

Innovación y Ciencia

Volumen XXII • N° 3 • Colombia \$ 8.000

JARDIN BOTÁNICO
DE BOGOTÁ

cumple 60 años



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
de Innovación y Ciencia

Revista Innovación y Ciencia

Volumen XXII N° 3 - 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

Subdirector Innovación y Comunicaciones

Francisco Andrés González Estay

Editora

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

CASCADA EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ,
JOSÉ CELESTINO MUTIS.

Fotografía: Mauricio Díazgranados

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

Teléfonos: 4320370

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

NEUMOCONIOSIS, UNA AMENAZA PARA LOS MINEROS DEL CARBÓN

8

Eliana Milena Téllez, David Andres Combariza,
Diana Milena Checa y Marcela Eugenia Varona



PISTA DE CARROS DE JUGUETE: UNA ALTERNATIVA DIDÁCTICA EN LA CLASE DE FÍSICA

16

Carlos Fernando Zea Hincapié



EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ, JOSÉ CELESTINO MUTIS, ESTÁ DE ANIVERSARIO

24

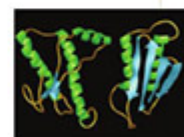
Mauricio Diazgranados



EL KURU Y UN PREMIO NOBEL QUE VINO A COLOMBIA Anécdotas y reflexiones en torno a las encefalopatías pongiformes

32

Jorge Almanza
María Fernanda Gutiérrez



Índice

Innovación y Ciencia Volumen XXII N° 3 - 2015

ORÍGENES DEL GRUPO BOURBAKI

40

Daniel Buitrago Arria



LECCIONES APRENDIDAS EN EL CAMINO DE LA CIENCIA EN COLOMBIA

46

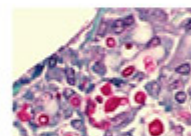
Gonzalo Arango



CRIPTOCOCOSIS: ¿UNA ENFERMEDAD OLVIDADA EN COLOMBIA?

54

Patricia Escandón



EL REALISMO DE INTERNET DE LAS COSAS

66

Eduardo Fajardo
Hugo Sin Triana



PRESUPUESTO DE COLCIENCIAS PARA EL 2016

¡Mejóro el Presupuesto Público de la Ciencia para el 2016!

Les informamos que después de los diferentes esfuerzos realizados por los miembros de la comunidad científica, académica, asociaciones del sector y demás actores y profesionales interesados en la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, se logró que el Ministro de Hacienda solicitara al Congreso el aumento de 50 mil millones de pesos al presupuesto que inicialmente había propuesto para Colciencias 2016.

La movilización de la comunidad científica, académica y de los gestores de la ciencia presionó para que el Gobierno decidiera hacer tal aumento. Ahora es necesario que sigamos haciendo seguimiento a la forma en que se le entregan esos recursos a Colciencias y de qué manera éste Departamento Administrativo los ejecutará.

La propuesta en el Presupuesto General de la Nación 2016 para Colciencias era inicialmente de \$269.250.171.816. El total del presupuesto para el 2016 después del debate en el Congreso es de \$318.902.761.816, entre la sumatoria entre los rubros de financiamiento e inversión.

Finalmente, es importante que toda la comunidad científica revise el documento CONPES sobre política de ciencia, tecnología e innovación que Colciencias está preparando con el DNP. La última versión está disponible en nuestra página web: www.acac.org.co

Esperamos sus comentarios en relación a éste tema tan importante para la comunidad científica del país.

Eduardo Posada Floréz
Presidente ACAC

María Piedad Villaveces Niño
Directora ACAC

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: innovacionyciencia@acac.org.co
- Usted puede cancelar también con tarjeta débito o crédito.

INFORMES

E-mail: innovacionyciencia@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, irá 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

