS MATEMÁTICAS (1891). REFERENCIA: ARCHIVO HISTÓRICO, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

FIGURA 5.
CARÁTULA DE LAS NOTAS
DEL CURSO DE CÁLCULO
TOMADAS POR SUS
ALUMNOS, 1912.

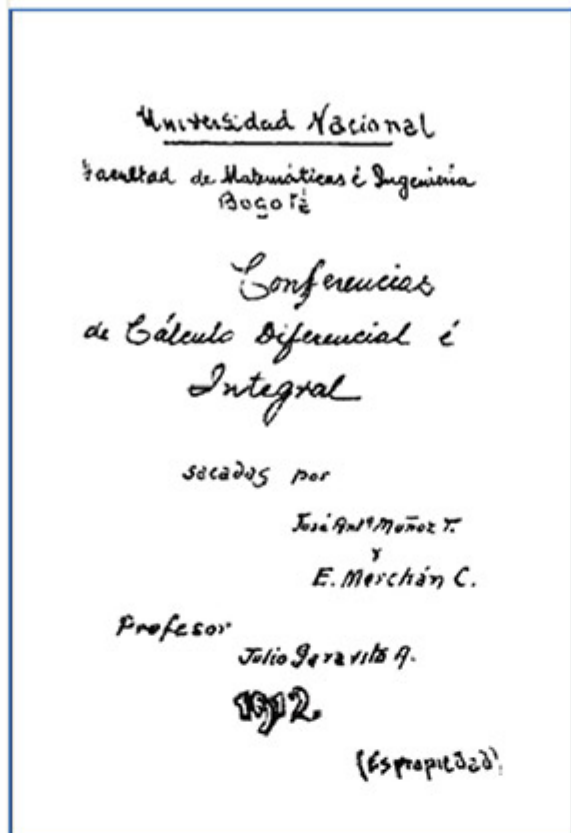
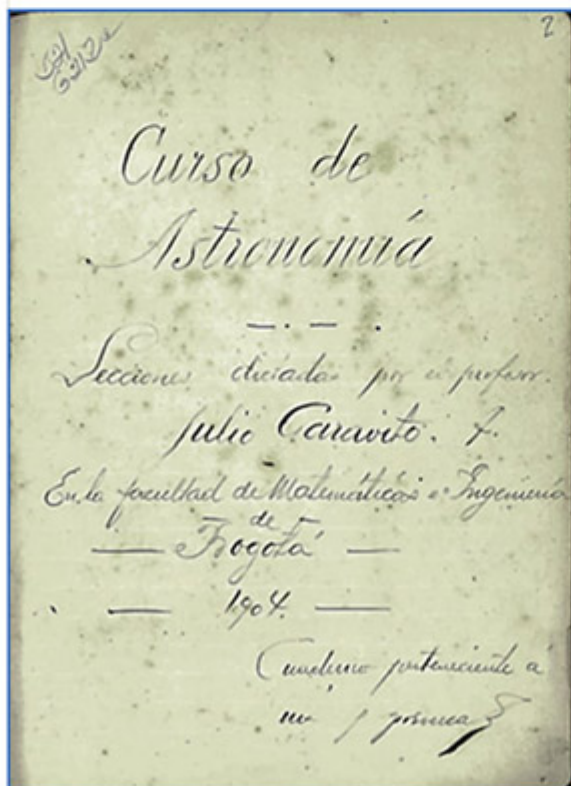


FIGURA 6.
CARÁTULA DE LAS NOTAS
DE CLASE DEL CURSO
DE ASTRONOMÍA, 1904.
TOMADAS POR SU
ESTUDIANTE FONSECA.



otras asociadas a ellas, como la meteorología o la actuaría. A finales del Siglo XIX, durante el desarrollo de las vías de comunicación, particularmente las vías férreas, se requirió de una carta geográfica actualizada, pues la que se tenía había sido hecha años atrás por la Comisión Corográfica dirigida por Codazzi. Esta tarea fue asumida por los ingenieros y, para facilitar su labor, Garavito, con los instrumentos que tenía disponibles en su equipo de trabajo, inventó un método más adecuado para hacer este tipo de labor en nuestras latitudes (4). Este trabajo daría origen a la Oficina de Longitudes, creada en 1902 con el fin de demarcar la frontera con los países vecinos. Luego se fundaría en 1903 la Sociedad Geográfica de Colombia, de la que fue socio fundador.

Como profesor de la Escuela de Ingeniería desde 1891, en la que empezó a reemplazar a sus profesores, se ocupó desde un comienzo de las asignaturas más avanzadas de matemáticas: cálculo diferencial e integral, mecánica racional y astronomía. De sus cursos quedan las notas de clase de cálculo diferencial tomadas por los alumnos Muñoz y Merchán (1912) (Figura 5) y de astronomía (Fonseca, 1904) (Figura 6), las cuales fueron divulgadas por ellos mismos. Durante la Guerra de los Mil Días, tiempo en el que la universidad fue cerrada, se siguió reuniendo con sus alumnos y formaron un grupo que llamaron: Círculo de los Nueve Puntos, donde para entrar se debía dar una demostración original del Teorema de Euler, quienes hacían tertulias científicas en medio de libaciones de café y que funcionó hasta la muerte de Garavito.

La obra científica de Garavito quedó publicada esencialmente en los "Anales de Ingeniería" y reproducida en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales. Pero también quedaron sus estudios, sus borradores de artículos, sus preparaciones de clase y sus intentos de solución de problemas en numerosos cuadernos, 43 de ellos se encuentran en el histórico edificio del Observatorio Nacional en el Centro de Bogotá (5). El contenido de los cuadernos es muy variado, encontramos manuscritos



FIGURA 7.
HOMENAJE A GARAVITO EN EL
BILLETE DE \$20.000

sobre álgebra, geometría, trigonometría esférica, análisis matemático, mecánica racional, mecánica analítica, astronomía, meteorología, probabilidad, actuaría, economía política, psicología y filosofía. También hay allí, mezclados con sus intereses científicos, reflexiones sobre la política colombiana, la vida y la muerte, que reflejan estados depresivos ante la desaparición de sus seres queridos o ante la incompreensión de sus pensamientos por parte de sus contemporáneos. De particular interés para él fue el estudio de las geometrías no euclidianas para refutarlas, la trigonometría esférica de aplicación directa en la astronomía y el cálculo de probabilidades que le permitiría hacer trabajos en actuaría. Sus contribuciones en el campo de la física tuvieron que ver con la balística, el geomagnetismo, la teoría de los electrones, los fundamentos de óptica, la óptica de los cuerpos y medios transparentes en medio relativo, y la aberración de la luz. También se ocupó de la mecánica (6), área en la que se encuentra el mayor número de sus publicaciones, pues son muchas las páginas en sus cuadernos dedicadas al estudio de sus temas de interés, tanto para sus clases de mecánica como para sus investigaciones en las áreas señaladas.

Su trabajo de investigación más relevante tiene que ver con la astronomía. Realizó observaciones del cometa Viscara en 1901, del cometa Halley en 1910, de un eclipse de sol de 1916; pero sin duda su trabajo más importante, denominado: Tablas definitivas para el movimiento de la luna, quedó inconcluso y fue el que le mereció que la Unión Astronómica Internacional, en 1970, le pusiera su nombre a un cráter en el lado oculto de la Luna (7). Además, su conocimiento era tan versátil, que en 1903 realizó las tablas de mortalidad para una población de asegurados entre los 25 y los 94 años de la Compañía Nacional de Seguros, fundada en 1874 (8).

Garavito no se limitó a hacer observaciones del clima de Bogotá, también teorizó sobre meteorología; por ello Pabón (2006) afirma que la historia de la meteorología y de la astronomía en Colombia, están íntimamente ligadas (9).

Para solventar sus estudios en la Universidad trabajó en la Casa de la Moneda como Ensayador, tal vez allí se interesó por la economía y la relevancia del papel moneda. Desde 1899 Garavito comienza a preocuparse por la situación económica y política de nuestro país, y realiza algunos trabajos sobre este tema como, por ejemplo, La crisis económica y fiscal de Colombia, Estudio sobre la teoría de la moneda, y Causas del atrazo (sic) relativo en Colombia, fechado en 1906.

Sin duda, su trabajo denominado **Tablas definitivas para el movimiento de la luna**, que quedó inconcluso, fue el que le mereció que la Unión Astronómica Internacional, en 1970, le pusiera su nombre a un cráter en el lado oculto de la Luna

Las controversias de Garavito y el rechazo a la ciencia moderna

La formación que recibió Garavito en la Escuela de Ingeniería en Bogotá, daba la mayor importancia a la formación matemática de los ingenieros. Esta tradición venía del Colegio Militar, fundado en 1847, que tuvo como modelos a la Escuela Politécnica de París, y la Escuela de Puentes y Calzadas de Francia. Su prestigio, la veneración que recibía de sus alumnos y la multitud de temas de ciencias que manejaba, probablemente le hicieron sentir que no podía equivocarse en sus apreciaciones. Tuvo algunas controversias y no recibió bien las críticas que se le hicieron a sus escritos. Uno de sus más fuertes contendores fue el ingeniero Alejandro López (1876-1940), formado en la Escuela de Minas de Medellín. Allí se daba la formación matemática estrictamente necesaria para la aplicación en la ingeniería. El énfasis en formar hombres de empresa los llevó a la enseñanza de la estadística que los hace pioneros en Colombia. La disputa sobre el tipo de matemática que se debía enseñar a los futuros ingenieros, se dio en la década de 1910 entre los dos líderes; uno de los puntos de discusión fue, justamente, el de la enseñanza de la estadística a la que Garavito, como líder de la Escuela en Bogotá, se opuso radicalmente (10).

Garavito fue un contradictor muy duro con las geometrías no euclidianas y la física de Einstein, pues las primeras son indispensables para la segunda. Estudios del venezolano Duarte (11) y de los colombia-

nos Carrizosa (12), Albis (13) y Martínez Chavanz (12), han mostrado los errores matemáticos que cometió Garavito en su afán de "salvar" a la geometría euclidiana y la mecánica de Newton de la "locura de unos cuantos perversos intelectuales". Desafortunadamente esta forma de pensar, que algunos justifican por la época en que vivió (14), y su enorme influencia, retrasaron la introducción de las matemáticas y la física modernas en Colombia. Pero sin duda, Julio Garavito es uno de los pocos investigadores en ciencias exactas y naturales que tuvo Colombia

Sin duda, Julio Garavito es uno de los pocos investigadores en ciencias exactas y naturales que tuvo Colombia a finales del siglo XIX y comienzos del XX. Su enorme productividad en tan variados campos está siendo estudiada por especialistas en las distintas áreas que cultivó.

a finales del siglo XIX y comienzos del XX. Su enorme productividad en tan variados campos está siendo estudiada por especialistas en las distintas áreas que cultivó, y quizás muy pronto podamos cumplir con la Ley de 1919 que nos exige publicar su obra completa con el juicio crítico de los expertos.

REFERENCIAS

- 1- Un símbolo de la ciencia y de la ingeniería colombiana http://www.escuelaing.edu.co/es/inter-na/un_simbolo_de_la_ciencia_y_de_la_ingenieria_colombiana/1395 Consultado Junio 2015
- 2- Romero, S. De Colombia a la luna, Ed Santa Fe de Bogotá Colciencias, Editorial Panamericana. 1959
- 3- Anales de Instrucción Pública (AIP) 1894, pp.182-188, 261-264, 415-417.
- 4- Determinación astronómica de coordenadas geográficas, Anales de Ingeniería, 1892, No.57.
- 5- Sánchez, CH. Los cuadernos de Julio Garavito. Una antología comentada. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 2007, XXXI: 253-266.

- 6- Martínez Chavanz, Regino. El desarrollo de la física en Colombia de 1860 a 1960, Universidad de Antioquia. 1991. Preprint, p.39.
- 7- Arias de Greiff Jorge. La astronomía en Colombia. Academia Colombiana de Ciencias, Bogotá.1993.
- 8- Ortiz, F. Cálculo de primas y reservas de seguros de Vida elaborado por Julio Garavito basado en el texto de E. Dormoy en 1903. Conferencia en el Congreso Nacional de Matemáticas, Bucaramanga. 2011.
- 9- Pabón C. El clima de Colombia durante los siglos XVI-XIX a partir de material histórico. Parte I Fuentes de Información. Cuadernos de geografía 15, Universidad Nacional, Bogotá, 2006, pp.75-92.
- 10- Mayor, Alberto. Matemáticas y Subdesarrollo: La disputa sobre su enseñanza en la Ingeniería Colombiana de principios del siglo XX. Revista de Extensión Cultural, 1985, No. 19. Universidad Nacional, Medellín.
- 11- Duarte F.J. Sobre las geometrías no euclidianas. Notas históricas y bibliográficas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 1946, 63-80.
- 12- Carrizosa Julio. (1921) Las geometrías no euclidianas y las objeciones de Garavito. Universidad, Nos. 19, 20 y 21.
- 13- Martínez-Chavanz, Regino. El desarrollo de la física en Colombia, Universidad de Antioquia, 1991, preprint.
- 14- Arboleda Luis Carlos y Anaconda Maribel. Las geometrías no euclidianas en Colombia. La apuesta por la geometría euclidiana del profesor Julio Garavito (1865-1920) Quipu, 1994, 11, 7-24.

Para resaltar

Luis María Lleras (1842-1885), le dijo a su hijo Ricardo Lleras Codazzi (1869-1941):

"Ese hombre que se expresa con tanta dificultad es, de todos los estudiantes que he conocido, el único que tiene verdadero espíritu matemático; fíjate cómo razona, en el rigor de su lógica y en lo profundo de su análisis, y verás que es realmente una inteligencia superior: el será el Lino de Pombo de tu época".

Tomado de Ricardo Lleras Codazzi, Julio Garavito Armero (Notas íntimas).
El Catolicismo, marzo 20 de 1920.

An artistic illustration featuring two black silhouettes of human heads in profile, facing each other. The interior of the heads is filled with a light blue color. Scattered throughout the blue areas are numerous stylized atomic symbols, each consisting of a central nucleus with three elliptical orbits. Some of these symbols have small red hearts at their centers. Additionally, several solid red hearts are floating in the blue space between the two heads. The background is a solid blue color with faint, white, wavy lines at the top. The title text is overlaid on the upper part of the heads.

ENAMORA- MIENTO DE LO ABSTRACTO A LO BIOQUÍMICO

Me gusta

LEONARDO R. LAREO, PhD

IN MEMORIAM

RESUMEN

Siempre hemos pensado que el amor es un sentimiento que se genera desde el corazón y que enamorarse es un proceso abstracto, difícil de definir, que se asocia con “mariposas en el estómago” y sentirse feliz cuando estamos cerca del ser que despierta ese sentimiento. Pocas veces el amor se asocia con hormonas o con una cascada de actividades químicas que funcionan en tiempos limitados. En este artículo se presentan los tres momentos bioquímicos por los que pasamos cuando nos enamoramos, y abre la puerta para pensar si podremos llegar a desarrollar drogas que logren generar amor.

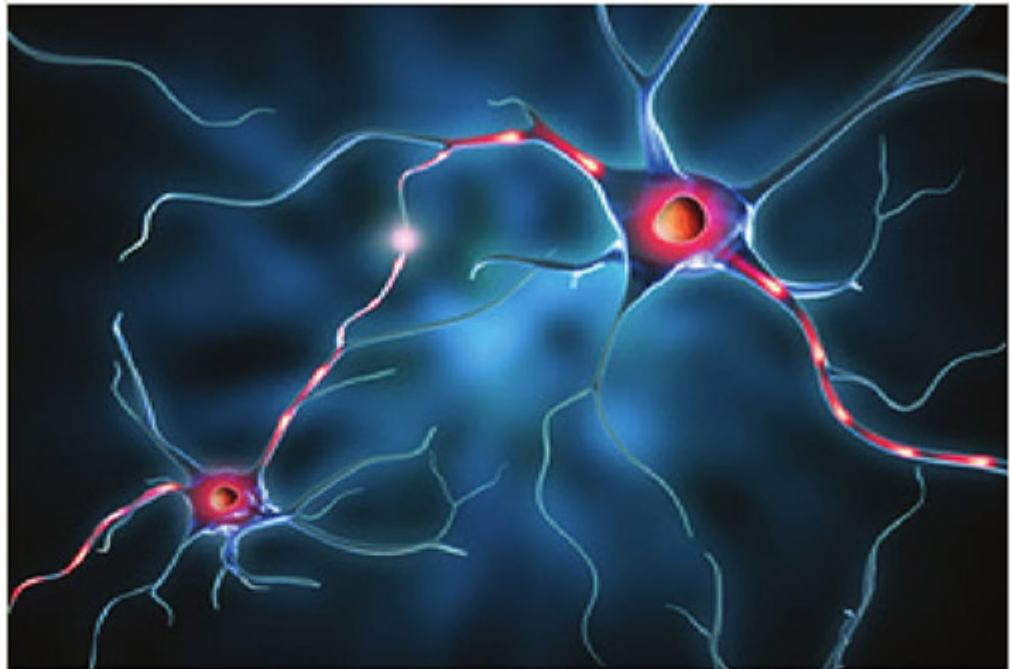
Los elixires del amor no pasan de moda. Si hace siglos eran los hechiceros los encargados de preparar cocteles para generar pasiones, hoy son los científicos quienes buscan las drogas del enamoramiento. El amor es un concepto universal relativo a la afinidad entre seres, definido de diversas formas según las diferentes ideologías y puntos de vista.

Un primer aspecto que podemos discutir es si el enamoramiento es un evento bioquímico y, de serlo, si es posible inducirlo consumiendo algún fármaco. Para entender este proceso del enamoramiento, debemos mencionar cómo funciona y cómo se transmiten los mensajes en el cerebro.

Las neuronas son las células cerebrales que están constituidas por axones, dendritas y el cuerpo celular. Los axones son largas fibras que llevan la señal desde el cuerpo neuronal hacia la siguiente neurona; por su parte, las dendritas son las fibras que forman las redes neuronales que transmiten las señales eléctricas al cuerpo celular. El punto de encuentro entre el axón de una neurona y la dendrita de la otra se llama sinapsis; a través de las sinapsis pasan los neurotransmisores, que son moléculas que llevan los mensajes de una neurona a otra por medio de impulsos eléctricos (1,2). Figura 1. Estos neurotransmisores cerebrales se producen, para el caso del enamoramiento, cuando se tiene contacto con la persona de la que nos vamos a enamorar.

En una relación amorosa se pueden distinguir una serie de etapas que podemos identificar claramente, pues todos las hemos vivido con una u otra intensidad. Lo primero que nos sucede es un proceso

FIGURA 1
NEURONAS EN SINÁPSIS.
FIGURA DE CREATIVE
COMMONS MODIFICADA
POR ANDREA URIBE
GUTIÉRREZ Y SOFIA SAENZ.



de atracción inicial. No sabemos por qué, pero “nos gusta”, “nos atrae”; desarrollamos un sentimiento de deseo. Este fenómeno que dura pocos minutos parece estar regulado por las feromonas, unas sustancias volátiles, aromáticas, de alta especificidad entre las especies y los individuos. Estas sustancias una vez excretadas, son liberadas y transportadas por el aire llegando a individuos del sexo opuesto, llamando su atención. Así mismo, estas sustancias logran preservar la especie, pues al llamar la atención del sexo opuesto despiertan un interés por activar sus mecanismos reproductivos.

El término feromonas se deriva del griego pherato, que significa transferir, y horman, que significa excitar; de esta forma se puede definir este nombre como el mecanismo que transfiere excitación. En realidad son moléculas liberadas por los humanos, los insectos o los animales, para inducir cambios de comportamiento en otros individuos de la misma especie. Son mecanismos de señalización que se

FIGURA 2.
SUSTANCIAS
QUE INTERVIENEN EN
EL ENAMORAMIENTO.



encuentran en distintos fluidos corporales tales como: orina, saliva, secreciones genitales o sudor. Dependiendo de sus mecanismos de acción pueden dividirse en dos grupos, las de acción a corto plazo, actuando como repelentes o atrayentes, y las de acción a largo plazo, que trabajan a través de la vía glandular sobre la vía hipotálamo-pituitaria. Es así que las feromonas transportan mensajes de alarma, territorialidad, agregación, información o sexo (3).

Las feromonas llegan vía respiratoria y alcanzan, al interior de la nariz, el llamado órgano vomero-nasal, en el cual generan una serie de estímulos nerviosos que son interpretados por el cerebro como atracción. Pero ellas no trabajan solas, también se ha observado que en esta etapa se aumenta la secreción de hormonas sexuales tipo testosterona y estrógenos, reforzando las características propias del género masculino y femenino, respectivamente (4,5).

Después de la atracción visual se inicia la segunda etapa, que corresponde a la interacción. Esta es una época de profundo "enamoramiento" en la que, sin la persona que nos estimula, todo se nos

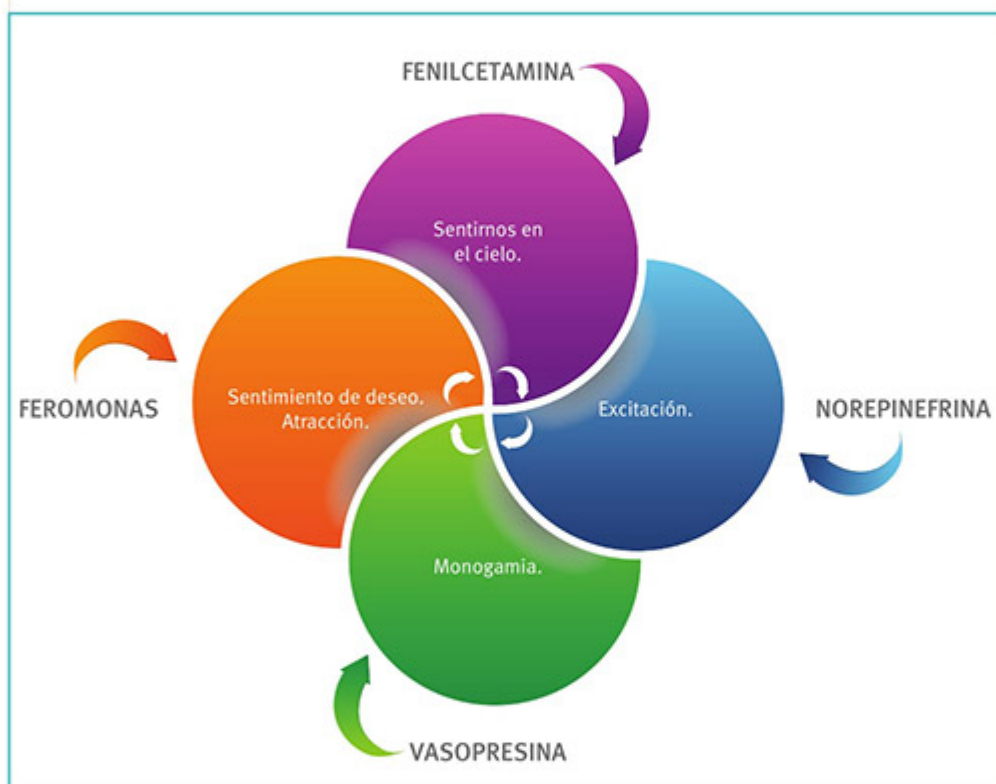


FIGURA 3.
EFFECTO DE LAS HORMONAS
SOBRE EL COMPORTAMIENTO
DEL SER ENAMORADO

vuelve difícil y tortuoso, mientras que en su compañía o presencia real o virtual, teléfono, carta o correo electrónico, todo es fácil y "color rosa". Detrás de ese sentimiento que "enceguece", el cuerpo está generando grandes cantidades de unas sustancias denominadas monoaminas, entre las que están la feniletilamina, dopamina, serotonina y norepinefrina, las cuales no son más que anfetaminas endógenas. Figura 3.

Recordando, las anfetaminas son bien conocidas por ser drogas que generan adicción y que en el individuo que las consume producen sensación de alerta, falta de apetito y mucha energía, lo cual es una sensación bastante "agradable". Estas son anfetaminas exógenas, o sea, productos químicos sintéticos de venta restringida. Pero las anfetaminas del amor no son sintéticas, son producidas por nuestro organismo y producen sensaciones similares, es decir, en esa segunda etapa del proceso de enamoramiento se está "dopado" cuando se está en presencia real o imaginaria de la persona amada.

FIGURA 4
FIGURA DE CREATIVE
COMMONS MODIFICADA
POR ANDREA URIBE
GUTIÉRREZ Y SOFIA SAENZ.



Todos los síntomas de esta etapa, como la sudoración palmar, el desapego de las cosas mundanas y el placer de ver u oír a la otra persona, han sido síntomas identificados clínicamente como los efectos de una sobredosis de anfetaminas. De manera más específica, la dopamina es la que genera esa sensación de placer, la fenilcetamina nos lleva a “sentirnos en el cielo”, la serotonina nos lleva a “mantener el control” y la norepinefrina es la que genera excitación, lo que hace que el corazón lata más rápido produciendo sudoración y euforia. Estas sustancias también son neurotransmisores.

Esta segunda etapa puede tener una duración de algunos meses. Pero, ¿por qué cada una de estas etapas termina en tiempos relativamente cortos? En el organismo existe un fenómeno denominado “umbral”, es decir; cuando se tiene un estímulo este se siente con una intensidad inicialmente, pero luego el cuerpo se va adaptando a dicho estímulo y cada vez se sentirá con menos intensidad. El organismo se torna cada vez más refractario al estímulo, lo que implica que cada vez se requerirá mayor intensidad del estímulo o nuevos estímulos para volver a sentir lo mismo que antes.

Finalmente, la tercera etapa es la de la estabilización de la relación, el apego a la pareja, caracterizado por un proceso más calmado, no necesariamente relacionado con el acto sexual, sino a la compañía, la confraternidad y la vida en común. En esta etapa el cuerpo ya se hizo refractario a las feromonas endógenas y entonces, para lograr la satisfacción y el bienestar asociado a la búsqueda de la felicidad, que es un anhelo en todos los seres humanos, se inicia la producción de unas sustancias químicamente más fuertes, donde están las endorfinas y las encefalinas. Las endorfinas son denominadas las morfina endógenas, ya que su función y capacidad de interacción es altamente similar a la del alucinógeno, y como tal, es capaz de producir sentimientos de euforia y de gratificación (6,7).

Dentro de las sustancias que intervienen en esta etapa del amor, están tres tipos de hormonas: la oxitocina, que es una hormona liberada cuando dos personas se tocan o se abrazan, y que también es secretada en altas cantidades durante el parto, pues es la que induce las contracciones. La segunda hormona que se activa es la vasopresina, relacionada con la monogamia o el interés de permanencia

con esa misma persona de manera exclusiva. El tercer grupo de hormonas son las endorfinas, que se conocen por ser estimulantes del sistema inmune (4).

El conjunto de endorfinas y encefalinas genera en el enamorado una sensación de placer y tranquilidad, que permanecerá en la pareja por algunos años, de cuatro a siete, época en la que se iniciará de nuevo un proceso refractario a dichas sustancias y a sus niveles, por lo cual se requiere “alimentar” el amor con nuevos estímulos (no necesariamente con otra persona, solo nuevos estímulos). Cuando llega este periodo y no se generan dichos estímulos renovadores, se presentan las bien conocidas crisis de los siete años, el cual no es necesariamente un mito, es un evento bioquímico generado por haber sobrepasado el umbral. Ya las endorfinas y las encefalinas, no logran mantener activos los movimientos neuronales, llevando a sentimientos que se confunden con el desinterés o poca motivación.

Como se puede concluir hasta ahora, el enamoramiento y las relaciones de pareja son expresiones fisiológicas de moléculas que van y vienen dentro de un contexto de educación, costumbres, ambiente psicosocial y estructura de personalidad de quien lo siente.

Quedan dos relaciones afectivas por explicar: la amistad y el amor maternal. Para la amistad parece que todo queda a nivel de las feromonas que nos generan la atracción y empatía entre individuos, sin que se llegue a estimular lo suficiente para pasar a la siguiente etapa. El amor maternal, es otro fenómeno de gran complejidad bioquímica. Se han identificado en la leche materna, cuando es digerida, la existencia de péptidos de tipo opioide, similares y más potentes que las endorfinas endógenas, y que el bebé es capaz de absorber desde su tracto gastrointestinal dada la inmadurez del mismo. Son estas sustancias las que generarán en el infante la sensación de seguridad, placer, paz y bienestar, que refleja en cada una las interacciones con su madre.

Para terminar queda la duda: ¿podremos llegar a enamorarnos con un tratamiento médico? El conocer los mecanismos cerebrales y el efecto que tienen cada uno de los neurotransmisores que se elevan durante las diferentes etapas de estos procesos afectivos, no nos aleja de contar con terapias farmacológicas para despertar el enamoramiento, las cuales serían similares a aquellas terapias prescritas para la ansiedad, la depresión, las fobias o los desórdenes postraumáticos.

Con los avances de la biotecnología, estos mismos neurotransmisores se pueden sintetizar de forma artificial, al igual que se pueden sintetizar variantes de ellos que no necesariamente lleguen a desencadenar el enamoramiento, pero que logren sentimientos similares como despertar la capacidad de sentir cariño, un sentimiento que compartimos con otros animales.

REFERENCIAS

- 1- El cerebro y los neurotransmisores <http://www.ejerciciocerebral.com/2009/06/el-cerebro-y-los-neurotransmisores.html>. Consultado Enero 2015
- 2- Roth-Deri, I. Green-Sadan, T. Yadid, G. b-Endorphin and drug-induced reward and reinforcement. *Progress in Neurobiology* 86 (2008) 1–21
- 3- Taymour M, Ghada E., Ashraf, H. Pheromones in sex and reproduction Do they have a role in humans? *Journal of Advanced Research* (2012) 3, 1–9
- 4- La química del amor. Disponible en: <http://www.silviamar.com/Spanish/Documentos/amor.htm>. Consultado Enero 2015
- 5- ¿Qué son las feromonas? Disponible en: <http://www.athenainstitute.com/spanish/pherodef.html>. Consultado Enero 2015
- 6- Las endorfinas, ¿la clave de la felicidad? Disponible en: <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1646> Consultado Enero 2015

Espejito
del
Curulero

LA
METAMORFOSIS
VISTA DESDE LA PANTALLA

REPORTERÍA ACAC

www.acac.org.co

RESUMEN

*Desde la editorial de la revista I&C continuamos reseñando documentales elaborados por colombianos, que contribuyen a fomentar una mayor apropiación social de la ciencia. En esta oportunidad el turno es para "Espejito del Curubo", un espacio filmico donde se muestra el ciclo de vida de una mariposa, la forma como evita a sus depredadores y su proceso de reproducción, metamorfosis y migración hacia la gran ciudad. Simultaneo a este proceso está la planta de la Curuba (*Passiflora Mollissima*), creciendo como buena trepadora en clima tropical frío y prestando sus hojas y los néctares de sus flores, para que la mariposa continúe poblando el bosque.*

“Espejito del Curubo” es un documental realizado por cineastas y artistas colombianos, que se arriesgan a aprender del mundo de la naturaleza valiéndose de la observación detallada de su entorno y el diálogo con expertos en la vida de las mariposas: biólogos, botánicos y ecólogos, que aprovechando técnicas de macrofotografía y time lapse, lograron documentar la vida de los insectos y generar las imágenes reales en campo y en los estudios “Insecta Studio”. Con estas imágenes adaptaron la historia de una mariposa y las aprovecharon para resaltar la belleza natural con la que cuenta nuestro país, su diversidad en flora y fauna, la exuberancia de sus paisajes y la gran creatividad de su gente.

En esta ocasión, Carolina Pardo, junto a Mario Cubillos y Jhon Jairo de los Ríos, evidencian algunos procesos biológicos, como lo son el ciclo de vida de las mariposas, sus estrategias para librarse de los depredadores, la reproducción con su consecuente metamorfosis y su contribución con procesos de polinización de plantas. Dos son los protagonistas de la historia. Uno de ellos es una hermosa mariposa (su nombre científico es *Dyonne Glycera*, que pertenece a la subfamilia *Heliconiinae*), a la que llaman “espejito”, nombre que se deriva de las manchas plateadas colocadas en la parte ventral de sus alas, ya que en su parte dorsal está la gama de colores anaranjados con negro con las que embellece el bosque, pero que a su vez son tóxicos para las aves que son sus mayores depredadores.

Es en la cara ventral desde donde los espejos logran reflejar los rayos del sol y los colores de las plantas. Cuenta Giovanni Fagua, entomólogo de la Universidad Javeriana, que las *Dyone*, al igual que todos los *heliconius*, utilizan la parte ventral de sus alas para generar el efecto de disrupción:

mecanismo de destello que se produce en el ojo del depredador y que se desencadena cuando la luz del Sol es reflejada por los espejos de las alas de la mariposa, produciendo un destello que aturde y retarda el movimiento del depredador, dándole tiempo a la mariposa a desplazarse del lugar calculado por el depredador para alcanzarla. Es como el efecto de una luz fuerte y repentina en el ojo. Esta disrupción es una buena estrategia que tienen los “espejitos” para aumentar su probabilidad de sobrevivir.

El viaje de “Espejito del curubo” inicia en el bosque húmedo tropical frío, exactamente en los Andes Colombianos, donde comparte con otros insectos los procesos de polinización de las plantas, mientras que pasa su tiempo buscando las hojas de la Curuba, lugar preferido para colocar sus huevos fecundados. (Figura 1)

FOTO 1.
ESPEJITO DEL CURUBO.
MARIPOSA HEMBRA, DE LA
ORDEN LEPIDÓPTERA, PRINCIPAL
PROTAGONISTA DE ESTE
DOCUMENTAL.



La polinización la realiza llevando en sus patas el polen y dejándolo en las plantas donde llega buscando alimentarse del néctar de sus flores, o en donde decide dejar sus huevos que fueron fecundados algunos días atrás por un macho que la conquistó con su rápido aletear. Cuenta la historia que una sola cópula es suficiente para fecundar todos los huevos de la hembra y que ella pasa su vida depositándolos en hojas sanas de plantas que encuentra mientras llega a la capital, donde fallece después de un fuerte aguacero. Además del color de sus alas, la mariposa cuenta con estructuras similares a las uñas, las cuales utiliza para agarrarse con fuerza de las hojas o las flores, y prevenir que los vientos la empujen en los momentos de desove. Como órgano de localización, sus vellos y antenas son las que le informan de la dirección del viento, la temperatura ambiental y los olores a que se acerca, o los que repele por instinto de conservación.

De manera alterna a la grabación del documental, la directora aprovecha a otro entomólogo, el señor Gonzalo Andrade del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, quien le cuenta que el volar de las mariposas se debe a movimientos generados desde su abdomen, en el que tienen unos músculos que se compactan o dilatan en respuesta a un estímulo nervioso. Las mariposas tienen cuatro alas, dos a cada lado de su abdomen, que al subirlas permiten visualizar las manchas plateadas que tienen por debajo, que son las que reflejan los rayos del sol, haciendo de espejo, y permitiendo que sean llamadas Espejitos del páramo. Para la filmación del documental, el vuelo de la mariposa se desarrolló usando las técnicas de croma key y de animación en tres dimensiones.

La otra protagonista del documental es, sin duda, la planta trepadora de la Curuba, común en la cultura de los cundiboyacenses, conocida por su nombre científico *Pasiflora Mollísima*. Esta se caracteriza por la capacidad de crecer sobre cualquier superficie en ambientes rurales y urbanos, lo cual la ha convertido en nicho de varias especies de insectos y aves, contriuyendo a la conectividad entre el campo y la ciudad. Las mariposas espejito saben reconocer las hojas de la Curuba y depositan allí sus huevos para que se desarrolle una nueva progenie (Figura 2). Para crear el personaje de la planta de Curuba, la productora del documental utilizó la técnica de animación cuadro a cuadro, realizada en el estudio de animación Animaedro.



FIGURA 2.
FOTO DE LA HOJA DE
LA CURUBA, QUE ES
RECONOCIDA POR ESPEJITO
PARA COLOCAR SUS HUEVOS

Finalmente, las diferentes imágenes filmadas se acoplaron en la fase Composición Digital y Corrección de Color, a cargo de la Casa de postproducción Gato Encerrado, logrando así tener esta filmación de 50 minutos de duración, que nos transporta a los bosques húmedos tropicales fríos para que vivamos, junto con la mariposa, el trabajo de ser parte de la naturaleza, sobrevivir a los impases del medio ambiente, cuidarse por mantener la especie y morir después de haber cumplido dos de sus misiones: reproducirse y mostrarnos cómo es de hermoso nuestro bosque tropical y cómo la vida está llena de espejos que amplifican la capacidad que tenemos de soñar a través del arte.

Con estos dos actores transcurre la historia, pues mientras la mariposa viaja y deposita muchos huevos ya fecundados sobre las hojas de la pasiflora, estos se desarrollan buscando llegar a su adultez para continuar el ciclo de vida. Una vez depositados, los huevos pasan cinco días, tiempo durante el cual se forma una cápsula cristalina y transparente de la que brota una oruga, que inicialmente tiene 4 mm de longitud, y que va creciendo y cambiando de piel cada 6 o 7 días, y mostrándose cada vez más amenazante con estructuras similares a espinas, que la hacen ver agresiva y la previenen del ataque de los depredadores. Esta etapa tiene una duración de hasta 20 días, logrando alcanzar un tamaño de 6 centímetros de largo.

Como oruga, come y camina. Se alimenta de las hojas de la pasiflora, que de manera adaptativa ha logrado producir un veneno con el cual muchos insectos morirían, menos las mariposas, para quienes el veneno no les es tóxico sino, por el contrario, parecen convertir la hoja de la Curuba en su único alimento.



Foto 3.
PLANTA DE LA CURUBA.
PLANTA TREPADORA DE CLIMA
FRÍO. OBSERVE SU TALLO,
LA FLOR Y EL FRUTO

Finalizando esta etapa de oruga, y sobre la misma pasiflora, inicia un proceso de secreción de seda producida en su mandíbula, con la que construye un bulto de seda que se pega a los tallos de la planta y le sirve de lugar para depositar su extremo anterior, de donde se prende, se descuelga y queda inmóvil, en estado de crisálida o pupa, consumiendo sus reservas energéticas para construir una estructura tipo “momia”, entre la cual va a crecer hasta convertirse en mariposa adulta. Esta etapa de su metamorfosis tiene una duración cercana a los 18 días (Figura 4).

Este es un momento difícil para la mariposa en formación, pues es vulnerable a los otros insectos que fácilmente pueden alimentarse de ella. Para evitarlo, su estructura se mimetiza quedando del color de una hoja seca que cuelga de la enredada planta. Así, quieta y cubierta como “momia”, pasan varios días más de crecimiento, hasta que su gran tamaño rompe esta estructura y brota la nueva mariposita que nace de tamaño adulto y, gracias a los rayos del Sol o a la temperatura del ambiente, logran elevar la temperatura de su cuerpo para iniciar su vuelo, buscando una nueva pareja y más hojas de Curuba para continuar poblando el planeta de lindos espejitos de curubos.

Estas hermosas especies no solo andan por los bosques fríos, también se han adaptado a la ciudad y es por eso que eventualmente las vemos en los jardines de las casas. Nos recuerdan los productores

del documental, que cuando veamos una de ellas volando entre las flores del jardín, no sería raro que cerca, en nuestra mole de concreto, alguien haya sembrado una planta trepadora de Curuba.

Este hermoso documental fue ganador de un estímulo económico para su realización, por parte del Fondo para el Desarrollo Cinematográfico del Fondo Mixto de Promoción Cinematográfico, entidad adjunta al Ministerio de Cultura de Colombia, en el año 2008, bajo la dirección de Carolina Pardo y la producción de Mario Cubillos y Jhon Mario de los Ríos. Los productores la realizaron con el objetivo de ofrecer un material audiovisual, a través del cual las personas puedan aprender acerca de lo sutil e invisible al ojo humano y puedan así experimentar de cerca la vida de los insectos. El documental está siendo usado en varias experiencias educativas, para sensibilizar sobre la importancia de los insectos y plantas nativas para la sostenibilidad de nuestro medio ambiente.



FOTO 4.

PROCESO DE LA METAMORFOSIS. OBSERVE CADA UNO DE LOS PASOS POR LOS QUE PASA EL INSECTO EN SU PROCESO DE METAMORFOSIS, DESDE EL ADULTO QUE DEPOSITA LOS HUEVOS, LOS HUEVOS FECUNDADOS EN CRECIMIENTO, LARVAS ALIMENTÁNDOSE DE LAS HOJAS DE LA CURUBA, LA ETAPA DE PUPA, TIPO MOMIA, Y DE NUEVO LA MARIPOSA ADULTA.

NOTA: Todas las fotos de este documento son propiedad exclusiva de Carolina Pardo, Mario Cubillos y Jhon Jairo de los Ríos

SI ESTÁ INTERESADO EN SABER MÁS SOBRE ESTE IMPORTANTE TRABAJO:

- Para conocer más acerca de este proyecto pueden visitar la colección de fotografías en el sitio web: <https://www.flickr.com/photos/62771051@N05/with/8692779907/>
- Para conocer más fotos de la producción puede acceder al sitio web: <https://www.flickr.com/photos/espejito/with/3695490426/>
- Talleres de mariposas Espejito y sus plantas hospedadoras. Festival de Cine Independiente de Villa de Leyva y Jardín Botánico de Bogotá. <https://www.flickr.com/photos/62771051@N05/>

CONSTRUIR PAÍS A TRAVÉS DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

EXPOCIENCIA-EXPOTECNOLOGÍA
26 AÑOS

REPORTERÍA ACAC

www.acac.org.co



xiv expociencia
expotecnología 2015

RESUMEN

Expociencia - Expotecnología es la feria más grande que tiene el país en ciencia y tecnología. Es una oportunidad para experimentar, aprender, transformar e inspirarse, es un espacio para construir país y crear soluciones a nuestros desafíos presentes y futuros, y es un lugar de encuentro para crear redes de generación y transmisión del conocimiento. Organizada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) es quizás uno de los espacios más representativos para lograr una apropiación social de la ciencia.

Las ferias son espacios que asociamos con multitudes, comida, música, bulla, encuentros sociales y familiares, en torno a los cuales giran diferentes actividades culturales. Su origen data de la época del Antiguo Egipto, el Imperio Romano y las civilizaciones griegas, donde los mercaderes aprovechaban estos encuentros con los comerciantes locales para negociar la mercancía. Con la caída del Imperio Romano la actividad comercial desapareció y, con ella, desaparecieron las ferias.

Años más tarde, con el emperador Carlomagno, renació el comercio y la necesidad de celebrar festividades religiosas agrupando muchas personas, dando oportunidad a la generación de espacios que eran aprovechados para socializar, divertirse y compartir. Con el paso del tiempo, las ferias se fueron popularizando y entre los siglos XVII y XIX, con el apogeo industrial, pasaron de ser el lugar de intercambio comercial a ser espacios de socialización de los avances científicos y tecnológicos de los distintos países donde se realizaban. Surgieron entonces las ferias temáticas, en las se reunían multitudes de personas para dialogar sobre temas específicos e intercambiar productos relacionados (1).

En Colombia, Antioquia es el departamento con mayor número de ferias. Quizás la más famosa es la Feria de las Flores, ampliamente reconocida por el trabajo de los artesanos y la belleza de sus productos. A nivel de ciencia y tecnología, si bien Antioquia también lidera esta actividad, en Bogotá existe desde hace más de 25 años la feria más grande del país en esta temática. Se trata de Expociencia – Expotecnología, un laboratorio para el aprendizaje y la apropiación de la ciencia. Son cuatro días llenos de experiencias en donde tanto adultos como niños, viven, gozan, aprenden y se divierten con el conocimiento, logrando muy buenos resultados en su proceso de aprendizaje, quizás similares a



los que se consiguen después de varias semanas de estar sentados en sus pupitres del colegio o de varias noches leyendo textos para ponerse al día con el estado del arte. Esto, más que una feria, es una semana para encontrarse con la gente que le gusta la ciencia y para vivir una experiencia inolvidable.

Relacionar el arte con la ciencia es una buena manera de fomentar su comprensión y entendimiento. Arte, ciencia, religión, cultura, magia y tecnología, son palabras que se entrelazan en la historia de la humanidad y que utilizan recursos comunes. Un ejemplo de esto es la astronomía, la cual ha sido fuente de inspiración para científicos, literatos, astrólogos y matemáticos, quienes encuentran en ella un soporte para asociarla con su quehacer y utilizarla para la enseñanza. Por otra parte, como lo plantea Marisol Ramos, “es innegable que la literatura, la pintura, la música y la plástica, tienen conexiones indiscutibles con la física, la química, la matemática y la astrología” (2).

El tener un espacio compartido por varios museos, estimula que ellos se hablen entre sí y busquen estrategias para mejorar su actividad divulgadora. Mirándolo desde los ojos de un niño, el Museión es un espacio para que ellos jueguen y aprendan de arte y de ciencia.

Todas estas expresiones artísticas han sido las “musas” que inspiraron a ACAC para incluir dentro de su feria el Museión, pabellón dedicado a ofrecer una experiencia vivencial en torno a temáticas relacionadas con las piezas de arte de los distintos museos del país. Estas piezas, en calidad de préstamos, son expuestas en el marco de una historia elaborada por un curador de arte.

Este espacio ferial se creó después de tener la experiencia de fundar Maloka, y lo que busca es traer los museos a las personas, en especial a los niños, y permitirles ver sus obras de manera

cercana, enseñándoles lo que es el respeto por el arte y la historia. El tener un espacio compartido por varios museos, estimula que ellos se hablen entre sí y busquen estrategias para mejorar su actividad divulgadora. Mirándolo desde los ojos de un niño, el Museión es un espacio para que ellos jueguen y aprendan de arte y de ciencia.

El nombre de Museión se le dio a esta actividad hace varios años, y en él se unen dos palabras “museo” e “ión”, pretendiendo mostrar la delgada línea entre el arte y la ciencia. Para las actividades de este pabellón,



los museos ya conocen la dinámica. A ellos se les reta con el tema central de la feria, llevándolos a buscar dentro de sus colecciones las piezas que aplican para ese momento. Estas son enviadas a un curador, quien las reúne y arma un taller práctico, algunos juegos, concursos y conferencias alrededor de su historia.

Wikipedia define una feria como “un evento económico, social o cultural que puede estar establecido o ser temporal, y que puede tener lugar en sede fija o desarrollarse de forma ambulante. Las ferias suelen estar dedicadas a un tema específico o tener un propósito común” (3). A esa definición le hace falta reforzar el concepto de aprendizaje y apropiación, ya que después de 25 años de organizar Expociencia - Expotecnología, ACAC está convencido de que una feria con estas temáticas se constituye en un mecanismo para llevar el conocimiento a la sociedad, así como para hacer entender al público que avanzar en ciencia es avanzar hacia un país desarrollado.

Conscientes de que la feria es un espacio donde se reúnen varios de los actores de la sociedad, de todos los estratos y gustos, Corferias abre sus grandes pabellones y permite que se llevan a cabo varias actividades que transcurren simultáneamente. Uno de sus pabellones está dedicado al trabajo con los niños, a través del encuentro infantil y juvenil, donde los niños que llegan de todas partes del país canalizan su curiosidad y aprenden de la importancia de la ciencia y la tecnología en Colombia. Un portal argentino afirma que estos espacios tienen gran relevancia en la educación, puesto que son lugares para “exposiciones públicas de trabajos científicos y tecnológicos realizados por jóvenes, en las que estos efectúan demostraciones, ofrecen explicaciones y contestan preguntas sobre los métodos utilizados y sus conclusiones, a la vez que un jurado idóneo evalúa y selecciona los mejores proyectos para las sucesivas instancias” (4).

En un segundo pabellón se llevan a cabo exposiciones, charlas magistrales y actividades formales de divulgación, en donde se presentan científicos reconocidos de talla mundial para exponer y compartir sus conocimientos con el público interesado. En este mismo pabellón se realizarán este año, varios conversatorios con importantes personalidades y científicos. Uno de ellos estará dedicado a la crítica de la comunicación científica en nuestro país. Otro es el foro del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), que girará en torno a la dinámica de mostrar los avances y generar conocimiento a través de las experiencias de otros. En él se espera una dinámica de diálogo entre las universidades acreditadas y no acreditadas con el Ministerio de Educación Nacional. Por su parte, un tercer conversatorio se llevará a cabo entre las personas dedicadas a la política de ciencia y tecnología en Colombia. Vale la pena re-



cordar que ACAC es gestora y promotora de la Ley 29 de 1990, del Decretos-Ley de 1991 y de la Ley 1286 de 2009, todas ellas tendientes a promover programas, proyectos y actividades de ciencia, tecnología e innovación, para el desarrollo de la investigación colombiana.

Un cuarto espacio de conversación se abrirá para jóvenes pertenecientes a semilleros de investigación, donde se espera compartir experiencias, beneficios y dificultades de esta actividad académica, que busca encontrar y cultivar el interés de ser científico dentro de los jóvenes pertenecientes a carreras que cuenten con actividades investigativas. El último día de la feria, científicos reconocidos de todo el país están invitados a sostener conversaciones con los estudiantes que deseen hablar con ellos. En este ambiente relajado, los niños y jóvenes podrán ver que un científico es una persona común y corriente que ha dedicado su vida al estudio y a la producción de conocimiento.

El tercer pabellón de Corferias incluye la muestra comercial, donde las universidades, institutos, centros de investigación y colegios, usan un espacio para mostrar a los visitantes a la feria las bondades de su institución, su actividad diaria y la importancia que ellos tienen en la sociedad. Las versiones anteriores del evento han demostrado que este tipo de actividades son buenos espacios para divulgar la ciencia a partir de la exposición de las investigaciones que realiza cada institución, un ejemplo de ello es que los asistentes han tenido la oportunidad de observar cómo las universidades montan laboratorios, llevan microscopios y les enseñan a los niños algo del mundo en la escala de lo microbiano. Otras los deleitan con sus experiencias en física, química y astronomía.

Para entender un poco más de la feria, desde la revista conversamos con tres directivos de ACAC, el Doctor Eduardo Posada, Presidente; la Doctora María Piedad Villaveces, Directora ejecutiva; y la Doctora Matilde Mendieta, Subdirectora. Quienes nos dieron su visión de este gran evento.

Eduardo Posada comenta que son tres los principales legados que esta asociación le está dejando a la sociedad. El primero de ellos fue el haber trabajado arduamente en la construcción de la ley colombiana sobre ciencia y tecnología; el segundo, haber contribuido en la creación de Maloka y, el tercero, el haber montado hace 26 años la primera feria y continuar realizándola, cada vez con mayor empeño y vehemencia, hasta lograr incluirla dentro de la sociedad como un evento relevante donde se presentan los avances que en ciencia y en tecnología se están llevando a cabo en el país, donde se brinda a todos los públicos un espacio atractivo para vivir la ciencia.



La Doctora María Piedad Villaveces, considera que esta feria, además de ser la más grande que se realiza en el país de manera ininterrumpida, es un verdadero ejercicio de apropiación social de la ciencia y que forma parte de otra de las estrategias que ha tenido ACAC desde su fundación hace 45 años, que consiste en “sacudir a la población colombiana en los temas de ciencia y tecnología”, para luego lograr entenderlos, participar de ellos, integrarlos dentro de nuestra cultura y estar detrás de lo que significa divulgar el conocimiento científico y su importancia.

Por su parte, Matilde Mendieta nos cuenta que la feria es un gran proyecto que termina en una puesta en escena que dura cuatro días. Tiene una estructura que le da una gran trascendencia en el país, puesto que es la fuente de muchas semillas que ya están siendo cosechadas en personitas que, a partir de su asistencia a la feria, han tomado decisiones de vida, como por ejemplo estudiar determinada carrera o identificar un camino para continuar su rumbo en la vida.

A esta feria asisten personas especializadas, conocedoras o interesadas en temas de ciencia, además de niños que son considerados simpatizantes de esta rama del conocimiento. Los profesores que llevan a los pequeños a ser parte de este evento, son docentes que optan por trabajar en aplicaciones científicas y que tratan de mostrarles a sus alumnos la importancia de estos temas para la vida. Hay maestros que siempre van y que año a año se acercan más a esta causa, convirtiéndose en promotores de la feria. Otro grupo de personas que asisten son los colegios de fuera de Bogotá, quienes han vivido pequeñas ferias en sus regiones, pero que sueñan con vivir la experiencia de esta gran feria, con conocer la capital y con ella a sus compañeros de sueños y vivencias. Es que si bien no es una feria infantil, el componente infantil es muy importante, “los niños hacen ruido, su alegría se siente y son muchos los que nos acompañan”. En los espacios de la feria se logran reunir fácilmente 3000 niños en una buena actividad, mientras que solo se logra reunir 300 adultos cuando la actividad es muy atractiva.

Mendieta menciona además, que el protagonismo de las universidades en la feria no solo se da por la promoción que se logra de ellas a través de los escenarios propuestos, también lo logran por su actitud de pensar y trabajar para que los niños disfruten de ella. Los estudiantes y profesores de las universidades, además de mostrar sus fortalezas en ciencia, llevan instrumental para mostrar y compartir.

En general, las universidades acreditadas son las que ocupan los primeros pabellones, ellas invierten para ser las primeras que el público encuentre y las asocie con su interés por la ciencia. En el área



posterior de ese mismo pabellón, están las universidades no acreditadas, quienes están entendiendo la importancia de desarrollar ciencia y de participar en una feria donde se reúnen gran parte de las universidades importantes y donde pueden aprender de ellas sobre cómo hacer ciencia.

Nuestros tres entrevistados coinciden en manifestar que todos estos espacios han servido para desenterrar, a lo largo de los años, los intereses de muchos de sus visitantes por la ciencia y la tecnología, entre ellos se ha logrado detectar a los científicos en potencia, quienes no habían entendido que ser científico es una de las profesiones más honrosas y que el trabajar en ciencia es trabajar por el desarrollo del país.

La financiación de la feria se logra “a punta de milagros”. Existen dos fuentes principales, una es la venta de la boletería, la otra hace referencia a las ventas comerciales y la comercialización de espacios donde las universidades, las editoriales y algunas otras entidades exponen su oferta académica.

Existe también una fuente menor que ha contribuido con la financiación de la feria, la cual se refiere al patrocinio recibido para la realización del premio a la mejor investigación científica hecha por los niños durante su año escolar. Con un año de antelación, ACAC promueve este premio a la investigación infantil al que se inscriben más de 200 colegios, entre los cuales se seleccionan cerca de 70 trabajos de estudiantes que asisten a la feria con la esperanza de obtener el premio que se entrega el último día del evento. Es muy interesante que los mismos experimentos que ellos realizan e inscriben para ganarse el premio, sean el “señuelo” para traerlos a la feria y convertirlos, quizás, en los felices ganadores. Esta experiencia de observar a los niños presentando sus trabajos a un jurado especializado, enorgullece al público y ablanda más de un corazón que se llena de emoción ante tantos nuevos científicos. Si bien esta es una pequeña fuente de financiación, es, sin duda alguna, una de las actividades más interesantes de la feria y que más motivación genera entre los participantes, profesores y familiares de los “científicos nacientes”.

Al preguntar qué tiene esta feria que no tenga ninguna otra, la respuesta de Mendieta es: “tener 26 años de experiencia la hace única en el país. Si bien existen ferias de pueblos, de ciudades y hasta de regiones, el sueño de todo niño interesado en la ciencia es poder llegar a Expociencia para mostrar y compartir con los otros niños del país su trabajo. Es impactante ver la cara de esos chiquitos exponiendo sus trabajos, sintiéndose como unos verdaderos científicos. Es que ser un actor científico es, en el inconsciente de las personas, ser una buena persona, ser un buen colombiano, ser un ser humano importante.

Para cerrar, y seguros de que la feria seguirá siendo la mejor estrategia de apropiación social de la ciencia, vale la pena resaltar que la Secretaría Distrital de Educación de Bogotá, a través de la Subdirección de Ciencia y Tecnología, va a organizar un encuentro de Robótica, donde más de 1000 niños competirán en la elaboración de robots en un solo día para romper una marca mundial en esta temática y estará supervisado por una firma internacional que avale el evento. También se llevará a cabo un encuentro de blogueros y un premio de narradores digitales. En la inauguración se hará entrega del Premio Nacional al Mérito Científico, el cual es un reconocimiento que ACAC viene entregando durante los últimos 14 años a científicos que están realizando, a través de su investigación, grandes aportes a la ciencia en el país.

REFERENCIAS

- Anuario Jurídico y Económico Escurialense, XLVI (2013) 449-466 / ISSN: 1133-3677
Ramos J. La ciencia plasmada en la pintura. Revista Innovación Ciencia. 2015-1
Qué es, Significado y Concepto. <http://definicion.de/feria/#ixzz3dtib5HNB> Definición de feria - Consultado en Junio de 2015
Ferias de Ciencia y tecnología. http://www.chubut.edu.ar/chubut/?page_id=1027 Consultado Junio 2015

ACAC es una comunidad de personas, conformada por científicos, profesionales y estudiantes de todas las disciplinas interesadas y comprometidas con la ciencia como instrumento de transformación de Colombia.

Nuestras categorías de Afiliación 2015:

Títular: Persona Jurídica
\$484.000
Entidad que realice actividades científicas, tecnológicas o de innovación.

Adherente: Persona Jurídica
\$313.200
Persona jurídica que demuestre afinidad con la misión de ACAC, así no realice actividades de CTel.
Instituciones de educación básica y media
\$242.000

Títular: Persona Natural
\$114.000
Persona natural con título universitario, que realice actividades de CTel, o quien no tenga título universitario, haya realizado una labor meritoria en el campo de CTel.

Adherente: Persona Natural
\$ 74.600
Persona natural que demuestre afinidad con la misión de ACAC, así no posea título universitario.

Títular: Cónyuge
\$ 170.000
Personas naturales que tengan vínculo conyugal.
*El costo es por la pareja.

Estudiante
\$55.000
Estudiantes con carné vigente.

Más información en:
<http://www.acac.org.co/acac/asociate/>
asociados@acac.org.co



CEMARIN DESCUBRIENDO LA HERENCIA DE NUESTROS MARES

CARMENZA DUQUE

DR. SC. PROFESORA EMÉRITA U. NACIONAL DE COLOMBIA, DIRECTORA EJECUTIVA DE CEMARIN

THOMAS WILKE

DR.SC. PROFESOR TITULAR U. JUSTUS-LIEBIG EN GIESSEN, VICEPRESIDENTE DE CEMARIN

ALEXANDRA HILLER-GALVIS

DR.RER.NAT., DOCENTE DE LARGO PLAZO DEL SERVICIO ALEMÁN DE INTERCAMBIO ACADÉMICO (DAAD)

SPIROBRANCHUS GIGANTEUS
(PALLAS 1766), SOBRE UN
CORAL DIPLORIA.

RESUMEN

La Corporación Centro de Excelencia en Ciencias Marinas "CEMarin" es una entidad mixta fundada para hacer investigación básica y aplicada en Ciencias Marinas en Colombia y para resolver colectivamente desde su nicho los problemas actuales en este campo que no pueden ser resueltos por individuos o instituciones aisladas. Sus miembros fundadores son: La Universidad Nacional de Colombia, La Universidad de los Andes, La Universidad Jorge Tadeo Lozano, La Universidad de Antioquia, La Universidad del Valle, y el Centro de Investigaciones Marinas y Costeras "Invemar", en Colombia y La Universidad Justus Liebig en Giessen, en Alemania. Adicionalmente, la Corporación cuenta con el Centro Leibniz para Ecología Marina Tropical (ZMT), la Universidad de Bremen y la Universidad Técnica de Braunschweig como instituciones académicas y de investigación asociadas. El esfuerzo interinstitucional de cooperación científica y académica a nivel nacional e internacional que apoya y financia la Corporación (CEMarin) ha promovido el conocimiento y protección de las especies, comunidades y ecosistemas marinos. Esta iniciativa que ha sido impulsada por el Gobierno Colombiano, por las Universidades y por el Ministerio Alemán de Relaciones Exteriores y el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD por sus siglas en alemán), está haciendo posible la cooperación científica entre investigadores de los dos países y el entrenamiento científico a nivel de doctorado de jóvenes investigadores que tienen por delante el reto y compromiso de investigar y promover la protección de los ecosistemas marinos y costeros de Colombia, así como el conocimiento y uso sustentable de estos biorecursos con fines económicos.

Introducción

Colombia es considerado un país megadiverso (primer puesto en el mundo en aves y orquídeas, segundo en plantas, anfibios, peces de agua dulce y mariposas, tercero en reptiles y plantas y cuarto en mamíferos) en cuanto a su exuberante diversidad de especies vivientes, y aun cuando su superficie apenas llega al 1% de la superficie total de la tierra su gran cantidad de especies endémicas lo posicionan también en los primeros puestos de los países con mayor contenido de ellas.

FIGURA 1.
TERRITORIO MARINO
COLOMBIANO
E INSTITUCIONES
COLOMBIANAS
ASOCIADAS A
CEMARIN



En cuanto a su territorio (Figura 1) puede decirse que los 928.660 km² de áreas marinas¹, representadas en el Mar Caribe y el Océano Pacífico colombiano, contribuyen casi al 50% de la superficie total del país estando la mayoría de ellas muy poco exploradas. Esta gran extensión de territorio es el albergue y el soporte de la vida de una gran cantidad de especies de fauna y flora y de un amplio número de asentamientos humanos. Para el país el mar significa frontera, protección, transporte, ciencia, fuente de alimentación, recreación y oportunidad de actividades industriales sostenibles que tienen impacto en el desarrollo de la economía nacional.

Sin embargo, toda este maravilloso conjunto de especies está siendo perdido a pasos agigantados debido a una multiplicidad de factores tales como el cambio climático que es considerado el origen del calentamiento de los océanos, de la alteración de sus niveles y de la acidificación de sus aguas; la pesca indiscriminada que tiene gran impacto en la disminución de la biomasa de las poblaciones y un gran impacto en los ecosistemas marinos y cadena alimenticia; la destrucción de los hábitats costeros debido a la aplicación de agricultura no sostenible y de algunas actividades desafortunadas de industria y de turismo.

Por todas las razones anteriores Colombia tiene entre sus líneas prioritarias la promoción de las Ciencias marinas y la protección y uso sustentable de sus recursos marinos (Figura 2)

En el panorama anterior, vale la pena destacar el trabajo que algunas instituciones Colombianas y Alemanas han venido haciendo juntas en algunos campos de las Ciencias del Mar desde la década

de los sesenta. En el año 2009 nace el Centro de Excelencia en Ciencias Marinas "CEMarin" como resultado de un convenio formal de cooperación entre la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Justus Liebig en Gießen, Alemania e Invemar, Colombia, con propósitos científicos y académicos, particularmente para apoyar el inicio del Doctorado en Ciencias del Mar.

Recientemente, con el objeto de ampliar el escenario académico e investigativo del CEMarin e incrementar la incursión internacional y la búsqueda de recursos financieros que le aseguren al Centro una perspectiva a largo plazo, resultó claro y estratégico la refundación del CEMarin, y su transformación en Corporación.

2. QUÉ ES la Corporación CEMarin? CUÁL es su misión?

Así, la Corporación Centro de Excelencia -CEMarin, es ahora una entidad mixta sin ánimo de lucro, con domicilio en la ciudad de Bogotá, con existencia y representación legal del 7 de mayo de 2015 de la Cámara de Comercio de Bogotá y con la Oficina de Inspección, Vigilancia y Control para Personas Jurídicas sin Ánimo de Lucro de la Alcaldía de Bogotá como entidad de control. Sus asociados fundadores son los siguientes (Figura 1): La Universidad Nacional de Colombia, La Universidad de los Andes, La Universidad Jorge Tadeo Lozano, La Universidad de Antioquia, La Universidad del Valle, y el Centro de Investigaciones Marinas y Costeras "Invemar", en Colombia y La Universidad Justus Liebig en Gießen, en Alemania. Adicionalmente, la Corporación cuenta con el Centro Leibniz para Ecología Marina Tropical (ZMT), la Universidad de Bremen y la Universidad Técnica de Braunschweig como instituciones académicas y de investigación asociadas. La corporación tendrá una vigencia hasta el 4 de mayo de 2064.

CEMarin es entonces una Corporación fundada para hacer investigación básica y aplicada en Ciencias Marinas en Colombia y para resolver colectivamente desde su nicho los problemas actuales en este campo que no pueden ser resueltos por individuos o instituciones aisladas. Nuestra misión es agrupar científicos (biólogos, químicos, microbiólogos, oceanógrafos, farmacéuticos, médicos, abogados, sociólogos entre otros), grupos e instituciones, centros o institutos de investigación para que en trabajo conjunto pueda obtenerse el *expertise* de trabajo necesario en campos tan importantes como las especies invasoras, bioactividad de sustancias extraídas de organismos marinos y su conversión en medicamentos, cambio climático, entre otros. CEMarin es el escenario perfecto para que uniendo fortalezas de las insti-



FIGURA 2
DIFERENTES FORMAS
DE VIDA MARINA Y RECURSOS
MARINOS QUE CUIDA
CEMARIN.
FOTOS AUTORIZADAS PARA
PUBLICACIÓN POR
ALEXANDRA FILLER

CORAL MONTASTRAEA
CAVERNOSA (LINNAEUS,
1767): TOMADA EN LA NOCHE,
CUANDO ESTE ANIMAL ABRE
SUS PÓLIPOS.

ARRECIFE CORALINO DE
PROVIDENCIA.

tuciones colombianas se pueda romper el aislacionismo que nos impide avanzar significativamente en el campo científico y el económico que de él se deriva. Adicionalmente, CEMarin facilita que las instituciones colombianas se involucren en redes internacionales con instituciones de otros países, formando una excelente plataforma científica de estudio y aplicación para las Ciencias del Mar.

En el panorama anterior se necesitan estudiantes, particularmente estudiantes de doctorado bien entrenados tanto en campos científicos innovativos como también en habilidades no científicas tales como escritura de proyectos de investigación, presentación de proyectos para financiación y preparación de publicaciones científicas, para que puedan involucrarse fácilmente en escenarios internacionales de cooperación que redunden en beneficio de la Ciencia y del país.

3. Recurso Humano en el CEMarin

La Corporación cuenta con 83 investigadores en su mayoría profesores/científicos de sus instituciones socias, 6 investigadores asociados y 2 administrativos. La Tabla 1 muestra la distribución de profesores/investigadores por cada institución asociada.

**TABLA 1. RECURSO HUMANO EN EL CEMARIN
DISTRIBUIDO POR SUS INSTITUCIONES ASOCIADAS**

Institución	N° de investigadores
Universidad del Valle	8
Universidad de los Andes	10
Universidad de Antioquia	15
Universidad Nacional de Colombia	33
Universidad Jorge Tadeo Lozano	11
Universidad Justus Liebig en Giessen	6
Centro Leibniz para Ecología Marina Tropical, Universidad de Bremen, Universidad Técnica de Braunschweig	6
TOTAL	89

4. Líneas actuales de Investigación y de entrenamiento en investigación

4.1 LA COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN DE LA CORPORACIÓN SE CENTRA PARTICULARMENTE EN LAS SIGUIENTES LÍNEAS Y SUBLÍNEAS:

a) Cambios ambientales en Ecosistemas Marinos

Investigación en Cambio Global: El cambio climático y el creciente deterioro de las condiciones medioambientales locales están comprometiendo dramáticamente la viabilidad de los ecosistemasma-



FIGURA 3.

CORAL HERMATÍPICO
TUBASTREA COCCINEA
 LESSON 1829.
 FOTO AUTORIZADA PARA
 PUBLICACIÓN
 POR ALEXANDRA FILLER

rin. El impulso al conocimiento del efecto de estos cambios, así como el diseño y aplicación de estrategias para su prevención y mitigación son temas prioritarios para el CEMarin en esta sublínea de investigación. Actualmente el CEMarin lidera proyectos enfocados en experimentación en acuarios para identificar el efecto causado por variables relacionadas al cambio climático (acidificación de los océanos y temperaturas extremas entre otros factores) a corales arrecifales. (Figura 3)

Evolución y biodiversidad de organismos marinos:

Dentro de esta sublínea de investigación se estudian los procesos ecológicos y evolutivos que explican la diversidad y distribución de especies marinas. Los proyectos de investigación que hemos estado llevando a cabo se han enfocado principalmente en especies clave de ecosistemas estratégicos como arrecifes de coral y de verméticos, bosques de mangle, pastos marinos y el intermareal rocoso. Algunos de los proyectos más avanzados abarcan temas como la relación entre reproducción asexual y corali-voría por peces en arrecifes de coral del Pacífico oriental, biodiversidad asociada a arrecifes de coral y a arrecifes de verméticos en el Caribe colombiano, evolución de la bio-actividad responsable del sistema de defensa en esponjas, especiación causada por el levantamiento del Istmo de Panamá y filogeografía de especies con amplio rango de distribución.

Funciones de ecosistemas marinos:

Esta sublínea de investigación se enfoca en el estudio de procesos bióticos y abióticos que regulan la funcionabilidad y diversidad de ecosistemas marinos y los servicios ecosistémicos asociados, en especial aquellos ofrecidos por arrecifes coralinos en el Caribe colombiano. En los proyectos que se vienen realizando se incluye la cuantificación de la disipación de la energía de las olas sobre arrecifes de coral, los servicios ecosistémicos del arrecife de coral en el área marina protegida de la Reserva de Biósfera Seaflower en el Archipiélago de San Andrés, y la respuesta de las comunidades de coral a factores ambientales en el Parque Nacional Tayrona.

Ecogenómica marina: Tecnologías de punta como la secuenciación masiva de ADN han revolucionado el conocimiento sobre la estructura y función del ADN directamente extraído de especímenes sometidos a diferentes factores ambientales. Estas investigaciones se enfocan en la reacción y resiliencia de organismos marinos bajo presión del cambio global. Algunos de los proyectos realizados incluyen la plasticidad en corales escleractinios bajo diferentes escenarios ambientales extremos, la secuenciación de genomas de corales hermatípicos y procesos de especiación ecológica en octocorales.

Océano y sociedad: El entendimiento de los efectos de las complejas interacciones entre habitantes de las costas y los recursos marinos y costeros requiere de estudios multidisciplinarios que entrelacen áreas de las ciencias naturales y sociales. Dentro de esta sublínea se enfatiza en los problemas actuales de la explotación no sostenible de los recursos marinos, la erosión costera por procesos naturales y actividades antropogénicas, y las bioinvasiones, hechos que han conllevado al cambio rápido y a la degradación de los ecosistemas marinos y costeros de los cuales dependen las poblaciones humanas. Algunos de los proyectos de investigación han incluido la modelación de sedimentos y flujos de contaminantes en sistemas estuarinos tropicales del Caribe colombiano, la acción colectiva para el manejo de pesquerías en la Ciénaga Grande de Santa Marta, y el tratamiento para la esterilización de aguas de lastre, transportador masivo de especies invasoras.

Oceanografía: El entendimiento de los procesos y propiedades físicas, químicas, geológicas y biológicas de los océanos es de importancia fundamental para el entendimiento del pasado y predicción de los cambios en los ecosistemas marinos y costeros por causas naturales y antropogénicas. Algunos de los proyectos que se hacen en esta sublínea de investigación involucran la modelación numérica de procesos costeros y estuarinos enfocada en la carga de sedimento suspendido en la desembocadura del Río Magdalena.

b) El área de Biorecursos Marinos

Acuicultura y/o maricultura y pesquerías para el siglo XXI: Colombia tiene un inmenso potencial pesquero y la capacidad para desarrollar una industria de maricultura/acuicultura con impacto sobre la seguridad alimentaria del país. Ciertamente, la FAO considera que el futuro de la acuicultura está en los océanos. Las tecnologías de producción incluyendo sistemas de monitoreo, alimentación, jaulas marinas se han desarrollado a pasos agigantados. La calidad de la semilla se ha incrementado también tanto por la mejoría en los sistemas de larvicultura y alevinaje y por el uso de la maricultura multitrófica, como por las técnicas de mejoramiento genético que se han aplicado en varias especies acuícolas como salmón, camarones peneidos, moluscos etc. Proyectos de investigación a cargo de investigadores del CEMarin buscan sentar las bases para el desarrollo de una industria pesquera y de maricultura/acuicultura sostenibles, con énfasis en la conservación. Entre otros, pueden mencionarse las investigaciones en el mejoramiento de la acuicultura en sistemas cerrados y controlados de pepinos de mar mediante alimentación formulada optimizada y las que se hacen sobre sostenibilidad en las pesquerías artesanales de Buenaventura, Costa del Pacífico colombiano (Figura 4)

Energías marinas renovables: Uno de los mayores retos actuales del mundo científico es encontrar sustitutos para las actuales fuentes de energía como el petróleo y sus derivados, carbón, gas natural, entre otros. En el camino para construir y enfrentar estos cambios emergen nuevas fuentes de energía renovable de origen marino, las cuales involucran producción de biomasa a partir de microorganismos, algas, pastos marinos, entre otros, que aseguran una nueva provisión de materias primas que pueden sustentar un sinnúmero de aplicaciones energéticas y la creación de toda una nueva serie de cadenas de va-



FIGURA 4.
MOLUSCOS TUNICADOS.
FOTO AUTORIZADA PARA
PUBLICACIÓN POR
ALEXANDRA FILLER

lor. La combinación de conceptos y métodos de las Ciencias Biológicas son esenciales en estos nuevos caminos. El CEMarin actualmente lidera la investigación en energías renovables, en especial sobre el potencial teórico, técnico y ecológico de la energía azul.

Bioprospección marina: Esta línea de investigación se enfoca en la exploración sistemática y sostenible de la biodiversidad marina y sus ecosistemas para identificar y obtener nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y microorganismos y otros productos con potencial para ser aprovechados en la salud, alimentación, la industria, la agricultura, la energía y en la producción de nuevos biomateriales. Entre los organismos estudiados que producen compuestos aplicables en los campos mencionados se encuentran los microorganismos marinos y el fitoplankton, algas, esponjas, celenterados, briozoos, moluscos, tunicados (Figura 4), equinodermos. Entre las investigaciones efectuadas en Colombia vale la pena mencionar aquellas donde se han valorado más de un centenar de organismos marinos del Caribe Colombiano (Bahía de Santa Marta, Bahía de Cartagena, Islas del Rosario, Parque Nacional Tayrona, Golfo de Urabá, y el archipiélago de San Andrés y Providencia) en cuanto a sus propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, *antifouling*, citotóxicas y anticancerígenas. De las aproximadamente 700 sustancias encontradas en los últimos años se han seleccionado unas 20 con valores promisorios para uso industrial.

Biotecnología marina: La investigación en esta línea busca el uso de sistemas vivos (organismos, células o componentes celulares) para el aprovechamiento y uso comercial de la biodiversidad marina, así como también hacer más eficientes y económicos los procesos de producción industriales tradicionalmente usados. Se calcula por ejemplo que en el mercado de las biofarmacéuticas las sustancias producidas por ingeniería genética alcanzan un valor de hasta 80 millones de dólares². También los aportes de los procesos biotecnológicos y productos derivados de ellos han tenido un papel económico importante en la industria y la agricultura^{3,4}.

Algunas de las investigaciones llevadas a cabo en el país han estado relacionadas con la producción a partir de cultivos de células y de microorganismos simbioses aislados del octocoral *Antilloorgia elisabethae* de pseudopectosinas y seco-pseudopectosinas, dos importantes series de compuestos con uso antiinflamatorio y antimicrobiano.

Microbiología marina: El océano es considerado la madre de la vida y se cree que los organismos vivos más primitivos se originaron de este caldo inicial que contenía y/o que dio origen a los microorga-



nismos a partir de los cuales evolucionaron muchas otras formas de vida, diversas en su fisiología y en su adaptación. Es claro que el ambiente marino desborda una increíble diversidad de microorganismos, la cual excede muchas veces a los que viven en ambientes terrestres, siendo también una fuente de muy alta diversidad e inexplorada para el aislamiento de bacterias, hongos, actinomicetos, microalgas-cianobacterias, entre otros. Su estudio como temática de investigación actual es apasionante, desde el conocimiento de su diversidad y su importancia en relaciones de vida comunitaria con muchos macroorganismos, hasta su relación en términos de diversidad metabólica con la posibilidad de encontrar muchos compuestos bioactivos que pueden ser usados como agentes terapéuticos. El número de bioactivos producidos por microorganismos marinos es significativamente alto y sigue aumentando cada día a medida que avanzan los estudios científicos. En contraste con los macroorganismos, los microorganismos pueden ser fácilmente cultivables, manipulables en bioreactores transformándose así, en la mejor fuente renovable de compuestos que pueden ser usados en con fines industriales. Entre las investigaciones que se vienen haciendo se encuentran aquellas que utilizan bacterias halófilas particularmente de la zona de Manaure como fuente de compuestos químicos utilizables. Así mismo, investigadores de la Corporación han hecho importantes esfuerzos para entender los efectos de las alteraciones en las comunidades bacterianas sobre la salud de los corales del Caribe.

4.2 LA COMPONENTE DE ENTRENAMIENTO EN INVESTIGACIÓN.

CEMarin busca promover y acompañar académica y financieramente en los programas de posgrado en Ciencias del Mar y afines, a estudiantes de Universidades colombianas y alemanas y de otros países. En los últimos años se han apoyado cerca de 30 estudiantes, mediante becas doctorales, co-dirección de las tesis de estudiantes doctorales entre científicos colombianos y alemanes, pasantías en las instituciones asociadas en ambos países, financiación de proyectos de tesis, organización de cursos de campo básicos (figura 2), cursos avanzados especializados, talleres y seminarios. Actualmente las oficinas de relaciones internacionales de universidades colombianas y alemanas trabajan en conjunto para posibilitar la doble titulación a los estudiantes inscritos en diferentes programas de doctorado en Colombia y Alemania. Adicionalmente, se contempla el entrenamiento en investigación para investigadores y estancias postdoctorales.

5. Visibilidad Internacional del CEMarin

El CEMarin es un proyecto faro de la cooperación en los ámbitos científico y técnico entre Colombia y Alemania y contribuye de manera importante y única a profundizar las relaciones bilaterales entre los dos países.

A comienzos del presente año (15 de febrero de 2015) la Institución recibió la visita del Ministro Federal de Relaciones Exteriores de Alemania Dr. Frank-Walter Steinmeier para observar de cerca la labor del CEMarin dentro del panorama científico colombiano en general, sus resultados fueron muy alentadores permitiéndole recomendar la continuación de esta importante colaboración con científicos colombianos.

Recientemente, el CEMarin ha incursionado en nuevos escenarios de cooperación bilateral como el preparado por el Sr. Embajador de Colombia en Alemania, Excelentísimo Sr. Juan Mayr facilitando la interacción entre científicos colombianos y alemanes del estado de Baviera, por ejemplo con la Universidad de Bayreuth, con el Centro Universitario de Baviera para América Latina (Baylat), con la Sociedad Fraunhofer para la investigación aplicada, y en Berlín con la Sociedad Leibniz, con el Instituto Alexander von Humboldt y visitas al parque tecnológico Adlershof y visita al Centro Aero Espacial alemán (DLR).

Adicionalmente, la visita de la delegación científica colombiana, incluida en ella al CEMarin también tuvo oportunidad de participar en Alemania en las consultas técnicas organizadas por el Ministerio

Federal de Educación e Investigación (BMBF), las cuales son el escenario elegido por los gobiernos de los dos países para revisar las iniciativas y proyectos en Ciencia, Tecnología e Innovación y definir hojas de ruta para los siguientes dos años. Para esta ocasión además de los temas ya convenidos entre los dos países se abordó también el tema de Biodiversidad y Ciencias del Mar. También se logró conocer en más detalle las oportunidades de financiación no solo de las instituciones mencionadas anteriormente sino también algunas otras como la Sociedad Max Planck para la promoción de las Ciencias y la de la Sociedad Fraunhofer para la investigación aplicada.

Recientemente en julio de 2015, varios de los investigadores de CEMarin sostuvieron una reunión con la Canciller de Alemania Angela Merkel donde se discutió la necesidad de abordar y fortalecer temas tan importantes en Ciencias del Mar como la necesidad de explorar a partir de fuentes marinas nuevos compuestos que se conviertan en líderes de antibióticos contra cepas resistentes y medicinas que puedan ser usadas eficazmente en las enfermedades tropicales desprotegidas.

Capítulo aparte merece el apoyo que el DAAD viene prestando al CEMarin primero a través del soporte financiero al convenio de cooperación iniciado en el año 2009 al Centro de Excelencia mencionado en la primera parte de este documento y la renovación como Centro de Excelencia a la ahora Corporación CEMarin, un nuevo modelo de organización que va a permitir efectivamente dirigir nuestras actividades en el futuro.

REFERENCIAS Y NOTAS

1. Datos del Agustín Codazzi, 2014, sin descontar lo que la Corte Internacional de Justicia entregó a Nicaragua. Hasta nuestro conocimiento ninguna autoridad nacional tiene este cálculo todavía, se estima que fueron alrededor de 100.000 km². www.dimar.mil.co/content/jurisdicci%C3%B3n (consulta, 30/07/2015).
2. Federal Ministry of Education and Research, 2011. National Research Strategy Bioeconomy 2030. Our route towards a biobased economy. Biotechnologie.de.Berlin, editor.
3. J.D. Newman, G.M. Cragg, 2007. Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *J. Nat. Prod.* 70(3), 461-477
4. G.M. Cragg, D. J. Newman, 2013. Natural products: A continuing source of novel drug leads. *Biochim. Biophys. Acta* 1830(6), 3670-3695.
5. Data base of marine natural products literature. www.chem.canterbury.ac.nz (consulta, 10/08/2015).

DEFINICIONES CORTAS:

Vermétidos: caracoles marinos que viven en tubos de cal adheridos a rocas

Intermarea: zona de la costa situada entre las mareas alta y baja

Escleractinios: corales con esqueleto masivo de cal

Hermatípicos: corales formadores de arrecifes

Octocorales: corales blandos

Aguas de lastre: agua transportada por barcos para estabilizar la navegación

Maricultura: cultivo de organismos en el mar.

Camarones peneidos: camarones de una familia de crustáceos con varias especies de valor comercial

Antifouling: propiedad de algunos organismos marinos para evitar la adhesión sobre su superficie de otros micro y macroorganismos.

Bioactivos: compuestos que causan efectos en organismos vivos, tejidos o células

**UN TELESCOPIO DE
EXTREMA TECNOLOGÍA PARA
DESCUBRIR
PLANETAS
MUY COLOMBIANOS**

RESUMEN

Desde la Universidad de Antioquia, el Dr. Ignacio Ferrín le cuenta a esta revista sus hallazgos y contribuciones a la astronomía observacional. Dentro de este reportaje se encuentran los planetas descubiertos por él, con sus respectivos nombres, su plan de construir el TET, un telescopio de extrema tecnología, el cual está planeado en el desierto de la Tatacoa en el Departamento del Huila y sus propuestas de continuar contribuyendo con la docencia y la investigación en temas de la astronomía desde nuestro país.

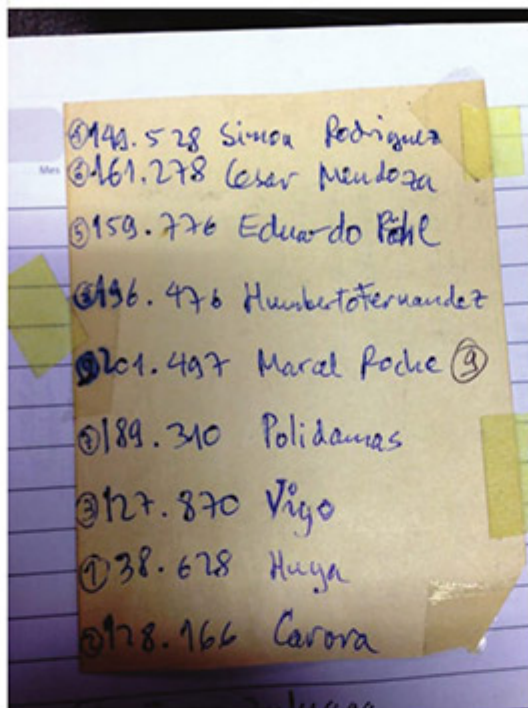
En una sencilla oficina de la Universidad de Antioquia, en Medellín, trabajan tres de los astrónomos más reconocidos del país, dos colombianos, Jorge Zuluaga y Pablo Cuartas, y uno español, Ignacio Ferrín. Zuluaga es fundador y Director del primer Pregrado de Astronomía en Colombia, ha contribuido intensamente con la investigación en temas relacionados con los exoplanetas y fue el primer astrónomo en calcular la órbita del meteorito de Chelyabinsk y determinar que se trataba de un Apolo, una clase de asteroides. Junto con Cuartas, fundaron en el año 2009 el primer pregrado de Astronomía en Colombia, que actualmente tiene más de 270 estudiantes y cuyo éxito no era esperado por sus fundadores.

Por su parte, Ignacio Ferrín (Figura 1) es un astrónomo español-venezolano, doctor en Astrofísica de la Universidad de Colorado en los Estados Unidos, y ha trabajado en el Observatorio Nacional de Kitt Peak y en la Universidad de Yale, en el mismo país. Posterior a eso, trabajó en la Universidad de los Andes en Venezuela y actualmente lleva cinco años trabajando en la Universidad de Antioquia. Allí es donde va pegando sobre una libreta de pasta dura, con cinta de enmascarar, papelitos con escritos de todo lo que



FIGURA 1.
IGNACIO FERRÍN.
FOTO TOMADA EN LA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
POR ACAC.

FIGURA 2.
LISTA DE PLANETAS
DESCUBIERTOS POR FERRÍN,
CON SUS RESPECTIVOS NOM-
BRES Y NÚMEROS
DE REGISTRO.



considera importante en su actividad diaria. (Figura 2).

Cuenta Ferrín que ha descubierto 12 planetas menores dentro de nuestro sistema solar y ha nombrado uno de ellos con el nombre de un científico colombiano. Los cuerpos menores ya numerados son 38.628 Huya, 128.166 Carora, 127.870 Vigo, 149.528 Simón Rodríguez, 159.776 Eduardo Rohl, 161.278 César Mendoza, 189.310 Polidamas, 196.476 Humberto Fernández, 201.497 Marcel Roche, y 347.940 Jorge Zuluaga, nombre del científico colombiano.

Varios de los nombres que se les ha dado a los planetas menores descubiertos, corresponden a personalidades de la ciencia, la educación y la cultura de Venezuela. Polidamas es un personaje de la Ilíada, Vigo es la ciudad natal de Ferrín en España, y Carora corresponde al nombre de la ciudad natal de uno de los estudiantes que colaboró en los descubrimientos. Quedan dos asteroides por

nombrar, y Ferrín informa que llevarán nombres colombianísimos.

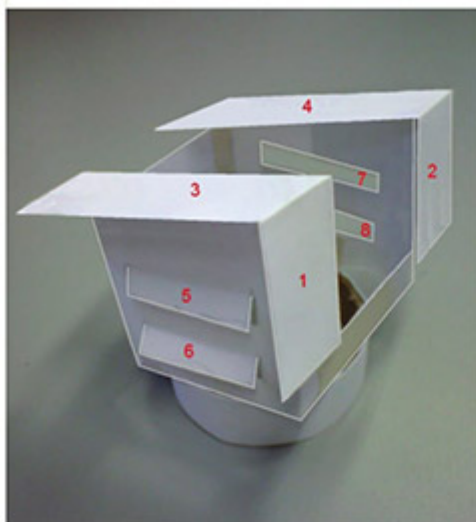
Nombrar un planeta con el nombre de un científico no es nuevo en Colombia, es la tercera vez que sucede en la astronomía de nuestro país. La primera vez ocurrió cuando a un cráter en el lado oscuro de la Luna se le dio el nombre de Julio Garavito Armero, el mismo científico colombiano al que se le hace homenaje en este número de la Revista por sus aportes en ciencia y tecnología. La segunda vez que un planeta o asteroide obtuvo el nombre de científico colombiano, fue el asteroide AntBernal, en homenaje a Antonio Bernal González, astrónomo paisa, quien fue director del Planetario de Medellín y que actualmente se encuentra trabajando en el Observatorio de Fabra, en España.

Para estos descubrimientos Ferrín ha utilizado los telescopios de Venezuela, en particular uno de ellos denominado Schmidt, con el que ha trabajado hasta el momento, que es propiedad del Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA) y está localizado en los andes venezolanos. Tiene acceso a él solo cuatro noches al mes, tiempo que parece corto al ver que el mismo Ferrín necesitó de 400 horas para descubrir el planeta Huya.

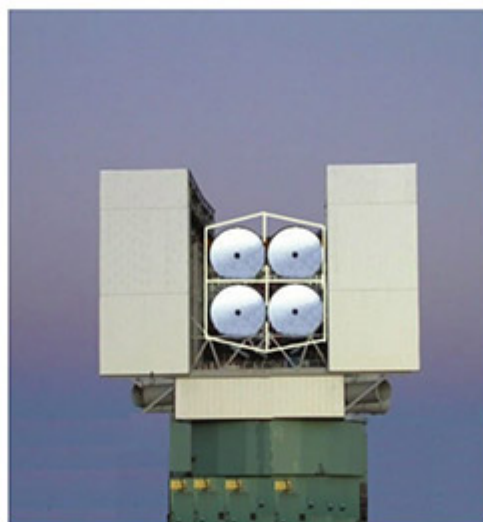
Los tres astrónomos están trabajando actualmente para montar en Colombia un gran telescopio profesional, el Telescopio de Extrema Tecnología (TET), que estaría ubicado en el desierto de la Tatacoa y cuya estructura e infraestructura no dejará nada que envidiarle a los más sofisticados telescopios del mundo. Para lograrlo, la Universidad de Antioquia ha firmado un convenio estratégico con la Gobernación del Huila.

En el 2010, desde la Universidad de Antioquia, emprendieron el proyecto de resolver el problema de la astronomía observacional en Colombia. Esta iniciativa surgió al darse cuenta que en 1803 el biólogo y educador José Celestino Mutis, creó en Bogotá el primer observatorio astronómico de toda América, tomándole una ventaja de 27 años a Estados Unidos. Desafortunadamente, esta ventaja se perdió, puesto que el país lleva 212 años sin ningún avance en infraestructura observacional en astronomía. Lo anterior, también se demuestra en que, actualmente, los países circundantes presentan avanzados desarrollos astronómicos: Argentina tiene 3 telescopios, Brasil 4, Chile 21, México 4, Venezuela 4 y Colombia 0.

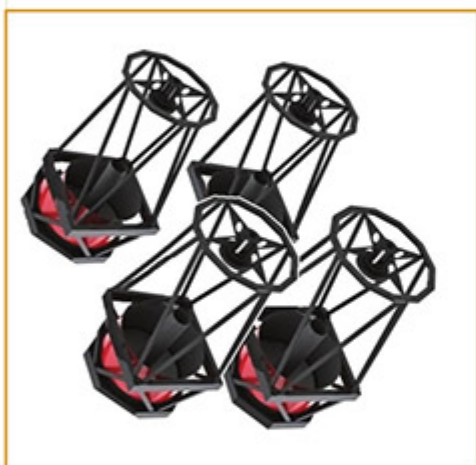
Para retomar los estudios en astronomía, se propuso la idea al Gobernador del Huila, Carlos Mauricio Iriarte, quien fue receptivo y contribuyó con la firma del convenio estratégico entre la Universidad de Antioquia y la Gobernación del Huila, el cual ya se encuentra en marcha. La líder, por parte de ellos,



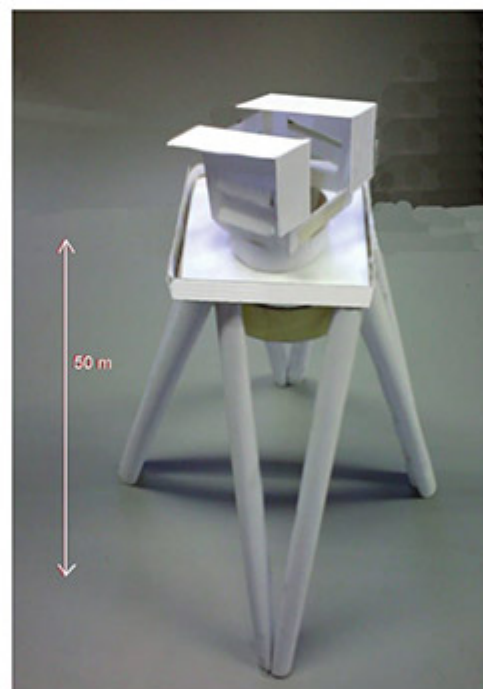
A



B



C



D

FIGURA 3.

DISEÑOS PROTOTIPOS DEL OBSERVATORIO Y EL TELESCOPIO QUE SE ESPERA CONSTRUIR. A) POSIBLE DISEÑO DE LA CÚPULA DEL TELESCOPIO. UNA CÚPULA SIN CÚPULA. B) ASÍ PODRÍA LUCIR EL TELESCOPIO DE EXTREMA TECNOLOGÍA (TET) COLOMBIANO. C) PROPUESTA DE LOS CUATRO TELESCOPIOS EN UNA CONFIGURACIÓN 88. D) PROPUESTA DE DISEÑO DEL EDIFICIO DEL TELESCOPIO, UN EDIFICIO SIN EDIFICIO.

es la Doctora Deyci Martina Cabrera, Directora del Departamento Administrativo de Planeación, y su equipo de colaboradores.

Para la construcción del TET (primer telescopio profesional colombiano), se aplicó el concepto de Medellíninnovation, puesto que en su empeño por continuar siendo la ciudad más innovadora del planeta, Medellín no da tregua. Así que decidieron diseñar un telescopio de extrema tecnología. ¿Qué significa extrema? Se trata de un telescopio en el aire, para lo cual se diseñó un edificio sin edificio, una cúpula sin cúpula y un piso sin piso. Son cuatro telescopios, cada uno de un metro de diámetro en una configuración 88. No existe en todo el planeta un telescopio con estas características. Si se construye, como esperan, dará de que hablar internacionalmente (Figura 3).

El TET tiene un importante componente turístico y otro tecnológico. ¿Quién no va a querer ver un telescopio de última tecnología? Por esta razón, creen que el flujo turístico hacia el Huila puede llegar a ser muy importante. A nivel tecnológico se tienen el *know-how*, el *hardware*, el *software*, los contratistas, los técnicos, los usuarios, los científicos, los estudiantes de pre y post-grado, los turistas y parte del dinero. ¿Qué les falta? La voluntad política.

Ferrín explica: “En ese sentido hay que comprender que los imperios del futuro serán los imperios de la mente. No se construye un gran país solo con café o petróleo. De hecho, estos dos componentes están bajando de precio en el mercado internacional. Se construye un gran país con mentes. Vale la pena aquí mencionar una historia real”.

Y nos cuenta: “Durante la Segunda Guerra Mundial, Eisenhower, el comandante de las fuerzas aliadas, dio orden a sus generales para que fueran los primeros en llegar, antes que los rusos, a Peenemunde (una ciudad alemana situada en la costa norte), y que una vez allí metieran presa a toda la gente. En Peenemunde se fabricaban los cohetes V1 y V2, que estaban siendo utilizados para bombardear a Inglaterra. Eisenhower no quería los cohetes. Eisenhower quería a los científicos que construían los cohetes, entre los cuales estaba Werner Von Braun. Eisenhower se llevó a Von Braun y sus colaboradores a los Estados Unidos, con quienes fundó después la NASA y quienes fabricaron el Saturno V que llegó a la Luna. ¡Eisenhower quería los cerebros!”.

“De modo que el proyecto del TET no trata solamente de construir un instrumento tecnológico y usarlo. Este proyecto trata de preservar las mentes de nuestros científicos y jóvenes, y darles alimento para su cerebro. Que no se vayan del país. Que se queden aquí. Que no haya fuga de cerebros”, puntualiza Ferrín.

Además añade: “En la edición de Octubre-Noviembre del 2014 de la revista Suma-mente, su Editor, don Jorge Fernando Hoyos, escribió: “*Si hay un mal constante en la historia de Colombia, ha sido el de no pensar en grande y a largo plazo*”. El fallo de muchos proyectos nacionales puede deberse a que no se piensa en grande y a largo plazo. China planea con décadas de antelación”.

Esto conlleva un riesgo, el cual consiste en que nuestro país se convierta en lo que Ferrín llama un país “clic”. Vienen los turistas y dicen: “*Oh, que paisaje tan bonito*”. Clic. “*Oh, que comida tan bonita*”. Clic. “*Oh, que mujeres tan bonitas*”. Clic. Un país “clic”. En la Universidad de Antioquia piensan que esta puede ser una condición necesaria (el tener turismo), pero no es una condición suficiente para

tener un gran país. Hoy en día los imperios del futuro son los imperios de la mente, y esto se logra sólo con la ciencia y la tecnología.

Cuenta Ferrín que ha descubierto
12 planetas menores dentro de
nuestro sistema solar y ha nombrado
uno de ellos con el nombre de
un científico colombiano.

Ferrín afirma que “hay dos lugares excelentes para la astronomía en el territorio colombiano. Uno es la Sierra de Guaicán, en el departamento de Santander, la cual llega a los 5000 metros de altura y es de una belleza increíble. Para conocer más sobre ella se puede ingresar a Google Earth, donde las imágenes son de alta resolución. El otro lugar es el Patía, en el Cauca, el cual tiene un

clima dominado por vientos del Océano Pacífico como en Chile. Desafortunadamente ambos lugares están afectados por situaciones de orden público”.

“Otro lugar es el Desierto de la Tatacoa, una reserva biológica única en Latinoamérica, que en este momento está siendo destruida por falta de políticas de preservación. Hay videos en Youtube de cuatrimotos que penetran el desierto sin ningún control y destrozan caminos y levantan polvo. A la entrada del desierto no existe ni siquiera un letrero que señale el lugar único al cual se está entrando y las limitaciones de su uso, con el propósito de que sea preservado en el tiempo para las generaciones futuras”.

En la Universidad de Antioquia han hecho medidas de la calidad del cielo de la Tatacoa, el cual es oscurísimo e ideal para la astronomía. En este contexto, Cuatras descubrió que desde el año 2006 la calidad de los cielos del desierto se ha deteriorado en cantidad medible, lo que genera preocupación e invita a trabajar en equipo para que sea corregido.

En un futuro cercano y con la ayuda de don William Pinilla Ríos, de la Oficina de Productividad y Competitividad de la Gobernación del Huila, la Universidad de Antioquia va a firmar un Acuerdo de Voluntades con alcaldes y gerentes de instituciones, para preservar la calidad del cielo de la Tatacoa y declararla “Reserva Internacional de Cielos Oscuros”.

¿Qué representa este nuevo observatorio astronómico para el país? Le preguntamos a Ferrín. “Muchísimo. Es una nueva facilidad científica nacional. Se hacen descubrimientos fundamentales en astronomía, la más vieja de todas las ciencias. Se fomenta el turismo, la tecnología, la educación, los desarrollos tecnológicos de spin-off, la creación de nuevos empleos, pero, lo más importante, pone a trabajar a las mentes en muy distintas áreas, desde la arquitectura hasta la electrónica, pasando por el turismo”. Además añade: “En este momento se están construyendo unos 15 telescopios en todo el planeta, incluyendo uno de 39 metros de diámetro en Chile y otro de 29 metros de diámetro en Hawaii. Hasta un país con menos recursos que Colombia como Etiopía, está construyendo un telescopio de 2 metros de diámetro”.

“Todos los países circundantes, como Venezuela, Argentina, Brasil, Chile y México, tienen institutos de astronomía que cobijan a los mejores científicos del país. No ocurre lo mismo en Colombia, aunque tenemos la masa crítica para ello. Ya es hora de que preservemos a nuestros científicos como un patrimonio de la Nación. Esa sería una de las misiones del Instituto Colombiano de Astrofísica y del Espacio (ICAE)”.

De acuerdo con Ferrín, llevamos 212 años estancados en cuanto a la astronomía observacional en Colombia, después de llevarle 27 años de ventaja a los Estados Unidos. En la Universidad de Antioquia creen que ya es hora de ponernos al día en esta área. Tienen todo lo necesario para ello, solo se necesita la voluntad. El trabajo silencioso de cuatro años comienza a dar fruto en los conceptos del TET y del ICAE.

Y, finalmente, estamos aprendiendo algo que no perdona: “O nos montamos en el tren de la ciencia y la tecnología, o nos quedamos en el andén de la historia” (Figura 5).



“O nos montamos en el tren de la Ciencia y la Tecnología,
o nos quedamos en el andén de la Historia”

FIGURA 5.

TREN DE LA CIENCIA Y LA
TECNOLOGÍA.

Si está interesado en profundizar más sobre los temas desarrollados en este reportaje, puede comunicarse directamente con el Doctor Ignacio Ferrín, profesor asociado al Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad de Antioquia o escribirle al correo electrónico 2014respuestas@gmail.com

**SOBRE
ÉBOLA Y
CHIKUNGUNYA
¿QUÉ HA PASADO DESDE SU
APARICIÓN EN 2014?**

MARÍA FERNANDA GUTIERREZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

mfgutier@javeriana.edu.co

MURCIÉLAGO DE LA FRUTA.

COTSWOLD WILDLIFE PARK, ENGLAND
HTTPS://PIXABAY.COM/GET/0B9E13FEA8ED
BF837D2A/1442148873/EGYPTIAN-FRUIT-
BAT-69580_1280.JPG?DIRECT

RESUMEN

Ébola y Chikungunya (CHKY), son dos infecciones virales que han tomado una particular importancia por su aparición en el continente americano como virus emergente, para el caso del CHKY, y por comportarse como un brote nuevo en África, para el caso del Ébola. Su impacto epidemiológico así como la fuerza mediática que se les ha dado, las convierte en dos de las infecciones más populares y temidas alrededor del mundo. Si bien, el CHKY llegó a nuestro país para establecerse como una endemia propia de las regiones donde vive el mosquito transmisor, el Ébola está mostrando un comportamiento descendiente y restringido a la población africana, logrando inclusive desaparecer de algunos lugares como Liberia.

Pandemia, epidemia y endemia, son los términos usados para referir procesos infecciosos que atacan a poblaciones en ciertos periodos de tiempo. Se entiende por epidemia a un proceso infeccioso que genera un brote en un porcentaje detectable de una población determinada. La endemia es una infección que se mantiene constantemente en un lugar, produciendo infecciones a sus habitantes de manera continua y sin restricción de tiempo. Ejemplos claros de estos procesos son, para las epidemias, la gripa que anualmente llega a los Estados Unidos y que se conoce como la época del “Flu”. Para la endemia el dengue es un muy buen ejemplo, pues este se limita a zonas llamadas “endémicas” debido a que allí habita el mosquito que lo transmite; en estas zonas, localizadas debajo de los 1800 msnm (metros sobre el nivel del mar), es donde todo el año se mantiene el mosquito *Aedes Aegypti*, vector del virus que se mantiene picando personas y reproduciendo la enfermedad. Por último, la pandemia fue lo que vivimos con el VIH durante los años 80 y 90, cuando este nuevo virus apareció en África logrando infectar a más del 40% de la población y luego se esparció por el mundo. El motivo por el cual infectó a tantas personas es porque al ser un virus emergente la gente no estaba inmunológicamente preparada para su llegada, de tal forma que a toda persona que se contagiaba le causaba una infección, que para ese entonces era mortal (Figura 1).

En ese contexto, bajo la posibilidad de comportarse como pandemias, aparecieron en el 2014 dos nuevos patógenos desconocidos para los colombianos. El Ébola y el Chikungunya. Dos virus que desencadenaron alertas mundiales y gran preocupación en nuestro país.

GRÁFICA 1.
EJEMPLOS DE INFECCIONES
VIRALES QUE TIENEN COM-
PORTAMIENTO DE ENDEMIAS,
EPIDEMIA Y PANDEMIA.



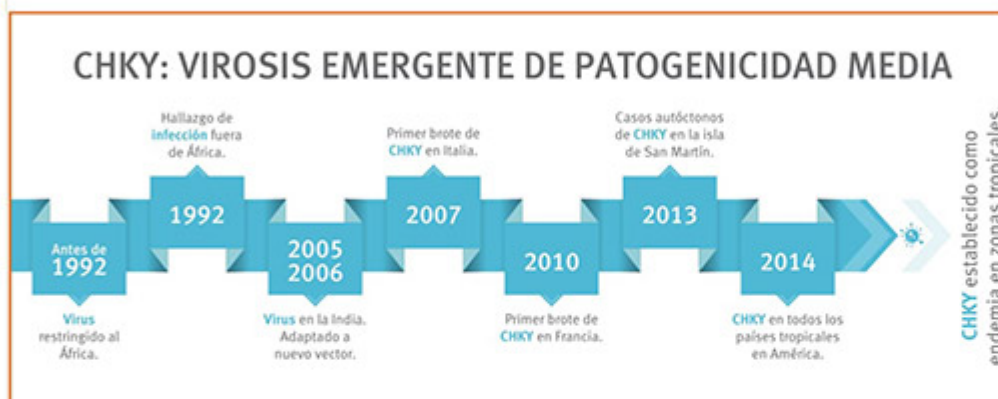
Considerando la amplia diseminación que existe del mosquito transmisor del Dengue, que es a su vez el mismo del Chikungunya, esta epidemia se esperaba desde hacía rato, pues este virus ya se encontraba, desde hace más de treinta años en África, restringido a ciertos lugares de ese continente.

El CHKY fue aislado por primera vez en Tanzania y en Mozambique, en los años 50, ya se sabía que era una enfermedad febril, similar a otras fiebres causadas por otros virus que también son transmitidos por artrópodos (como es el caso del Dengue), pero que en este caso los dolores articulares serían su principal sintomatología. No teníamos muy claro qué tan agresivo iba a ser su comportamiento, pero si se sabía que, respecto a lo que sucedía en África, la cosa debía variar, pues el solo hecho de salir de allí y diseminarse por el mundo implicaba cambios en su comportamiento, resultado de variaciones en su genoma, es decir, mutaciones. A pesar de todo se tenía una cosa clara y era que esa epidemia saldría de África. No sabíamos cuándo ni su impacto epidemiológico.

Desde su hallazgo y hasta la fecha, varias mutaciones se han reportado en el genoma del CHKY, unas poco visibles que no lograron permitirle al virus salir del sur de Asia y el norte de África por 50 años, y otras más importantes que le permitieron que en 1992 la infección fuera clasificada como una virosis emergente, transmitida por artrópodos y de patogenicidad media. Durante los años 2005 y 2006 la situación cambió drásticamente, puesto que el virus llegó al sudeste de la India y se adaptó a un mosquito distinto del común, el *Aedes albopictus*. Este cambio de comportamiento implicó una mutación que se evidenció en las proteínas de la estructura externa viral, lo que significó incrementar la tasa de multiplicación y su facilidad de diseminación. Sin embargo, a pesar del aumento de casos y el reporte de estos fuera de África y de Asia, estos no fueron considerados autóctonos sino casos importados. Esto significa que las personas habían contraído el virus en los países endémicos y habían viajado luego a países europeos o americanos donde les diagnosticaban la enfermedad, pero esta no se había contraído por fuera de Asia o África. Para ese entonces no existían aún mosquitos infectados que transmitieran el virus en estos países (1).

En el año 2007 se presentó el primer brote de CHKY en Italia, donde se confirmaron 205 casos, pero se encontró que fue debido a un paciente que migró del norte de la India a Italia, quien permitió a un

número limitado de mosquitos contraer el virus. En septiembre del 2010 se demostraron casos autóctonos de CHKY en Francia, pero fue solo en el 2013 que se evidenció definitivamente la presencia del CHKY en el hemisferio occidental, en la isla francesa de San Martín (Figura 2). Cuatro meses más tarde, a finales de marzo ya se tenían más de 15.000 casos confirmados en las islas del Caribe. Su llegada al continente suramericano ocurrió en la Guayana francesa. Un mes más tarde el reporte de casos en las islas del Caribe fue de 35.000 casos, lo cual nos mostraba su rápida diseminación y una elevada presencia del mosquito en estos lugares, así como el desconocimiento por parte del sistema inmune de los habitantes, permitiendo infectar y enfermar a la gran mayoría de individuos que tenían contacto con el virus.



GRÁFICA 2.
COMPORTAMIENTO DE
LA INFECCIÓN POR CHKY
EN EL MUNDO DESDE SU
APARICIÓN.

Como era de esperarse, esta situación rápidamente se convirtió en un problema de salud pública, cuando ya las cepas circulantes eran autóctonas. A esto se le sumó el alto flujo de turistas que llegan al Caribe y quedaban expuestos a la infección.

Con su entrada al continente se hizo manifiesto que estas cepas autóctonas presentan síntomas distintos a los manifestados por las cepas africanas. Uno de ellos es un número mayor de casos fatales y otro es la transmisión de madre a neonato, pues ya se tiene el reporte de 44 neonatos con CHKY a los 10 días de nacidos. Aun no se sabe si la infección puede contagiarse a través de bolsas de sangre colectadas de personas infectadas (1).

¿Cómo ha sido esta epidemia en Colombia?

La entrada del virus a nuestro país se informó en dos momentos y lugares distintos. La primera fue un caso que se reportó en Cali que luego se diagnosticó como importado; el otro fue reportado en la Costa Atlántica, específicamente en el departamento de Bolívar, ya como caso autóctono, donde se presentaron cuatro infectados en el municipio de Mahates (Bolívar). Tal fue el impacto y la facilidad de diseminación viral, que para el 29 de diciembre de 2014, desde el Ministerio de Salud y Protección Social, ya se habían reportado 74.566 casos confirmados en todo el territorio nacional, insistiendo que no existía ningún caso de muerte.

La reiteración del Gobierno Nacional en esta última afirmación se debió a que los medios de comunicación habían reportado 7 muertes, a lo cual el Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Salud respondieron, en enero de 2015, que estas muertes eran de personas que si bien padecían de la infección, su defunción se debía a causas distintas del virus. No obstante, en abril ya se habían reportado al menos 40 casos más de muerte por este virus, los cuales, inevitablemente, si fueron causados por el CHKY

TABLA 1.

CASOS REPORTADOS,
CONFIRMADOS Y MORTALES
DE CHIKUNGUNYA EN
ALGUNOS PAÍSES DE
AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE.

	Casos sospechosos	Casos confirmados	Muerte por el virus
Colombia	233454	504	22
Ecuador	3516	387	0
Perú	0	0	0
Venezuela	12482	296	0
Puerto Rico	374	78	14
República Dominicana	59	0	0
Martinica	320	0	0
San Martin	600	0	3

Fuente: <file:///D:/Documentos%20Perfil/Downloads/2015-may-29-cha-CHIKV-casos-se-21.pdf>

En la actualidad y desde el 2014, nuestro país cuenta con una alerta internacional propuesta por la OPS para llevar a cabo un plan de vigilancia y la respectiva unidad de análisis para la evaluación del riesgo. Además, se envió una orden a todas las IPS para que estén al tanto de “los lineamientos y sepan cómo reconocer, estudiar y tratar los casos que se presentaran frente a este nuevo virus en nuestro país”.

Comunicados de prensa del Gobierno Nacional dijeron que en el país se estimaban proyecciones de unos 700 mil casos en la etapa expansiva. A su vez comunicó: “Llevamos a la fecha más de 74 mil casos y reiteramos una vez más las medidas de prevención para que la población en general y las autoridades municipales, departamentales y distritales, continúen la vigilancia intensificada del evento que se presentara en brotes simultáneos en diferentes regiones del país”.

Hasta el momento son 50 los municipios priorizados por estar ubicados por debajo de los 2.200 metros de altura y en los cuales habitan alrededor de 26 millones de personas susceptibles a la enfermedad, sin contar el alto tránsito de viajeros por la temporada vacacional. Ante esta alerta de salud pública, se recomendó continuar con las mismas estrategias utilizadas para el control del Dengue, la cuales son, básicamente, el eliminar todos los focos de mosquitos, lavar con frecuencia los tanques y albercas, mantener los patios limpios y, en general, evitar todo aquello que atraiga a estos insectos. Por parte del hombre, vale la pena incrementar el uso del toldillo para dormir y usar repelente para evitar ser picado por los moscos.

Y respecto al Ébola, ¿qué ha pasado?

Si bien es cierto, cuando se empezó a hablar de CHIKY también se empezó a hablar de Ébola, la situación de estos dos virus es bastante distinta. En nuestro país, al igual que en el resto de América, Asia y Europa, este virus no ha llegado con casos autóctonos, aún permanece en pocos países africanos de donde no parece estar saliendo.

El virus del Ébola hizo su primera aparición en 1976 en Yambuku, Zaire (ahora la democrática república del Congo), causando una epidemia con cerca de 17.000 casos reportados y alrededor de seis mil muertes. Fueron Guinea, Liberia y Sierra Leona, los países afectados en ese entonces. Solo hasta el año 2014, entre octubre y noviembre, se reportaron cuatro casos en los Estados Unidos, ocho en Mali, uno en Senegal, 20 en Nigeria y uno en España.

Con la “salida” del virus de África y con la posible aparición de un virus más agresivo que el que se encontraba desde 1976, en el mundo se generó una alerta importante, buscando prevenir una pandemia mundial similar o peor que la causada por el VIH.

Estudios recientes han mostrado que la enfermedad que se manifestó a finales del 2014 es similar a la que apareció en los años 70, y sustentan que al parecer no es causada por una variación en las características del virus, sino que está relacionada con factores sociales como deficiencia en los servicios de salud, presencia de otras enfermedades que favorecen la incubación del virus y el contacto que las personas logran con los fluidos de los muertos, además del poco apoyo internacional.

Respecto a esta epidemia, que muchos han propuesto como pandemia, se sabe que son susceptibles tanto humanos como primates no humanos: monos, gorilas y chimpancés. Es considerada una infección zoonótica (transmitida por los animales al hombre), en donde los murciélagos que se alimentan de frutas son los que la transmiten a través del contacto del hombre con sus heces. Estos murciélagos pertenecen a la familia Pteropodidae (frugívoros), que podrían ser los reservorios naturales del virus. La transmisión entre humanos se da por contacto directo con sus secreciones y a través de objetos contaminados (2-4).

Una de las grandes preocupaciones de esta infección es su potencial para ser mortal. Se esperaba que en el 70% de los casos lo fuera, pero se ha observado un comportamiento menos agresivo, puesto que se asocia con una mortalidad de solo el 50%. Sin embargo, la variación respecto a los datos que se tienen mundialmente es confusa, pues Lorent reporta que desde el comienzo del brote en diciembre del 2013, y hasta el corte del 20 de septiembre de 2014, de un total de 6,185 casos probables de Ébola, se han registrado un total de 2,909 defunciones, mostrando una letalidad inferior al 50%, que podría estar sesgada debido a la dificultad en la recolección y análisis de la información.

Por su parte, la OMS informó que desde 2013 se tenían 21.427 casos confirmados, probables o sospechosos en cinco países afectados (Guinea, Liberia, Sierra Leona, Mali y Estados Unidos) y cuatro países actualmente libres de enfermedad (Nigeria, Mali, Senegal y España). Con 8.459 muertes reportadas, donde uno de los grupos de alto riesgo de contraer la enfermedad es el personal sanitario que trata a pacientes infectados y constituye el 3,5 y el 4% de los infectados, y el 6% de los fallecidos.

La fuente inicial de este brote que alertó al mundo se localizó en la aldea de Meliandou, prefectura de Guáckádou, Guinea. El caso inicial (o caso índice) fue un niño de dos años, el cual falleció el 6 de diciembre de 2013 al igual que sus parientes cercanos. El brote se esparció inicialmente a Liberia y posteriormente a Sierra Leona. La llegada de algunos casos a Nigeria y Senegal, obligó a dichos países a cerrar sus fronteras y a poner en cuarentena a ciudadanos que se sospechara que estuvieran infectados. Hasta la fecha, ni Nigeria ni Senegal han presentado casos nuevos, por lo que se consideran bajo control (5).

En esta última etapa del Ébola, dos enfermeras estadounidenses que cuidaban un enfermo proveniente de Libia se enfermaron, pero después de un extenso cuidado se recuperaron, quedando protegidas de un nuevo episodio de esta enfermedad (3).

En general, la situación del Ébola en África ha venido mejorando y cada vez se encuentran menos casos de esta enfermedad. Un ejemplo importante es el de Liberia, que el 9 de mayo de 2015 se declaró libre de Ébola, después de llevar 42 días sin la aparición de un nuevo caso de esta enfermedad. Esta es una excelente noticia para la comunidad y una demostración de que si se cumplen los protocolos de

Son 50 los municipios priorizados por estar ubicados por debajo de los 2.200 metros de altura y en los cuales habitan alrededor de 26 millones de personas susceptibles a la enfermedad

cuidado y prevención, este tipo de transmisión se puede controlar. Sin embargo, una de las preocupaciones que surgen es que al observar que la enfermedad está disminuyendo, los gobiernos reduzcan las campañas de prevención y la población “baje la guardia” ante los protocolos establecidos (6).

Las medidas de prevención incluyen la detección temprana del individuo infectado, buscando separarlo del resto de la población; la educación, para que se logren cambiar los rituales fúnebres; además de evitar el contacto con murciélagos, que son los principales reservorios. Las vacunas se están elaborando, ya se encuentran probadas en primates no humanos dando resultados del 100% de eficacia. El tratamiento actual para la persona que se sospeche que se ha infectado, se realiza con sueros obtenidos de personas que han sobrevivido a la infección y con algunas drogas antivirales experimentales que existen en el mercado, que han prolongado la vida a los primates a quienes se les ha aplicado.

Para terminar, vale la pena discutir el impacto mediático que han tenido estas dos infecciones virales (Figura 3). Debido al impacto en mortalidad que tiene el Ébola, este ha logrado más presencia en los medios; sin embargo, el Chikungunya cuenta con mayor capacidad de diseminarse y el número de casos que se espera de CHKY respecto a Ébola es inmensamente mayor, reconociendo que las formas de prevención parecen ser más viables para el Ébola que para el CHKY, el cual requiere además de campañas de educación a la población, un gran compromiso político que lleve a incrementar la fumigación y trate de controlar al mosquito transmisor (1).

Por ahora sabemos que el CHKY llegó para quedarse, que ya se ha establecido entre la población y que será imposible su erradicación, puesto que en su ciclo de vida se involucran reservorios, vectores y huéspedes; mientras que para el Ébola, los murciélagos y el hombre parecen ser los únicos que participan en su ciclo reproductivo, y la vacuna se encuentra en estadios finales de elaboración.

DOS INFECCIONES DE GRAN IMPACTO MEDIATICO



Noticias extraídas del periódico El Tiempo en los meses de marzo y abril de 2015

REFERENCIAS

1. Charre R, Leparç-Goffart I, Gallian P, Lamballerie X. Globalization of Chikungunya: 10 years to invade the world. *Infection Hot Topic. Clinical Microbiology and Infection* 2014;663-4.
2. Lorente J, Blanch I, Stebana A. Ebola Virus: Understanding the 2014 Outbreak. *Editorial Arch Bronconeumol.* 2015;51(2):59-60.
3. Lindblad R, El Fiky A, Zajdowicz T. Ebola in the United States. *J allergy clin immunol.* 2014;135(4):868-71.
4. Arranz J, Gutiérrez M, Molero J. La infección por el virus Ébola. Podemos hacerlo mejor Atención Primaria. 2015;47(2):71-2.
5. Velarde L, Arenas L. Status Ebola outbreak in West Africa in 2014. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM* 2014; 57(6):11-6.
6. <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=32498&Kw1=ebola#.VYL2XE1AQ5s> consultado Junio 2015



Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación

Una de las **diez mejores universidades del país**
y la más destacada del Caribe colombiano según indicadores de ciencia, tecnología e innovación*.

Casos exitosos de investigación, desarrollo e innovación



Cultura energética en las escuelas

Como resultado de una investigación interdisciplinaria, liderada por las áreas estratégicas en *Infancia y Juventud* y en *Energía*, Uninorte ha diseñado e implementado el programa GIRA VERDE, con el que se apunta a fomentar en escolares el uso responsable de energía, de modo que el cambio de hábitos en niños y jóvenes impacte favorablemente en sus familias y en la sociedad.



Empresas nuevas muestran alto potencial de crecimiento

De los 69 países que integran GEM, Colombia presenta la tasa más alta de nuevas empresas con alto potencial de crecimiento. Esta fue una de las conclusiones de la investigación que realizó el Centro de Emprendimiento de Uninorte para conocer el comportamiento de este tipo de negocios. El estudio forma parte del *Global Entrepreneurship Monitor (GEM)* y fue cofinanciado por la Fundación Bavaria.



¿El líquido preseminal puede causar embarazos?

Un estudio del Grupo de Investigación en Salud Sexual y Reproductiva concluyó que el líquido preseminal producido por los hombres durante la estimulación sexual no contiene espermatozoides y, por ello, no genera embarazos durante el contacto sexual del pene sobre los genitales externos femeninos ni durante el coito interrumpido usado como método anticonceptivo.

Mayores informes

Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación
Teléfonos: (57-5) 3509420 - 3509422 • ciencia_alcance@uninorte.edu.co
Barranquilla, Colombia

*SCIMAGO INSTITUTIONS RANKING IBEROAMÉRICA (SIR)

www.uninorte.edu.co



INFECCIÓN POR **CHLAMYDIA** TRACHOMATIS, UNA ENFERMEDAD SIN DIAGNOSTICAR

JAIME ENRIQUE MORENO CASTAÑEDA
BACTERIÓLOGO, MAGISTER EN CIENCIAS
MICROBIOLOGÍA

VIVIANA RAMOS RUEDA
BACTERIÓLOGA, MAGISTER EN MICROBIOLOGÍA

CAROLINA DUARTE VALDERRAMA
BACTERIÓLOGA, MAGISTER EN MICROBIOLOGÍA
PROFESIONAL ESPECIALIZADO

GRUPO DE MICROBIOLOGÍA, SUBDIRECCIÓN REDES
EN SALUD PÚBLICA, INSTITUTO NACIONAL DE SALUD.

jmoreno@ins.gov.co
vramos@ins.gov.co
cduarte@ins.gov.co

RESUMEN

Chlamydia trachomatis es la causa de la infección bacteriana más común de transmisión sexual en todo el mundo, responsable de una proporción significativa de las infecciones del tracto genitourinario femenino, que puede llevar a consecuencias perjudiciales para la salud sexual y reproductiva de la mujer. La infección aguda es fácil de tratar, pero la mayoría de las infecciones permanecen asintomáticas, no se diagnostican y no se tratan, lo cual puede conducir a complicaciones graves como la enfermedad pélvica inflamatoria, embarazo ectópico e infertilidad, así como conjuntivitis e infección del tracto respiratorio en los bebés; por lo tanto, tiene un importante impacto socio económico que se puede reducir mediante la búsqueda activa de casos a nivel individual, grupal o poblacional.

Chlamydia trachomatis es la causa más común de infección bacteriana de transmisión sexual en todo el mundo, generando problemas en el embarazo como parto prematuro, ruptura prematura de membranas, aborto involuntario y bajo peso al nacer, así como conjuntivitis y neumonía en neonatos (1). En los Estados Unidos, en el año 2013, se reportaron un total de 1.401.906 infecciones por *C. trachomatis*, lo que corresponde a una tasa de 446,6 casos por cada 100.000 habitantes (2) y, según el estimado de la Organización Mundial de la Salud en el año 2008, 105,7 millones de infecciones se detectan cada año en todo el mundo (3). Debido a que la mayoría de las infecciones son asintomáticas, no son diagnosticadas ni informadas, el número de los casos reportados probablemente subestiman la carga de la enfermedad. Los programas de prevención en salud para identificar esta bacteria en población en riesgo de infección, podrían tener un efecto directo al prevenir las consecuencias adversas de las infecciones me-

diantes el tratamiento oportuno, y un efecto indirecto, logrando la reducción de la transmisión del patógeno.

El objetivo de esta revisión es ofrecer una visión general de la importancia de *C. trachomatis* y la frecuencia con la que se presenta en mujeres sexualmente activas en el contexto nacional y regional, además de aportar información útil para el sector responsable de la salud pública, que ayude en la toma de decisiones para implementar medidas adecuadas de control de esta enfermedad de transmisión sexual.

C. trachomatis e infección

C. trachomatis es un microorganismo que presenta características comunes de bacterias y virus, pero que desde 1966 se ha clasificado como bacteria. Similar a otras bacterias, tiene una estructura de la pared celular comparable con la de bacterias Gram negativas, dos ácidos nucleicos (ADN y ARN), reproducción por división de la célula madre en dos células hijas de igual tamaño y sensibilidad a los antibióticos de uso clínico; mientras que comparte con los virus el tamaño pequeño (0,2-1,3 micras), el ciclo de vida dentro de las células del hospedero, la formación de in-

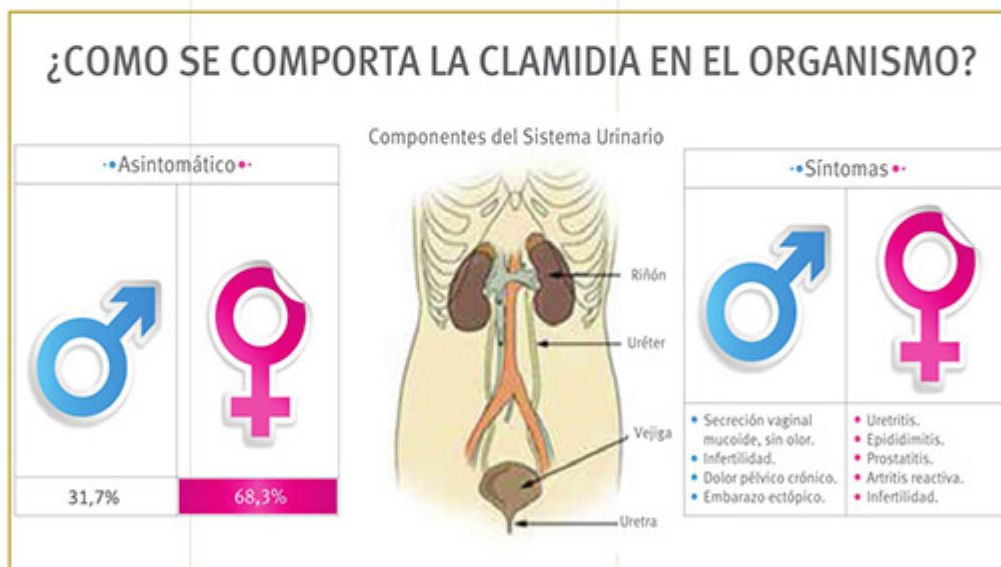
clusiones citoplasmáticas y que no crecen en los medios de cultivo sintéticos para bacterias (4).

El sitio más común de infección por *C. trachomatis* es el tracto urogenital y la severidad varía desde asintomática hasta potencialmente mortal. En mujeres, esta infección se produce en el endocervix del cuello uterino, puede causar una secreción vaginal mucóide, sin olor y por lo general sin prurito o picazón, aunque en la mayoría de mujeres los síntomas pueden ser mínimos o nulos. No obstante, el 20% de las mujeres con infección pueden desarrollar enfermedad inflama-

toria pélvica, de las cuales el 20% pueden quedar infértiles, el 18% con dolor pélvico crónico y el 9% tener un embarazo ectópico (5, 6). En los hombres la infección por *Clamidia* causa uretritis, que si no se trata apropiadamente conduce a complicaciones graves como epididimitis, prostatitis, artritis reactiva o síndrome de Reiter e infertilidad (4, 5). Sin embargo, la ausencia de síntomas de la infección urogenital por *Clamidia* en la población es frecuente tanto en hombres como en mujeres (31,7% y 68,3%, respectivamente) (figura 1) (7).

Las mujeres embarazadas con infección por *Clamidia* tienen un mayor riesgo de tener problemas en el embarazo y de enfermedad

FIGURA 1.
COMPORTAMIENTO DE LA
CLAMIDIA EN EL INDIVIDUO.
NÓTESE QUE EN MUCHOS
CASOS ES ASINTOMÁTICA.



inflamatoria pélvica post-parto. *C. trachomatis* puede causar infección intraamniótica, rotura prematura de membranas, parto prematuro, aumento del riesgo de bajo peso al nacer, muerte fetal y mortalidad perinatal, es

decir, durante el tiempo inmediatamente anterior o posterior al momento del nacimiento. El riesgo de transmisión vertical de la bacteria desde la madre al feto o al recién nacido durante el embarazo y el parto es del 60% a 70%,

lo cual puede resultar en la sepsis neonatal, que es la infección de la sangre del bebé de menos de 90 días de edad, producida por la invasión y reproducción de la bacteria en el torrente sanguíneo del recién nacido (8).

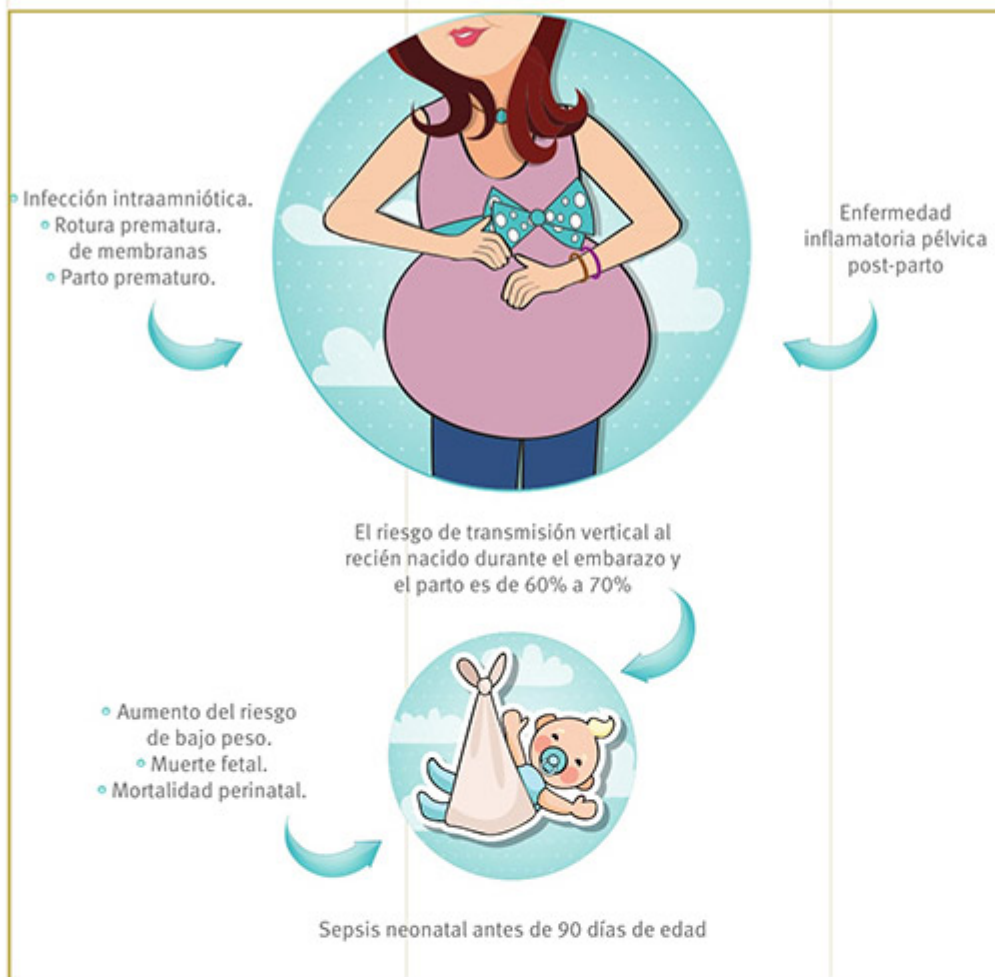


FIGURA 2.
ROBLEMA CAUSADO POR LA CLAMIDIA EN EL EMBARAZO. AFECTA TANTO A LA MADRE COMO AL BEBÉ RECIÉN NACIDO.

Prevalencia e incidencia de *C. trachomatis*

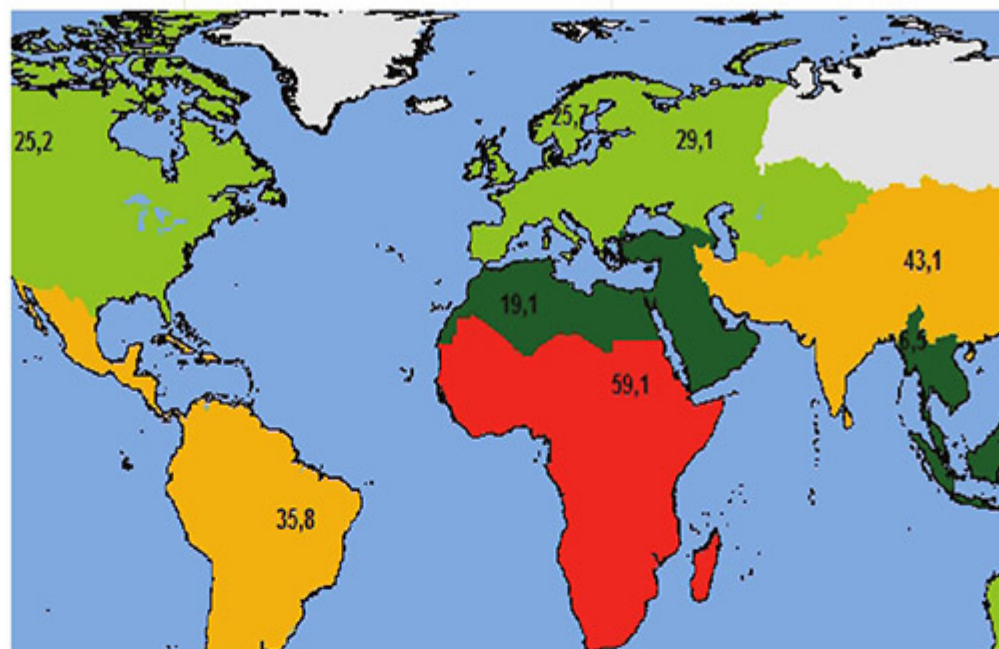
La prevalencia de las infecciones por *C. trachomatis*, definida como el número de casos en una población en un momento determinado, está influenciada por factores tales como: raza, sexo, edad, nivel socio-económico y comportamiento sexual, entre otros. Además, se debe tener en cuenta que la investigación y los programas de tamizaje, que consisten en el uso de pruebas de diagnóstico para detectar la bacteria en poblaciones aparentemente sanas o que presentan un mayor riesgo de presentar la

infección, se han centrado en las mujeres jóvenes en quienes la carga de la enfermedad y la infertilidad son consideradas como un problema de salud reproductiva femenino (9). Por lo tanto, es más común el diagnóstico de la bacteria en mujeres que en hombres, lo que genera dificultades para establecer de forma precisa y real la prevalencia de la infección en la población general.

En la figura 3 se presentan datos de la incidencia de *C. trachomatis*, los cuales indican el número de casos nuevos de la

enfermedad que aparecen en un período de tiempo determinado, en una población entre los 15 y 49 años de edad, reportado por región del mundo entre 1990 y 2006 (10); sin embargo, se debe tener en cuenta que hay una gran desinformación de la prevalencia de Clamidia en muchas regiones del mundo. La revisión sistemática de la literatura publicada durante los años 2000 a 2013 sobre la prevalencia de *C. trachomatis* en la población general, reveló que dependiendo de la edad y del país esta varía del 1,1% al 10,6% en las mujeres y de 0.1% a 12.1% para los hombres (7).

FIGURA 3.
CLASIFICACIÓN POR REGIÓN
DEL MUNDO DE LA INCIDEN-
CIA DE *C. trachomatis* EN
MUJERES ENTRE LOS 15 Y 49
AÑOS DE EDAD, SEGÚN LO RE-
PORTADO ENTRE 1990 A 2006
(ADAPTADO DE KENYON C.,
2014; REALIZADO POR LEON-
QUEVEDO W., ONS-INS).



En Colombia, el primer estudio identificado y disponible fue el realizado por Robledo J. y colaboradores, quienes por medio del empleo de técnicas de inmunofluorescencia, identificaron *C. trachomatis* en varios grupos de mujeres que incluían gestantes, pacientes con diagnóstico de cervicitis, infertilidad y embarazo ectópico (19). Posteriormente, empleando la técnica del cultivo

en células McCoy, se estableció la prevalencia de esta bacteria en pacientes sexualmente activas, no embarazadas con y sin exceso de secreción de flujo vaginal, mujeres en tercer trimestre de embarazo (20-21) y mujeres con neoplasia intracervical (22).

A partir del año 2003 se han reportado varios estudios, los cuales incorporaron como metodología de identificación la técnica

de PCR o de Reacción en Cadena de la Polimerasa, que es la metodología recomendada por el CDC debido a su alta sensibilidad, especificidad y la facilidad de transporte de las muestras para el diagnóstico de las infecciones (19). En la Tabla 1 se presentan los datos publicados de prevalencia de *C. trachomatis* en poblaciones femeninas colombianas (23-28). Las diferencias

FIGURA 4.
DATOS DE LA PREVALENCIA DE
C. trachomatis EN MUJERES
SEXUALMENTE ACTIVAS DE
LATINO AMÉRICA.

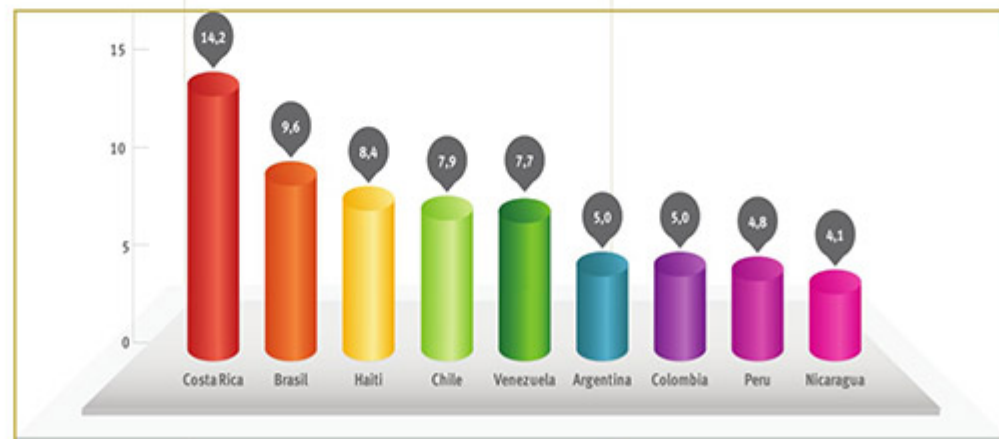


TABLA 1. PREVALENCIA DE *C. TRACHOMATIS* DETECTADA POR PCR EN MUJERES COLOMBIANAS.

Población de estudio	Número de mujeres	Frecuencia (%)	Referencia
Mujeres del Programa Nacional de Control del Cáncer Cervical	1687	5,0	Molano M, 2003
Mujeres con parto prematuro	50	4,0	Ruiz AI, 2005
Mujeres con diagnóstico clínico de vaginitis o leucorrea	180	20,8	Herrera MT, 2005
Mujeres con o sin leucorrea	355	5,6	Sánchez MR, 2006
Mujeres asintomáticas del Programa Nacional de Control del Cáncer Cervical	1245	5,0	Franceschi S, 2007
Trabajadoras sexuales	69	15,9	Alvis N, 2007
Mujeres con sintomatología genital en tres centros de atención especializada	131	6,0	Ángel-Muller E, 2010
Mujeres que consultaron por flujo vaginal o sintomatología del tracto genital inferior	1385	9,7	Ángel-Muller E, 2012
Adolescentes escolares entre 14 y 19 años	438	3,2	Paredes MC, 2015

en los valores de la prevalencia pueden ser el resultado de las características de población estudiada o de la sensibilidad y especificidad de las técnicas de PCR usadas en cada uno de los estudios; pero demuestran que la infección por *C. trachomatis* en la población femenina en general y en grupos de alto riesgo (gestantes y trabajadoras sexuales, entre otras) afecta la salud sexual, reproductiva y materna en nuestro país, y constituye un problema de importancia en salud pública.

Prevención y control de la infección por *C. trachomatis*

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social estableció el abordaje sindrómico para el tratamiento de las infecciones de transmisión sexual y del tracto genital inferior, teniendo en cuenta que estas son causadas por microorganismos específicos que pueden ser tratados con antibióticos. Este abordaje es sugerido por la Or-

ganización Mundial de la Salud para países de bajos o medianos ingresos, donde no hay disponibilidad de laboratorios y pruebas de diagnóstico (29). La guía colombiana de práctica clínica para el manejo sindrómico de pacientes con infecciones de transmisión sexual y otras infecciones del tracto genital, recomienda como tratamiento una dosis oral

única de 1 gramo de azitromicina, como la primera opción para la medicación de pacientes que tienen sospecha de infección cervical o cuando se confirma el diagnóstico de *C. trachomatis* (29). Sin embargo, en el mundo se han identificado aislamientos con sensibilidad disminuida a los antibióticos actuales, incluyendo la azitromicina (30), y se ha evidenciado que la tasa de fracaso terapéutico que consiste en que los antibióticos administrados no controlan la infección, puede observarse hasta en el 8% de los pacientes (31), lo que puede dar lugar a la infección persistente

con una mayor duración y mayor riesgo de complicaciones, así como la transmisión continua de la bacteria en la población. Como alternativa se ha propuesto el tamizaje de *C. trachomatis* para la detección y tratamiento de las infecciones sexualmente transmisibles como una estrategia en sus programas de prevención y promoción de la salud. (32-36).

En conclusión, la infección por *C. trachomatis* se transmite fácilmente entre parejas sexuales y a los recién nacidos y es capaz de causar infecciones graves como la enfermedad inflamatoria pélvica; sin embargo, la mayoría de

las mujeres infectadas no tienen síntomas para buscar tratamiento médico y, por lo tanto, no son detectadas en ausencia de programas de tamizaje. La detección oportuna de la bacteria a través de programas de prevención en salud, ha demostrado una reducción significativa en las tasas de enfermedad inflamatoria pélvica y otras complicaciones graves entre las mujeres examinadas, en comparación con las mujeres no diagnosticadas (36-37), y ha mostrado ser valioso en regiones con tasas de prevalencia superiores a 6% (38).

Agradecimientos

Al Ingeniero William León Quevedo del Observatorio Nacional de Salud del Instituto Nacional de Salud por la realización de la figura 1 y a Colciencias por la financiación del proyecto 2104-545-31643.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que durante la realización de este trabajo no incurrieron en conflicto de interés alguno.

REFERENCIAS

1- Meyers DS, Halvorson H, Luckhaupt S. Screening for chlamydial infection: an evidence update for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med.* 2007; 147 (2): 135-142.

2- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). "Sexually transmitted disease surveillan-

ce 2013." Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, CDC; 2015. [Accessed 20 April 2015]. Available at <http://www.cdc.gov/std/stats13/chlamydia.htm>.

3- World Health Organization. WHO. 2013. Baseline report on global sexually transmitted in-

fection surveillance 2012. Geneva. [Accessed 19 March 2015]. Available at http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85376/1/9789241505895_eng.pdf

4- Choroszy-Król IC, Frej-Mądrzak M, Jama-Kmiecik A, Bobert T, Jolanta Sarowska J. Characteristics of the *Chlamydia*

- tachomatis* species - immunopathology and infections. *Adv Clin Exp Med*. 2012; 21 (6):799-808.
- 5- Miller KE. Diagnosis and treatment of *Chlamydia trachomatis* infection. *Am Fam Physician*. 2006; 73 (8): 1411-1416.
- 6- Malhotra M, Sood S, Mukherjee A, Muralidhar S, Bala M. Genital Chlamydia trachomatis: an update. *Indian J Med Res*. 2013; 138 (3): 303-316.
- 7- Dielissen PW, Teunissen DA, Lagro-Janssen AL. Chlamydia prevalence in the general population: is there a sex difference? a systematic review. *BMC Infect Dis*. 2013; 13 (534): doi: 10.1186/1471-2334-13-534.
- 8- Ljubin-Sternak S, Meštrović T. and Genital Mycoplasmas: Pathogens with an Impact on Human Reproductive Health. *J Pathog*. 2014; (183167):doi: 10.1155/2014/183167.
- 9- Torrone E, Papp J, Weinstein H; Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Prevalence of Chlamydia trachomatis genital infection among persons aged 14-39 years--United States, 2007-2012. *MMWR*. 2014; 63(38): 834-8.
- 10- Kenyon C, Buyze J, Colbunders R. Classification of incidence and prevalence of certain sexually transmitted infections by world regions. *Int J Infect Dis*. 2014; 18: 73-80.
- 11- de Lima YA, Turchi MD, Fonseca ZC, Garcia FL, de Brito e Cardoso FA, da Guarda Reis MN, et al. Sexually transmitted bacterial infections among young women in Central Western Brazil. *Int J Infect Dis*. 2014; 25: 16-21.
- 12- Franceschi S, Smith JS, van den Brule A, Herrero R, Arslan A, Anh PT, et al. Cervical infection with *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* in women from ten areas in four continents. A cross-sectional study". *Sex Transm Infect*. 2007; 34 (8): 563-569.
- 13- Detels R, Green AM, Klausner JD, Katzenstein D, Gaydos C, Handsfield H, et al. The incidence and correlates of symptomatic and asymptomatic *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* infections in selected populations in five countries. *Sex Transm Infect*. 2011; 38 (6): 503-509.
- 14- Arráiz N, Marcucci R, Colina S, Reyes F, Rondón N, Bermúdez V, et al. Infección por *Chlamydia trachomatis* en mujeres consultantes en Maracaibo, Venezuela. *Rev Salud Pública*. 2008. 10 (4): 615-624.
- 15- Conejero C, Cannoni G, Merino PM, Bollmann J, Hidalgo C, Castro M. Experiencia con un método de autotoma de muestra vaginal para la detección de infección por *Chlamydia trachomatis* y *Neisseria gonorrhoeae* en mujeres jóvenes. *Rev Chilena Infectol*. 2013; 30 (5): 489-493.
- 16- Jobe KA, Downey RF, Hammar D, Van Slyke L, Schmidt TA. Epidemiology of sexually transmitted infections in rural southwestern Haiti: the Grand'Anse Women's Health Study. *Am J Trop Med Hyg*. 2014; 91 (5): 881-886.
- 17- Porras C, Safaeian M, González P, Hildesheim A, Silva S, Schiffman M, et al. Epidemiology of genital *Chlamydia trachomatis* infection among young women in Costa Rica. *Sex Transm Infect*. 2008; 35 (5): 461-468.
- 18- Claeys P, Gonzalez C, Gonzalez M, Van Renterghem L, Temmerman M. Prevalence and risk factors of sexually transmitted infections and cervical neoplasia in women's health clinics in Nicaragua. *Sex Transm Infect*; 78 (3): 204-207
- 19- Robledo J, Trujillo L, Arboleda G. *Chlamydia trachomatis* en síndromes infecciosos de mujeres en Medellín Colombia, Sur América. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 1987; 38 (3):175-186.
- 20- Reinaldo HC, de Vargas CI. Infección por *Chlamydia trachomatis* *Candida albicans* y *Neisseria gonorrhoeae* en mujeres embarazadas. *Biomédica*. 1989; 9 (1): 23-25.
- 21- Paredes MC, Gómez YM, Torres AM, Fernández M, Tovar MB. Prevalencia de *Chlamydia trachomatis* y *Neisseria gonorrhoeae* en adolescentes de colegios de la zona Sabana Centro de Cundinamarca, Colombia. *Biomédica*. 2015; 35 (3): (Publicación anticipada).
- 22- Vargas C, Heredia R, Castañeda E. Infección por *Chlamydia trachomatis* en pacientes con neoplasia intracervical. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 1990; 41 (2): 99-105.
- 23- Herrera MT, Sánchez RM, Ruiz AI, Ostos OL. Tamizaje serológico y con PCR para determinar la prevalencia de *Chlamydia trachomatis* en pacientes con vaginosis y vaginitis inespecífica que asisten a hospitales de la Secretaría de Salud de Bogotá. *NOVA*. 2005; 3 (3): 68-74.
- 24- Molano M, Weiderpass E, Posso H, Morrè SA, Ronderos M, Franceschi S, et al. Prevalence and determinants of *Chlamydia trachomatis* infections in women from Bogota, Colombia. *Sex Transm Infect*. 2003; 79 (6): 474-478.
- 25- Ruiz AI, Sánchez R, Ostos O, Angel E, Bonilla H, Cifuentes C. Estudio piloto de prevalencia

de infección por *Chlamydia trachomatis* detectada por PCR en mujeres con parto prematuro en el Instituto Materno Infantil de Bogotá. Rev Colomb Obstet Ginecol. 2005; 56 (3):225-230.

26- Alvis N, Mattar S, García J, Conde E, Díaz A. Infecciones de Transmisión Sexual en un Grupo de Alto Riesgo de la Ciudad de Montería, Colombia. Rev Salud Pública. 2007; 9(1): 86-96.

27- Ángel-Müller E, Rodríguez A, Núñez-Forero LM, Moyano LF, González P, Osorio E. Prevalencia y factores asociados a la infección por *C. trachomatis*, *N. gonorrhoeae*, *T. vaginalis*, *C. albicans*, sífilis, VIH y vaginosis bacteriana en mujeres con síntomas de infección vaginal en tres sitios de atención de Bogotá, Colombia, 2010. Rev Colomb Obstet Ginecol. 2012. Vol.63, No.1, pp. 14-24.

28- Ángel-Müller E, González MP, Núñez L, Pacheco J, Tolosa JE, Díaz LA, et al. Frecuencia de infecciones del tracto genital femenino en mujeres sintomáticas y uso de pruebas rápidas para su diagnóstico en dos poblaciones de Bogotá (Colombia) 2008: Estudio piloto. 2010. Rev Colomb Obstet Ginecol; 61(3):220-230.

29- Gaitán-Duarte HG, Rodríguez-Hernández AE, Arévalo-Rodríguez I, Ángel-Müller E, López-Ramos HE, Estrada-Mesa JS. Clinical practice guideline for syndromic management of pa-

tients with sexually transmitted infections and other genital tract infections. Rev Colomb Obstet Ginecol. 2013; 64 (2):126

30- Bhengraj AR, Vardhan H, Srivastava P, Salhan S, Mittal A. Decreased susceptibility to azithromycin and doxycycline in clinical isolates of *Chlamydia trachomatis* obtained from recurrently infected female patients in India. Chemotherapy. (2010); 56 (5): 371-377.

31- Hocking JS, Vodstrcil LA, Huston WM, Timms P, Chen MY, Worthington K, et al. A cohort study of *Chlamydia trachomatis* treatment failure in women: a study protocol. BMC Infect Dis. 2013; 13 (379): doi: 10.1186/1471-2334-13-379.

32- Public Health Agency of Canada (PHAC). Canadian Guidelines on Sexually Transmitted Infections. Ottawa, Ontario, Canada: Public Health Agency of Canada; 2008. [Accessed 23 March 2015]. Accessed at http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/aspc-phac/HP40-1-2010-eng.pdf on 14 March 2015.

33- LeFevre ML; U.S. Preventive Services Task Force. Screening for *Chlamydia* and *gonorrhea*: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. Ann Intern Med. 2014;161 (12): 902-910.

34- Centers for Disease Control and Prevention. Recommen-

dations for the laboratory-based detection of *Chlamydia trachomatis* and *Neisseria gonorrhoeae* - 2014. MMWR. (2014); 63 (RR-02):1-19.

35- Public Health England. Components of chlamydia screening & the impact of screening on behavior 2014 National Chlamydia Screening Programme web survey report. [Accessed 23 March 2015]. Accessed at <http://www.chlamydia-screening.nhs.uk/ps/resources/web-survey/2014%20NCSP%20web%20survey%20report.pdf> on 16 April 2015.

36- Haggerty CL, Gottlieb SL, Taylor BD, Low N, Xu F, Ness RB. Risk of sequelae after *Chlamydia trachomatis* genital infection in women. J Infect Dis. 2010; 201(Suppl 2): S134-155

37- Gottlieb SL, Xu F, Brunham RC. Screening and treating *Chlamydia trachomatis* genital infection to prevent pelvic inflammatory disease: interpretation of findings from randomized controlled trials. Sex Transm Infect. 2013; 40 (2): 97-102.

38- Nelson HD, Saha S, Helfand M. Screening for Chlamydial Infection [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2001. [Accessed 12 April 2015]. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK42604/>.

La calidad de vida de los colombianos
se apoya en las actividades metrológicas del INM



LABORATORIOS DE QUÍMICA

LABORATORIOS DE FÍSICA

Servicios de:

Capacitación, calibración y ensayo, asistencia técnica, comparación interlaboratorios y materiales de referencia certificados

Instituto ubicado en la Avenida carrera 50 No. 26 55
interior 2 CAN. Bogotá, Colombia.
Conmutador: 254 22 22. / Línea nacional: 018000112542
www.inm.gov.co / Correo Electrónico: contacto@inm.gov.co
Redes Sociales Twitter: @inmcolombia
Facebook: INM de Colombia



"Midiendo para el desarrollo económico,
científico y tecnológico del país"

**INSTITUTO NACIONAL
DE METROLOGÍA**

**LA CIENCIA DE
LA MEDIDA
EN LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD**
EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA (INM)
Y SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y SOCIAL

RESUMEN

El Instituto Nacional de Metrología (INM), es la entidad del Estado encargada de coordinar, a nivel nacional, la metrología científica e industrial y la ejecución de actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país. En él se garantizan unas medidas más precisas que apoyen a las industrias de fabricación nacional, proporcionando trazabilidad por medio de las calibraciones que realizan en sus laboratorios. También avala la comparabilidad con los patrones nacionales de otros países con el fin de homogeneizar el comercio internacional. En este reportaje se presenta la actividad que se realiza en esta institución del Estado.

La metrología es la ciencia de la medida y su aplicación incluye todos los aspectos teóricos y prácticos de la medición, cualquiera que sea la incertidumbre de medición y campo de aplicación. Una metrología eficiente y fiable es de vital importancia para todos los servicios, proveedores y comercio internacional. Las mediciones en magnitudes físicas y químicas, tienen un impacto inmediato en la calidad del mundo en el que vivimos.

Ejemplos donde se encuentra la metrología en la vida cotidiana:

- La riqueza de las naciones depende de la capacidad de fabricar y comercializar productos, y realizar componentes de precisión que estén garantizados.
- El comercio entre los países implica a menudo grandes efectos económicos, por lo tanto, un pequeño error en la medición de, por ejemplo, las tasas de flujo y las cantidades de petróleo y gas pueden representar una cantidad significativa de dinero.
- La globalización económica requiere que las partes individuales de estructuras complejas de ingeniería se fabriquen en diferentes países. La metrología asegura que estas partes encajen entre sí cuando se monta el sistema final. Por esta razón, las grandes multinacionales tienen sus propios departamentos de metrología.
- Los enormes avances de la micro-electrónica en los últimos cuarenta años, no habrían sido posibles sin el papel que cumple la metrología en la mejora continua de la producción de microchip. El desarrollo de ordenadores rápidos permite a los ingenieros diseñar nuevos microcircuitos, que a su vez permiten una mejor computadora, y así sucesivamente.
- Los sistemas de navegación por satélite y la correlación del



tiempo internacional, necesitan de una ubicación exacta. Estos sistemas permiten la creación de redes entre los sistemas informáticos de todo el mundo y que los aviones aterricen con seguridad en condiciones de poca visibilidad.

La salud humana depende de nuestra capacidad de hacer diagnósticos precisos, mediciones que requieren, por ejemplo, determinar el nivel de colesterol en la sangre.

Los analizadores de aliento se utilizan para medir los niveles de alcohol en el cuerpo.

Los usuarios necesitan confiar en el volumen de gasolina suministrado.

De forma cuantitativa, podríamos imaginar cuánto dinero ganaría un ex-portador si lo que entrega como 1 kg de Café Pergamino realmente pesa 900 g. El precio de este producto, en mayo del 2015, era de \$5.305 pesos/kg (1), esto significa que si este exportador vende al mercado internacional 1.000 kg de café, estaría recibiendo 530.500 pesos de más solo porque su báscula tiene un error: no está calibrada correctamente e indica más del peso real.

En el caso de que el Instituto Nacional de Metrología (INM) no dispusiera del patrón nacional requerido por la industria, se proporcionaría la trazabilidad desde otro INM de reconocido prestigio. Por tanto, el INM de Colombia se encarga de coordinar, a nivel nacional, la metrología científica e industrial y la ejecución de actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país.

Este objetivo y otros que se encuentran en la Figura 1, se llevan a cabo mediante la investigación, la prestación de servicios metrológi-

cos, el apoyo a las actividades de control metrológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Para entender mejor qué es y qué hace el INM, hablamos con su director, Javier Viveros, y con la señora María del Carmen Matilla, asesora del instituto, quien ha sido invitada desde España para apoyar el proceso de mejoramiento de sus servicios y el fortalecimiento de su actividad investigativa.

“El propósito del INM es garantizar mediciones confiables para el bienestar de la población, la competitividad y el desarrollo”, resume Viveros.

Uno de los aspectos más delicados de cualquier medida es la incertidumbre. A la hora de expresar el resultado de medición de una magnitud, es obligado dar alguna indicación cuantitativa de la calidad del resultado, de forma que quienes utilizan dicho resultado puedan evaluar su idoneidad. Sin dicha indicación, las mediciones no pueden compararse entre sí, ni con otros valores de referencia dados en especificaciones o normas. Por ello es necesario establecer un procedimiento fácilmente comprensible y aceptado universalmente, para caracterizar la calidad del resultado de una medición; esto es, para evaluar y expresar su incertidumbre. Además, en muchas aplicaciones industriales y comerciales, así como en las áreas de la salud y la seguridad, es necesario proporcionar un intervalo en torno al resultado de medición, en el que se espera encontrar la mayor parte de la distribución de valores que pueden ser razonablemente atribuidos a la magnitud objeto de medición. Así, el método ideal para evaluar y expresar la incertidumbre de medida debe ser capaz de proporcionar tal intervalo, en particular,

aquel con la probabilidad o el nivel de confianza que corresponda de forma realista a lo requerido.

El concepto de incertidumbre como atributo cuantificable en una medida, es relativamente nuevo en la historia de la medición. Actualmente, está ampliamente reconocido que aun cuando se hayan considerado todos los componentes conocidos o sospechados del error, y se hayan aplicado las correcciones oportunas, aún existe una incertidumbre asociada a la corrección del resultado final; esto es, una duda acerca de la bondad con que el resultado final representa al valor de la magnitud medida.

La utilización universal del SI ha dado coherencia a todas las mediciones científicas y técnicas. El consenso internacional sobre la evaluación y expresión de la incertidumbre de medida, permite entender e interpretar sin ambigüedad un vasto espectro de resultados de medida en los campos de la ciencia, la ingeniería, el comercio, la industria y las reglamentaciones oficiales. Es imperativo que el método de evaluación y expresión de la incertidumbre sea uniforme en todo el mundo, de modo que las mediciones realizadas en diferentes países puedan ser comparadas fácilmente. Por ello, el método para evaluar y expresar la incertidumbre del resultado de una medición debe ser universal, y la magnitud utilizada para su expresión debe ser internamente consistente y transferible.

Antes de continuar, vale la pena explicar el significado de universal como un método aplicable a todo tipo de medición y a todo tipo de datos de entrada; y consistente como el hecho de poderse obtener directamente de los componentes que contribuyen a ella, así como ser independiente de la forma en que

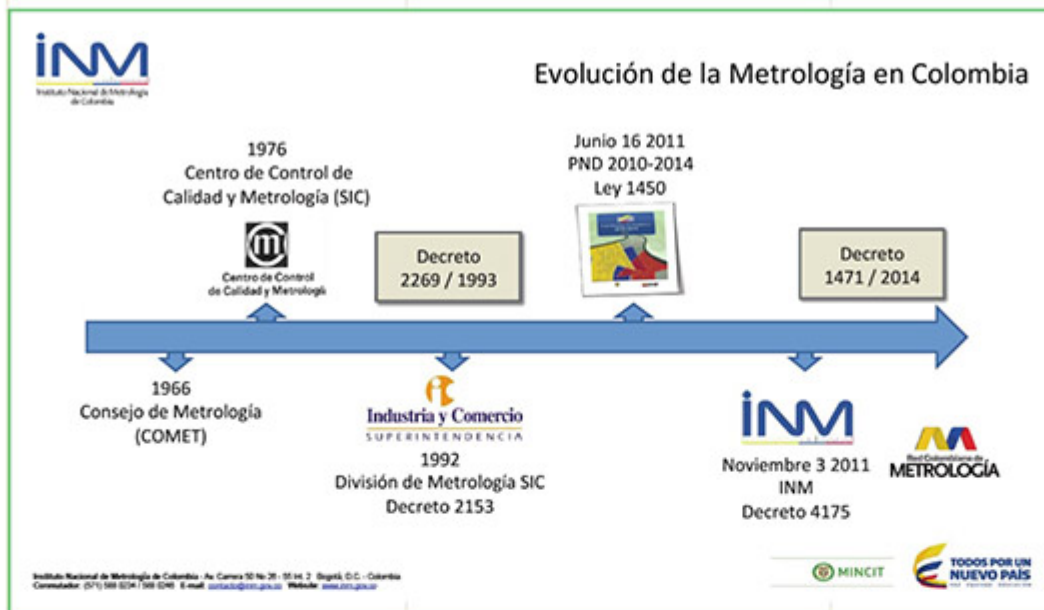


FIGURA 1.
OBJETIVOS
E IMPACTOS
DEL INM.

dichos componentes estén agrupados.

Como actividad aislada, la metrología es difícil de apreciar. El sentido lo adquiere cuando se aplica a situaciones reales, ya sea en la ciencia, la industria, el comercio o prácticamente en cualquier aspecto de la vida humana, cuando un producto o servicio debe ser medido. La necesidad de mediciones precisas es evidente a través de la historia, y un sistema de metrología acordado internacionalmente es de vital importan-



cia para la innovación, el comercio, la calidad de vida y una regulación efectiva. De especial relevancia para el INM es la actividad industrial y comercial, ya que con mediciones apropiadas y confiables, se puede asegurar la calidad y la competitividad de los productos y servicios. El INM cuenta con líneas de trabajo comprometidas con la industria colombiana, desde donde se analizan las características de los productos, sus fortalezas, deficiencia y cuáles son los requisitos específicos que le van a dar la posibilidad de competir en el mercado, tanto nacional como internacional. En este contexto, Carmen Matilla tiene una afirmación que ha marcado la actividad del INM: *"Lo que no podemos medir, no se entiende correctamente y no se puede controlar ni fabricar o procesar de forma fiable"*.

La metrología se inició en Colombia en el año 1966 cuando se estableció el Consejo de Metrología (COMET) y casi 45 años más tarde,

mediante el Decreto 4175 de 2011, se institucionalizó como una unidad administrativa especial de carácter técnico, científico y de investigación (Figura 3).

María del Carmen Matilla (Figura 2) es Licenciada en Química y Doctora en Física Aplicada en Tecnologías de la Información. Comenta que ha venido varias veces a Bogotá y que ha acompañado el proceso de crecimiento por el que ha pasado el Instituto, que desde hace cerca de diez años se ha recorrido un arduo y fructífero camino que ha situado al Instituto en un nivel de calidad comparable, en algunas magnitudes, a otros INM de primera línea internacional. Esto se ha conseguido gracias a la gran dedicación, esfuerzo e interés del personal del Instituto.

Parte del trabajo realizado por esta española, fue haber logrado llevar al INM a formar parte de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM, por sus siglas en inglés), organismo internacional que agrupa a los institutos de más alta cualificación. Ser parte de este organismo permite predecir que para el año 2020, la institución se habrá convertido en el

FIGURA 2.
MARÍA DEL CARMEN MATILLA,
ASESORA DEL INSTITUTO

FIGURA 3.
HISTORIA
DE LA METROLOGÍA
EN COLOMBIA.



centro de investigación, desarrollo e innovación líder en materia metroológica en Colombia, con proyección internacional y capacidades de medición ampliamente reconocidas.

La sede del BIPM está en París y es desde donde se coordina a nivel mundial la metrología, buscando «asegurar en todo el Mundo la uniformidad de las mediciones y su trazabilidad al SI». Su origen data del siglo XVI cuando se buscaba medir el globo terráqueo; más adelante, en 1872, se construyeron los patrones para el metro y el kilogramo, y con los avances de la Revolución Industrial se hizo evidente la necesidad de fortalecer la Institución. En la actual-

lidad, es el centro de información y referente mundial en pesas y medidas, y donde se encuentra el “kilogramo patrón internacional”, que es la única unidad materializada que persiste del SI (1).

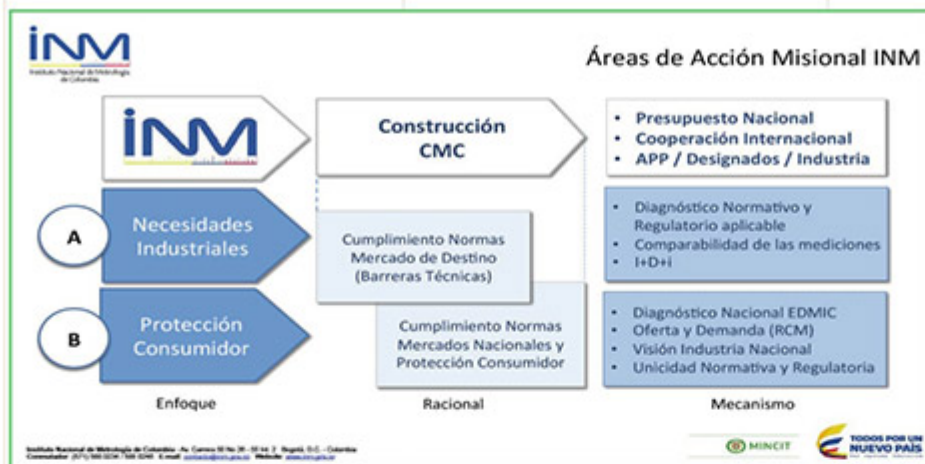
La metrología está inmersa en casi todas las actividades que realizamos, puesto que se utiliza para la industria, la salud, el medio ambiente, la energía y la investigación, y es por eso que es muy valioso tener al INM avalado internacionalmente. Una de las fortalezas recientemente encontradas en el INM es el departamento de metrología química, que está abriendo muchos frentes de gran impacto en industrias como

las farmacéuticas, alimenticias y de productos biológicos.

Ejemplos de trabajos que se realizan a partir de la metrología son, entre otros, el estudio de la salinidad del agua (esencial para mantener la flora y fauna marina); y la determinación cualitativa y cuantitativa de los componentes y preservantes de los alimentos, garantizando así su buena calidad. Matilla comenta que en nuestro país, el sistema metrológico más desarrollado se encuentra en la línea de los alimentos, mientras que el campo de la salud, al igual que en otros países, necesita grandes mejoras. Eso significa que, por ejemplo, no es exacto el valor que nos proporcio-

FIGURA 4.
ATRIBUTOS QUE EL
INM LE BRINDA
A LA INDUSTRIA Y
A LA COMUNIDAD.





na un resultado de nuestro nivel de colesterol en sangre. Este no es solo un problema de Colombia, lo es en todo el mundo, como lo muestra un estudio hecho en Alemania en el que se muestra que el 30% de las personas que creían tener alto el colesterol y estaban medicadas, realmente no era alto. Igualmente se encontró que un 30% de las personas con colesterol presuntamente normal no lo tenían así y requerían tratamiento. Para entender la importancia del impacto de esta investigación, bastaría con revisar las implicaciones de bajarle el nivel de colesterol a una persona con niveles normales o, por el contrario, proponer una dieta a una persona que no lo requiera. En general, son muy graves las implicaciones económicas de una deficiencia en las mediciones de los parámetros biológicos utilizados como ayudas diagnósticas en salud humana.

Estos ejemplos ratifican la misión del INM manifestada por Viveros: “coordinar en el territorio nacional la metrología científica e industrial, y ejecutar actividades que permitan la innovación y soporten el desarrollo económico, científico y tecnológico del país”, lo cual implica medir con exactitud y tener las unidades de medida normalizadas de acuerdo a las normas internacionales.

El tener una capacidad de hacer mediciones de forma trazable a un patrón de medida reconocida y exacta, permite generar mayor desarrollo e innovación en la industria colombiana, y es por lo que el Gobierno Nacional está haciendo grandes aportes por medio del INM, para que la industria crezca en competitividad e innovación, y también garantizar seguridad y protección a la sociedad. En la Figura 4 se explican los mecanismos mediante los cuales el INM logra estos cometidos.

Otra de las preocupaciones de la Doctora Matilla es la importancia que la metrología tiene sobre la Investigación y Desarrollo (I+D), y cómo esto impacta en la Innovación industrial (i). Para ella, generar más innovación requiere mayor atención a la I+D, lo que demanda creación de grupos de trabajo conjuntos entre universidades y empresas. Una vez consolidados estos grupos, los resultados de sus trabajos deben llegar a las redes para mejorar su difusión y estímulo.

Así pues, el INM es un organismo técnico, con autonomía administrativa y financiera, encargado de la metrología científica e industrial, que garantiza la trazabilidad de las mediciones, el cumplimiento de estándares internacionales y ofrece la

capacidad técnica de verificación de la calidad de los productos que se fabrican o comercializan en el país, así como el cumplimiento de compromisos internacionales en materia de calidad.

El gran interés que tanto el Gobierno como la industria y los servicios están mostrando por la metrología, junto con la capacidad que han mostrado los técnicos del INM, permiten ser realistas en la predicción de que en los próximos años este instituto se proyectará como un centro de investigación, desarrollo e innovación, líder en el ámbito latinoamericano, y que supondrá un gran apoyo para la industria y los servicios de Colombia (Figura 5).

REFERENCIAS

http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/precio_cafe.pdf
Consultado Mayo 2015

http://recursos.tic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/index.php/Oficina_Internacional_de_Pesos_y_Medidas. Consultado Mayo 2015

MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN TIC, PARA COLOMBIA

Tomado de Pixabay.com - Uso libre



HENRY MORA HOLGUIN
NAYIBE CASTRO NOVOA
SANDRA ZÁRATE RINCÓN
OBSERVATORIO COLOMBIANO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EDUARDO FAJARDO Y HUGO SIN TRIANA
MINISTERIO DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN
Y LAS COMUNICACIONES

nfajardo@mintic.gov.co

RESUMEN

Este artículo presenta el primer ejercicio de medición del estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia. Esta información se convierte en insumo para el seguimiento y evaluación de la política pública y para el monitoreo del desempeño nacional en esta materia; a su vez, es útil para plantear estrategias que permitan mejorar el desempeño del sector, fortalecer sus capacidades de innovación y aumentar su competitividad con base en el desarrollo científico, tecnológico e innovador. El análisis de los indicadores calculados permite evidenciar que el país cuenta con capacidades significativas en el sector, en cuanto a programas de formación, matriculados, investigadores y grupos de investigación, y muestra la necesidad de fortalecer tanto la producción científica y técnica como la innovación.

Nuestro país se mantiene en una continua lucha por dar un salto de calidad en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Para ello, las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) son esenciales, pues en ellas convergen factores estratégicos como el recurso humano, la oferta académica, la inversión pública y privada y, finalmente, la inclusión de las TIC como herramienta de innovación. Muchos son los factores sobre los que se está trabajando, los cuales deben ser evaluados continuamente para verificar los avances obtenidos. Una de las entidades encargadas de este proceso de medición es el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Min TIC), que desempeña un papel de liderazgo importante para impulsar el crecimiento económico del país, más aún cuando se quiere pasar de una economía basada en la producción de materias primas, a una economía basada en el conocimiento y la innovación.

A nivel de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), articular las TIC requiere que las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) sean medibles, además que estos datos sean incluidos y analizados para identificar las capacidades actuales, proponer acciones concretas para su fortalecimiento y tomar decisiones en el marco de sociedades globalizadas (1).

Ante la necesidad de conocer las capacidades y oportunidades reales que se tienen para competir y proyectarse a partir de

los desarrollos en Ciencia, Tecnología e Innovación, Min TIC, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCT), se asociaron en un convenio especial de cooperación para medir la "Línea Base de Indicadores de I+D+i de TIC", como suministro de información relevante para la toma de decisiones que permitan el fortalecimiento de la infraestructura, el capital humano, la industria y los servicios del sector, además de convertirse en insumo para el desarrollo de diferentes acciones como la definición y diseño de políticas, programas, proyectos o planes, dependiendo de la esfera en que se generen e implementen, y el impacto que tengan en la sociedad.

El cálculo de la Línea Base de Indicadores (LBI) se obtiene por medio de un estudio que se realiza en dos fases. La primera de ellas corresponde al levantamiento de información sobre lo que ya existe en Investigación, Desarrollo e Innovación, a partir de fuentes como el DANE y Colciencias, entre otras; los datos encontrados se analizan de acuerdo a la pertinencia, el impacto de los resultados y los avances en los desarrollos, además de que sirven para comparar los resultados con los de otros países y con otros procesos dentro de nuestro país. La segunda fase, en desarrollo desde 2015, hace referencia a la recopilación de información primaria a través de encuestas y entrevistas, lo que significa conseguir de manera directa la información.

Para la primera fase se tomaron como insumos los documen-

tos de política nacional sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), las necesidades de los actores clave del sector y los indicadores propuestos y utilizados por referentes internacionales y nacionales. Con esta información se elaboró una matriz de 90 indicadores, sobre la que se realizó una priorización bajo los criterios de pertinencia del indicador, costo y disponibilidad de la información

para su medición. Fue así como, de los 90 indicadores iniciales, solo se enfatizó en 53 de ellos. La información necesaria para la medición de los 53 indicadores calculados provino del Ministerio Nacional de Educación (MEN), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Fundación para el futuro de Colombia (Colfuturo), el Programa Fullbright Colombia, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Colciencias y Min TIC.

Algunos resultados de la primera medición de la LBI

Una vez obtenidos los indicadores de la LBI se organizaron en siete categorías: oferta, demanda y apoyos para la formación; talento humano capacitado para realizar actividades de CTI; montos invertidos para la realización de actividades de CTI; normatividad, instituciones y tecnología disponible para el desarrollo de las actividades de CTI; gestión para la realización de las actividades de CTI en empresas TIC; producción científica y técnica resultado de las actividades de TIC; y resultados de innovación en empresas TIC. Estas siete categorías dan cuenta de tres de las actividades de CTI definidas por el Manual de Frascati (2): investigación y desarrollo, formación de talento humano, e Innovación.

Para que la LBI se consolide como un sistema de información para el país, es necesario realizar de forma regular el ejercicio de medición para los mismos y para otros indicadores, utilizando

fuentes de información primaria y actualizada. Así mismo, es importante que los diferentes actores del sistema se apropien de la información como mecanismo para la toma de decisiones.

En las siguientes figuras se pueden observar algunos de los resultados obtenidos en el ejercicio de medición (3).

El total de indicadores calculados se pueden consultar en los sitios web del Min TIC y del OCT (4-5), donde se puede evidenciar un aumento progresivo en actividades de I+D+i.

Este es el primer ejercicio de este tipo que se realiza, en el cual, a partir de los indicadores calculados, se aprecia que el país se destaca por tener capacidades en CTI, que cuenta con los factores humanos, financieros, institucionales y formativos que posibilitan el buen desarrollo de CTI, desde donde se infiere que en el país hay capacidades para el desarrollo en términos de



FIGURA 1.
DISTRIBUCIÓN DE LA OFERTA
EDUCATIVA DE PROGRAMAS
RELACIONADOS CON TIC EN
2013. RESALTA EL ELEVADO
NÚMERO DE PROGRAMAS
ACADÉMICOS OFRECIDOS EN
EL 2013 (2195), ASÍ COMO EL
BAJO PORCENTAJE DE ELLOS A
NIVEL DE POSGRADO (3.7%)



FIGURA 2.
SÍNTESIS DE LOS
RESULTADOS
DEL TALENTO HUMANO
DEDICADO A ACTIVIDADES
DE INVESTIGACIÓN EN TIC,
MUESTRA EL NÚMERO
TOTAL DE INVESTIGADORES
DEL SECTOR, SEGÚN SEXO Y
UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

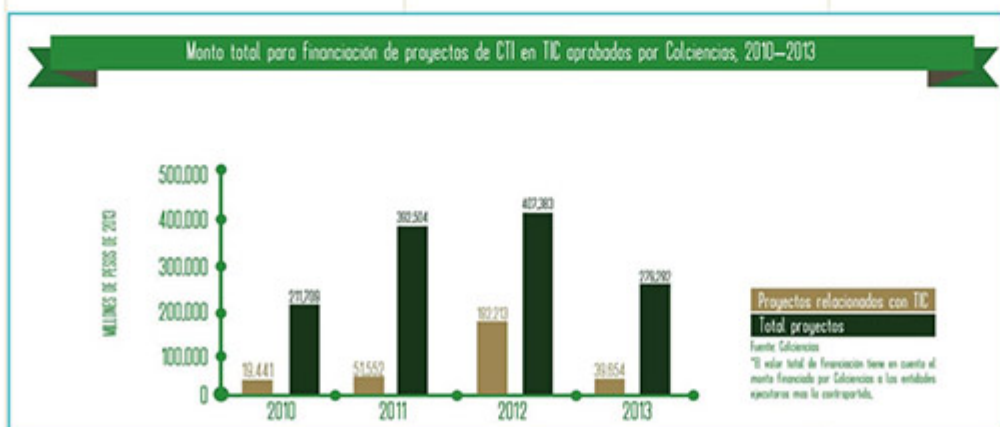


FIGURA 3.
ALGUNOS DE LOS
PRINCIPALES RESULTADOS
DE LA CATEGORÍA DE
INVERSIÓN, CORRESPONDE
AL MONTO FINANCIADO POR
COLCIENCIAS PARA
PROYECTOS DE CTI EN EL
SECTOR, RESPECTO AL
TOTAL DE PROYECTOS
FINANCIADOS.

FIGURA 4.
NÚMERO DE EMPRESAS
DEL SECTOR TIC QUE HAN
REALIZADO ACTIVIDADES DE
CTI SEGÚN TIPO DE
ACTIVIDAD 2008-2013.
OBSERVE EL
COMPORTAMIENTO DE LAS
EMPRESAS DURANTE EL
AÑO 2011 EN TODAS LAS
ACTIVIDADES EVALUADAS.

Número de empresas del sector TIC que han realizado actividades de CTI, según tipo de actividad, 2008-2013						
TIPO DE ACTIVIDAD	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I+D interna	237	247	401	648	318	290
I+D externa	176	186	318	504	275	249
Adquisición de maquinaria y equipo	223	238	390	628	292	268
Tecnologías de la información y las telecomunicaciones	241	263	418	681	327	318
Mercadeo de las innovaciones	206	217	369	588	288	254
Transferencia de tecnología	175	179	308	507	278	252
Asistencia técnica y consultoría	221	231	384	615	314	295
Ingeniería y diseño industrial	176	185	332	517	282	249
Formación y capacitación especializada	205	215	382	587	304	286

FIGURA 5.
DINÁMICA DE LOS
INDICADORES
DE LA CATEGORÍA DE
PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y
TÉCNICA PUBLICADOS EN
TEMÁTICAS TIC EN EL
PORTAL WEB OF SCIENCE.



FIGURA 6.
VENTAS POR PRODUCTOS
INNOVADORES EN EMPRESAS
DE SERVICIOS DEL SECTOR
TIC Y EL GRADO DE NOVEDAD
DE DICHO PRODUCTOS.



programas de formación, matriculados, investigadores, grupos de investigación y empresas orientadas a la innovación.

Donde no se observaron datos alentadores fue en los resultados de CTI, ya que se encontró que no son muchas las publicaciones, las patentes o las innovaciones registradas, de lo que se concluye que no se está haciendo todo lo que se debe y que se puede hacer más, puesto que existe la materia prima.

Si bien en este documento no se muestran los resultados puntuales de cada uno de los indicadores, vale la pena resaltar que en promedio una empresa de manufactura o de servicios del sector TIC, produce una innovación al año, principalmente para ella misma, unas pocas para el mercado nacional y muy pocas para el internacional.

En conclusión, con este estudio se encontró que en el sector de las TIC, específicamente en

las actividades de I+D+i, el país muestra un incremento en sus capacidades; sin embargo, aún hay mucho por hacer en términos de política pública y de instrumentos e incentivos para la innovación, para que se traduzcan en resultados y en mejoras a la competitividad nacional.

Con este “primer barrido” se evidencia que Colombia está preparada para el desarrollo de actividades de CTI y de I+D+i en TIC, así que la invitación es sacarle provecho a ellas, investigar donde se debe investigar y priorizar donde se debe priorizar para lograr el desarrollo esperado. Otra conclusión importante es la necesidad de darle continuidad a estos procesos de valoración, pues son estos los espacios para detectar oportunidades y tener

criterio para fortalecer las debilidades.

Los documentos que se publiquen de este estudio son de carácter público y pueden ser entregados a todas las entida-

Vale la pena resaltar que en promedio una empresa de manufactura o de servicios del sector TIC, produce una innovación al año, principalmente para ella misma.

des que quieran conocer y desarrollar actividades de CTI y de I+D+i en TIC, siendo de particular utilidad para aquellas personas que definen, toman decisiones y construyen políticas en Colombia.

REFERENCIAS

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Measuring Innovation: A new perspective. Paris. (2010).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental: Manual de Frascati. Pa-

ris. Fundación Española Ciencia y Tecnología FECYT. (2002)

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT. Línea Base de Indicadores I+D+i de TIC. Indicadores 2015 Colombia. Bogotá. Ediciones Ántropos Ltda. (2015)

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Indicadores y Línea Base.

Consultado 14 de julio de 2015. <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6306.html>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Línea Base de Indicadores I+D+i de TIC: Indicadores 2015 Colombia. Consultado 14 de julio de 2015. <http://indicadoresdecientific.ocyt.org.co/>

NOTICIAS

Desde la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia

Un jardín botánico reorganizado que busca fortalecer sus coberturas vegetales

El Jardín Botánico de Bogotá en el proceso de consolidación de los proyectos de investigación e implementación de nuevas tecnologías para el fortalecimiento de las coberturas vegetales desarrollo en conjunto con la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia el establecimiento de espacios demostrativos que permitieran poner en práctica nuevos criterios de urbanismo en los que la cobertura vegetal permite brindar un nuevo paisaje a la ciudad, así como contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitan-

tes. Este esfuerzo culminó con tres logros que hoy se pueden apreciar en las instalaciones del Jardín Botánico de Bogotá.

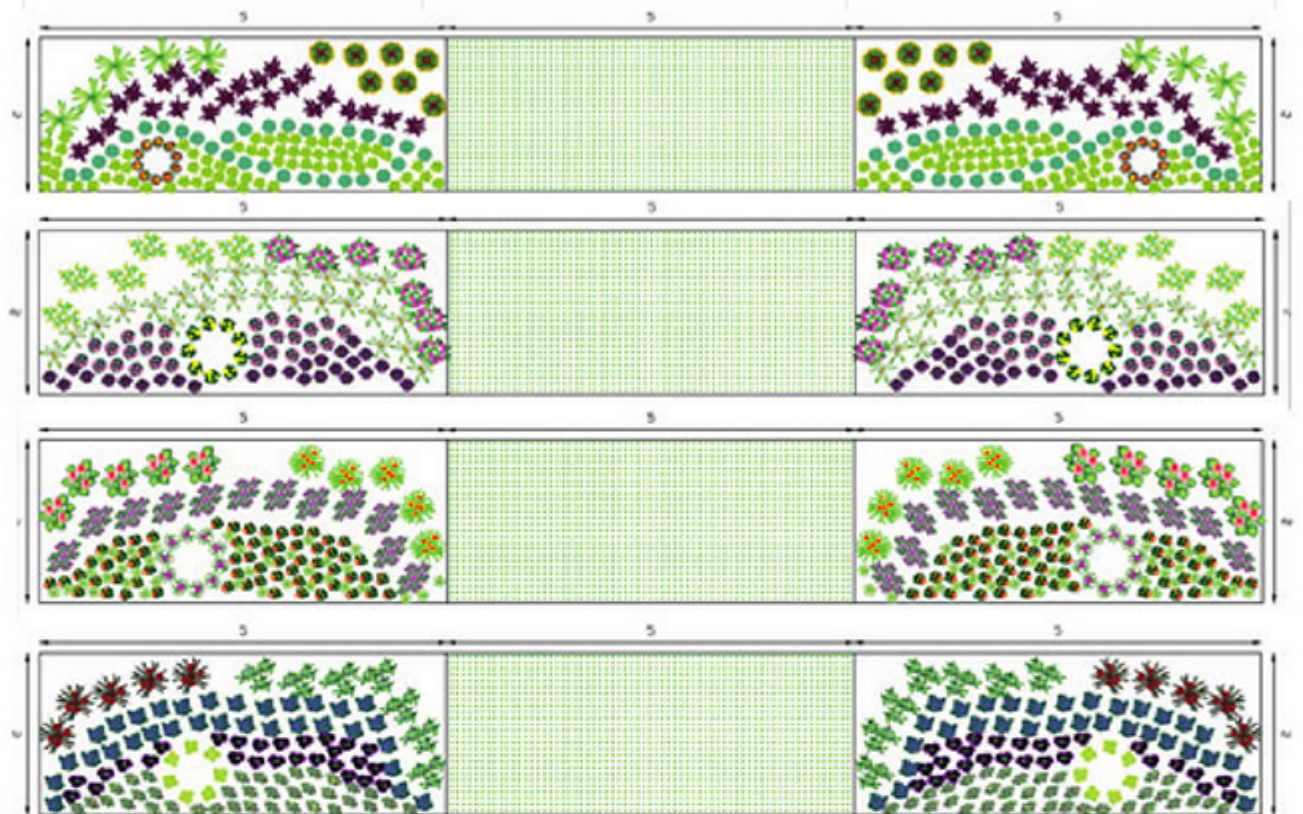
JARDÍN PERIMETRAL

Sobre el sector perimetral al Jardín Botánico de Bogotá (Avenida Rojas y Avenida Mutis) se realizó un arreglo florístico como un escenario de aprendizaje y manejo de más de 30 especies de jardinería implementadas en el espacio público del Distrito Capital.

Durante el día 6 de septiembre de 2013 se desarrolló una jornada de plantación y adopción de jardines que permitió en conjunto con la participación comunitaria el establecimiento de 71 jardineras en un área de 773 metros cuadrados, alrededor de 8000 plantas fueron sembradas, hoy este es uno de los jardines en espacio público más extenso de la ciudad.

Adicional a los beneficios ambientales y paisajísticos prestados por esta área ajardinada, se pretende tener una muestra viva de cada una de las diferentes especies de jardi-





nería utilizadas en el espacio público de la ciudad y de los posibles arreglos florísticos que se pueden generar al combinar estratos, estructuras y formas. Por lo tanto se definió un diseño en el cual se implementaron 4 tipos de módulos, entre cada uno de los módulos se dejó un espacio equivalente en césped, cuya inten-

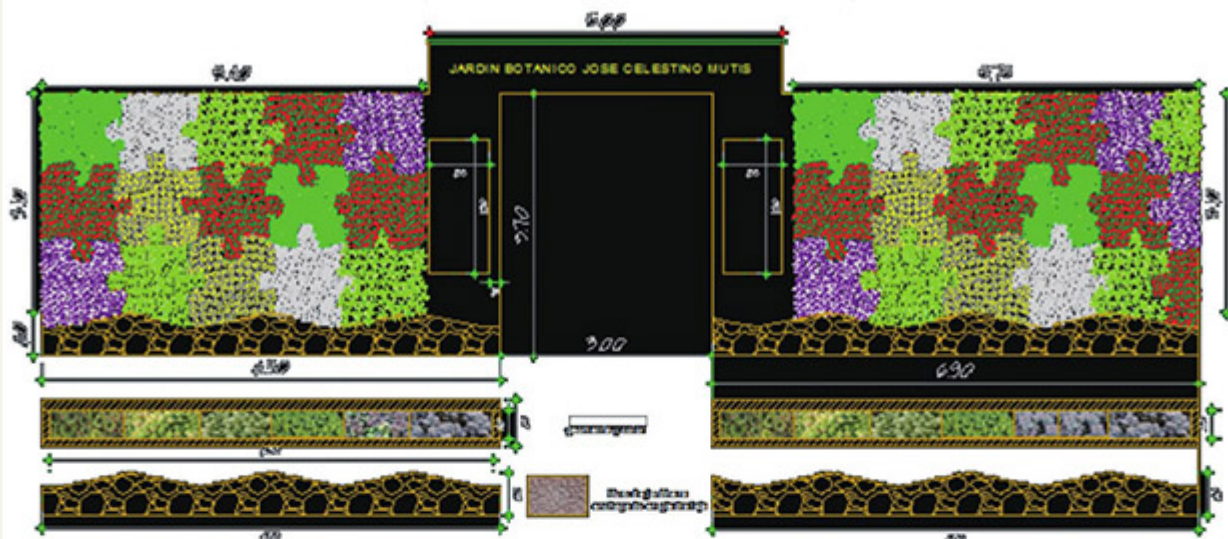
sión principal en esta primera fase corresponde a aislar los diferentes arreglos florísticos. En cada módulo se conjugaron diferentes tipos de especies por módulo, las cuales corresponderán a tres tipos de portes (alto, medio y cobertura), que fueron plantadas siguiendo un esquema predefinido que aporta diversidad tanto

en formas, colores, alturas y texturas principalmente.

MURO VERDE

La entrada occidental del Jardín Botánico de Bogotá se ubica sobre el cruce de la calle 63 con avenida





Rojas, hoy se aprecia un escenario que muestra a la ciudad una nueva forma de hacer jardinería y de aprovechar los espacios verticales que ofrece la ciudad. Un muro verde o jardín vertical de 45 metros cuadrados que implementa un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia para aprovechar en el riego.

Los componentes esenciales del muro verde corresponde a un montaje, el cual se fundamenta en un sistema de módulos o compartimientos de bolsas elaboradas en fieltro en las cuales se distribuyen plantas que enraízan, este sistema se aísla por una lámina de policarbonato alveolar para evitar la transmisión de humedad al muro de anclaje. Los componentes anteriores se montan sobre una estructura liviana remachada, hecha en perfilado galvanizado anticorrosión. Y vinculado a esta estructura, un sistema de riego semiautomático compuesto por una válvula electrónica controlada por un Timer que facilita la programación y el tiempo de riego diario. Este a su vez está conectado a una manguera de riego por goteo dispuesta en varios ramales que garanticen el riego uniforme y permanente de todo el jardín.

TECHO VERDE

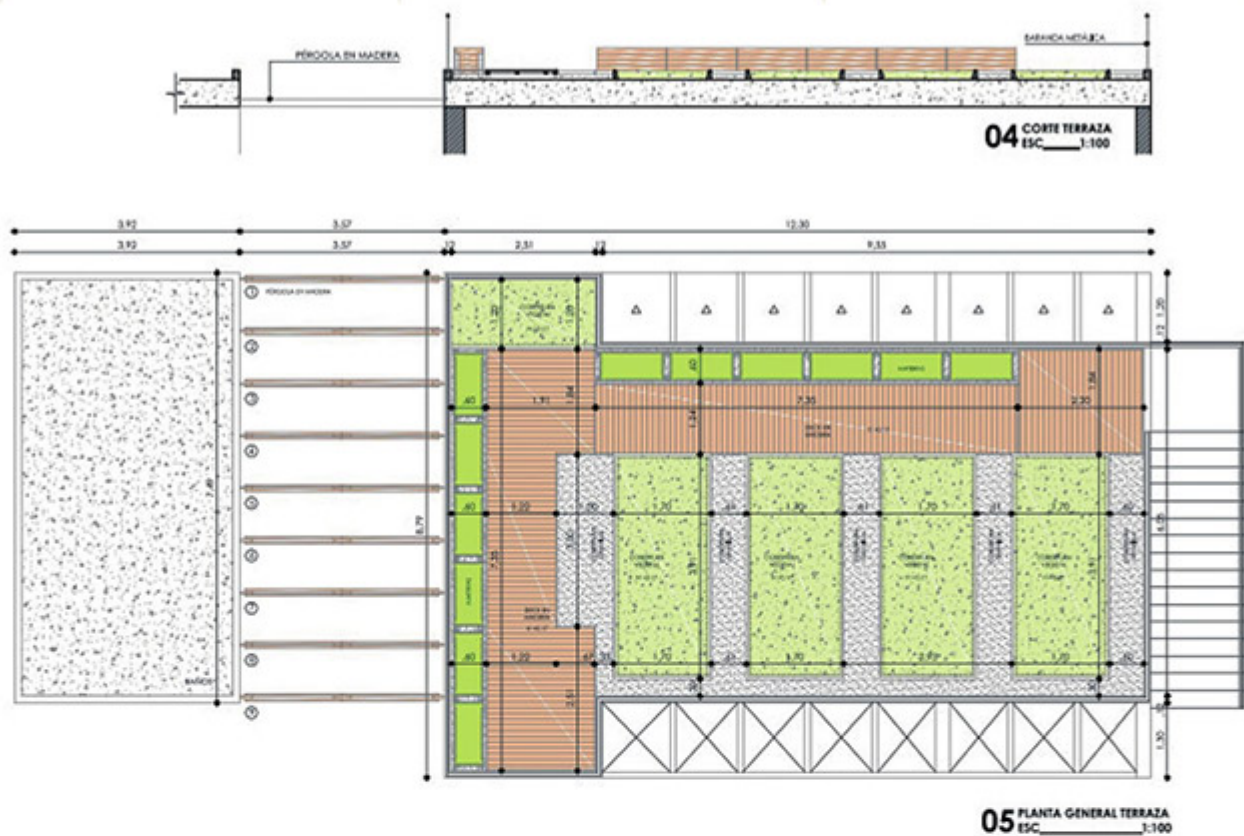
En la Unidad Demostrativa Agroecológica del Jardín Botánico de Bogotá, se desarrolló sobre el techo del Aula Chowa una adecuación para es-

sembraron las siguientes especies: Canelón, Globitos, Repollas, Cintas variegadas, Menta, Clavellina, Hiedra uña de gato, Sietecueros mexicano, Orquideas, Caléndula, Nomeolvides y Clavel chino.



tablecer la terraza verde y centro de promoción de infraestructuras vegetales y agricultura urbana. Se realizó el diseño de jardinería con una figura geométrica en forma de mandala y se

El techo verde se conformó por 5 módulos para la implementación de cobertura vegetal sobre la placa de la terraza, con una profundidad que oscila entre los 12 y los 17 cm. Estos



módulos se llenaron con sustratos de fibra de coco, turba, cascarilla de arroz, triturado de ladrillo, y demás sustratos livianos aptos para la implementación de cubiertas verdes y que fueran de origen local. Dada las características de profundidad de los sustratos en estos módulos se hará énfasis en la investigación de especies ornamentales nativas, así como de hierbas, y eventualmente algunas especies productivas. Para facilitar las actividades de mantenimiento de los módulos se establecieron una serie de senderos en gravilla, estableciendo claramente la diferenciación entre áreas de transitables y no transitables en la cubierta.

Complementario a ello se establecieron varios contenedores en madera que ofrecen condiciones aptas

para la implementación e investigación de especies productivas, ya que contarán con profundidades de cerca de 35 cm. Dado que las especies a analizar aquí son de carácter productivo se usaron mayoritariamente sustratos orgánicos como compost y lombricompost, con algunos aportes de sustratos livianos.

Debido a que una de las finalidades de los techos verdes es promocionar y desarrollar procesos de apropiación del conocimiento con los visitantes al Jardín Botánico, se implementó un deck en madera que facilite el tránsito de los

visitantes en grupos de hasta 10 personas. Este deck permitirá la protección tanto de la impermeabilización como de los sustratos y las coberturas vegetales implementadas en la

En estos módulos se hará énfasis en la investigación de especies ornamentales nativas, así como de hierbas, y eventualmente, algunas especies productivas.

cubierta, estableciendo claramente la diferenciación entre áreas de transitables y no transitables en la cubierta.

LIBRO

La política científica y tecnológica en Colombia, 1968-1991

El libro analiza el origen y evolución de la política pública moderna, como el resultado de un proceso de adaptación de discursos y modelos internacionales, en particular el denominado “science policy”, difundido por organismos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y la Unesco. La investigación que sustenta el libro utiliza el enfoque teórico llamado transferencia de políticas (*policy transfer*) con el fin de reconstruir la interacción entre tomadores de decisiones locales y ex-



pertos internacionales. Es una obra de interés para administradores públicos, historiadores, políticos e investigadores de las ciencias sociales, que además de- seen contextualizar el renovado interés en el tema suscitado por la promulgación de la Ley 1286 de 2009, que transforma a Colciencias en departamento administrativo y que busca fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. El libro está disponible en las librerías colombianas (Fondo de Cultura Económica o donde se distribuyan libros de la editorial Siglo del Hombre)

Premios para Myriam Aparicio Rojas, investigadora e inventora colombiana

El viernes 10 de octubre del año pasado, le fueron entregados a Gladys Miriam Aparicio Rojas, física, magister en física, miembro del Grupo de Transiciones de fase en sistemas no metálicos de la Universidad del Valle y estudiante del doctorado en física de esta misma universidad, dos premios de gran importancia en nuestro país por el producto de su trabajo que compitió en la categoría ‘Investigación’ con otros 99 inventos de todo el país. Estos premios fueron el ‘Premio Nacional al Inventor Colombiano 2014’, y el ‘Premio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual’ – OMPI, al Mejor Inventor.

Los galardones fueron entregados por la Superintendencia de Industria y Comercio - SIC, en colaboración con la Asociación Colombiana para el Avance

de la Ciencia – ACAC, y con el apoyo y evaluación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual- OMPI, en un esfuerzo encaminado al fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia y el invento al que se refiere, es el desarrollo de un compuesto a base de hilo de araña, que puede usarse en baterías recargables.

El proyecto de Aparicio Rojas, “Elaboración y caracterización de una novedosa biomembrana de intercambio protónico a base de PVAL/TiO₂ e hilo de araña de la especie *Nephila clavipes*”, hace parte de su tesis doctoral y trata de una membrana intercambiadora de protones, compuesta de un polímero, un cerámico y la seda de hilo de la araña *Nephila clavipes* que puede usarse en baterías de estado sólido recargables.



EL ATLAS OCEANOGRÁFICO DE COLOMBIA. Una apuesta que recupera la información de nuestros océanos.

Nuestro país tiene como gran ventaja estar rodeado de dos hermosos mares, que si bien todos vemos, poco conocemos; y que a pesar de haber sido la fuente de estudio de muchos investigadores, poco tiempo se había tenido para recuperar y organizar toda la información que de ellos se desprende.

Teniendo en cuenta que el mar debe ser una fuente productiva y competitiva en el juego de nuestra economía, y que debe contribuir con el turismo y como fuente de alimento y de trabajo, es necesario que sea explotado de manera responsable y sostenible. Para ello es importante conocer su comportamiento y sus cualidades físicas y químicas.

Con el objeto de dar a conocer al país las condiciones de los dos mares que rodean las costas colombianas, la Dirección General Marítima (Dimar), en convenio con la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol S.A.) y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), reunieron esfuerzos para elaborar el Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013, publicando una obra ilustrada, elaborada a partir de mapas, gráficas, fotos y documentos, donde se muestran las condiciones climatológicas, datos de temperatura, salinidad, densidad y velocidad geostrofica de las cuencas marinas nacionales, así como sus variaciones espaciales y temporales a distintas profundidades; siendo esto la base para entender el comportamiento del mar y de sus corrientes marinas.

El documento está constituido de dos partes, la primera es una descripción del tratamiento, procesamiento y análisis realizado a los datos oceanográficos obtenidos por la Armada de la República de Colombia (ARC) en las cuencas del mar Caribe y el océano Pacífico de las aguas



de Colombia y aledañas, complementados con los datos obtenidos de la base de datos del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de los Estados Unidos (NODC). Durante el análisis se observó que la cantidad de datos aportados por el NODC fue muy superior a la registrada y recuperada por la ARC-Dimar, lo cual demostró limitaciones por falta de información nacional, impactando esto en la calidad de los datos y la dificultad de su utilización en estudios posteriores. Un ejemplo de esta falencia se da al momento de procesar los datos de temperatura y salinidad, lo que llevó al grupo a aplicar criterios empíricos y en algunos momentos extremos, a realizar juicios subjetivos para procesar estos datos. No obstante, varios de ellos fueron considerados como no representativos, marcados como de mala calidad y no incluidos en los reportes oficiales.

La segunda parte del documento cuenta con los Anexos, los cuales corresponden a los mapas horizontales con la distribución de campos climatológicos

de temperatura, salinidad y densidad. En perfiles verticales se encuentran los cálculos de velocidad geostrofica y topografías dinámicas, y en profundidad estándar, los datos medios en una malla de medio grado de latitud y de longitud. La velocidad geostrofica es una medida que permite tener una idea del movimiento de las aguas en las capas profundas donde las aceleraciones y fricciones son menores. Esta variable es utilizada debido a la falta de observaciones in situ de la velocidad de la corriente y da una medida aproximada de estas.

El objetivo de los mapas que se encuentran fotografiados en el libro es el de ilustrar las características de la distribución de estos parámetros en ambas cuencas. Los campos utilizados para generar los mapas climatológicos fueron calculados mediante un análisis estadístico realizado en 17 profundidades estándar y graficadas, utilizando el análisis variacional para la interpolación de datos (DIVA) para el documento impreso y de análisis objetivo para el aplicativo



digital, después de haber realizado un control de calidad detallado de todos los datos disponibles. Los mapas de las distribuciones medias se encuentran presentados para la totalidad de los datos y para periodos decenales, anuales, estacionales y mensuales, en profundidades estándar hasta de 2000 m en el documento impreso y 2500 m en el aplicativo digital.

En el atlas, los lectores encontrarán las características a gran escala de los parámetros que históricamente se han recolectado en los mares colombianos. Estos datos (salinidad, temperatura y densidad) se han obtenido mediante análisis estadísticos a partir de registros históricos obtenidos desde el año 1969. Dentro de los datos también se encuentran medidas en las aguas de los países vecinos, pues con ellos se logran registrar datos oceanográficos de las cuencas sin limitaciones políticas.

Para el grupo de investigación que realizó el proyecto del Atlas Oceanográfico de Colombia, significó un esfuerzo científico muy provechoso que vinculó varios institutos y departamentos de la Dirección General Marítima, lleno de retos en temas administrativos y académicos. El convenio entre Ecopetrol y la Dimar, con la administración de los recursos a través de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, permitió colocar un grupo de investigadores para la recuperación de la información oceanográfica que se encontraba en múltiples estados de análisis y de formatos, desde las planillas de las estaciones hasta los más recientes datos digitales. La diversa naturaleza de los datos requirió de múltiples esfuerzos y el uso intensivo de los recursos y del tiempo para llevar a cabo la tarea en los tiempos exigidos.

El trabajo fue realizado por Oscar Eduardo Rangel, candidato a Magister

en Oceanografía, y Emerson Herrera, Ingeniero de Sistemas, dirigidos por el Capitán de Navío (en la reserva) Carlos Alberto Andrade, Ph.D., junto con otros profesionales que ayudaron en la digitalización, tratamiento y edición de los documentos, supervisados y apoyados por el Área de Oceanografía Operacional del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) en la Isla de Manzanillo, Bahía de Cartagena. Además, este documento recibió una excelente evaluación por parte de los revisores extranjeros quienes enviaron un comunicado de donde se resaltó:

“Este Atlas representa un esfuerzo importante y un hito notable en el avance de los estudios oceanográficos en Colombia. La base de datos que comprende el Atlas facilitará un recurso general y una herramienta indispensable, para todos los que tengan interés en trabajar la oceanografía de las aguas colombianas, del mar Caribe en su totalidad, y de la zona ecuatorial del Pacífico. La recopilación de tal enorme cantidad de datos, la inspección rigurosa de su calidad y su ordenación en forma resumida e interpretable, constituyen un reto ingente y una tarea formidable en su ejecución. Los autores del atlas han logrado superar las múltiples dificultades para producir un documento y un recurso de la más alta calidad que servirá muy bien en un futuro”, afirmó Desmond Barton.

Por su parte, Yves Thomas aseguró:

“El atlas ofrece, por primera vez, una síntesis de los trabajos de hidrología realizados por la Armada Nacional de Colombia (medidas a partir de botellas de inversión para los da-

tos más antiguos, y el perfil CTD para las medidas más recientes). Permitirá compartirle a un gran número de personas, a través de un conjunto de mapas realizados a niveles de profundidades estándares juiciosamente escogidas, las características de las masas de agua de los estanques oceánicos que franjan el territorio colombiano...”

“...Daré, además, la oportunidad a Colombia de tomar sitio entre las naciones capaces de recolectar, analizar y difundir a una escala ancha los datos científicos fundamentales. En este sentido el Atlas propuesto es de primera importancia. El algoritmo de interpolación escogido (ANÁLISIS Variacional para Interpolación de Datos o DIVA, por sus siglas en inglés) es extremadamente pertinente. El atlas producido puede compararse con las mejores producciones recientes americanas o japonesas”.

En resumen, en este documento se ofrece una visión integral de las características físicas de la oceanografía de ambas cuencas en nuestro país, entendiendo que es una visión general, la cual, antes de haber sido terminada, ya mostraba por primera vez las áreas donde hace falta un mayor conocimiento de las aguas de la Nación. Como ganancias, en el análisis de datos se logró definir una función para la construcción y la descripción de una climatología de cualquier parámetro oceanográfico.

Con los avances tecnológicos y el interés de la Armada, Dimar, Ecopetrol y ACAC, esta hermosa publicación se encuentra en su página web pues pocas ediciones existen en formato escrito tipo libro, en donde la información se encuentra consignada en 116 páginas llenas de color, fotografías y una edición pulcra y atractiva para el lector.



**GARZA PATIAMARILLA (*EGRETTA THULA*)
EN LAS ISLAS DEL ROSARIO.**

Esta especie, en riesgo en Colombia debido a la polución y al deterioro de los humedales costeros, sirve como indicador biológico de la salud y funciones de los ecosistemas, importante campo de investigación en el CEMarín.