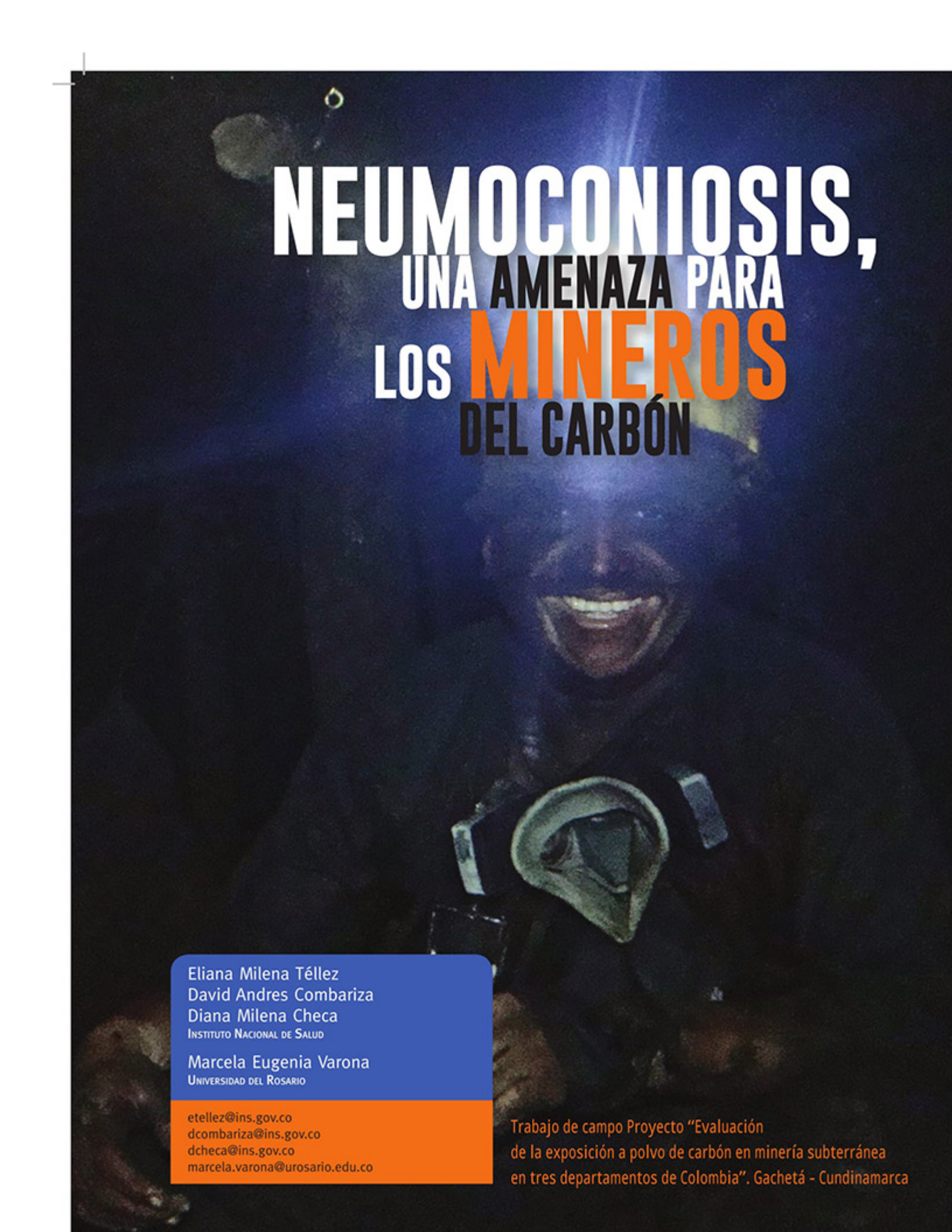
García L. La vida en Marte. Una visión simplista. Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Paso. Disponible en: <http://www.universidadelpaso.edu.fg>. Consultado Abril 2006

- 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 photograph of a miner in a dark underground setting. The miner is smiling and wearing a headlamp. The background is dark and textured, typical of a coal mine.

NEUMOCONIOSIS, UNA AMENAZA PARA LOS MINEROS DEL CARBÓN

Eliana Milena Téllez
David Andres Combariza
Diana Milena Checa
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

Marcela Eugenia Varona
UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

etellez@ins.gov.co
dcombariza@ins.gov.co
dchecha@ins.gov.co
marcela.varona@urosario.edu.co

Trabajo de campo Proyecto "Evaluación
de la exposición a polvo de carbón en minería subterránea
en tres departamentos de Colombia". Gachetá - Cundinamarca

RESUMEN

La neumoconiosis se refiere a un conjunto de enfermedades pulmonares asociadas con la inhalación de un agente (polvo, humo, fibra u otro), normalmente en un entorno laboral. El término usualmente se utiliza en el contexto de neumoconiosis de los mineros del carbón y silicosis; sin embargo, otros agentes pueden causarla, por ejemplo, el estaño, el bario y el zirconio (1). La neumoconiosis en su fase inicial es asintomática y según el tiempo de exposición de los trabajadores asociado a otros factores, puede dar origen a la presencia de sintomatología respiratoria progresiva e irreversible en la etapa avanzada, generando complicaciones y efectos tanto en la salud del trabajador como en su productividad.

Considerando que dentro de las necesidades del país está la prevención y la eliminación de la neumoconiosis, se busca que a través de proyectos de investigación se generen resultados que permitan conocer el estado real de esta enfermedad, para la formulación de políticas y estrategias con el fin de plantear intervenciones que mejoren la calidad de vida de los trabajadores de las minas de carbón.

En el ámbito ocupacional las enfermedades derivadas de la ejecución de las actividades diarias donde hay exposición a agentes contaminantes en el ambiente, con frecuencia pueden causar manifestaciones clínicas que dependen de muchos factores, entre los que se pueden mencionar el tiempo durante el cual este trabajador se expone al riesgo, los niveles de exposición y la respuesta de cada organismo en general ante la presencia de estos contaminantes. La neumoconiosis se refiere a un conjunto de enfermedades pulmonares asociadas con la inhalación de un agente (polvo, humo, fibra u otro), normalmente en un entorno laboral.

Colombia, consciente de la importancia de la prevención de silicosis y neumoconiosis en los mineros de carbón, asumió el compromiso internacional frente a la prevención y control de la neumoconiosis liderado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la Dirección General de Riesgos Laborales del Ministerio de Trabajo, por medio de la

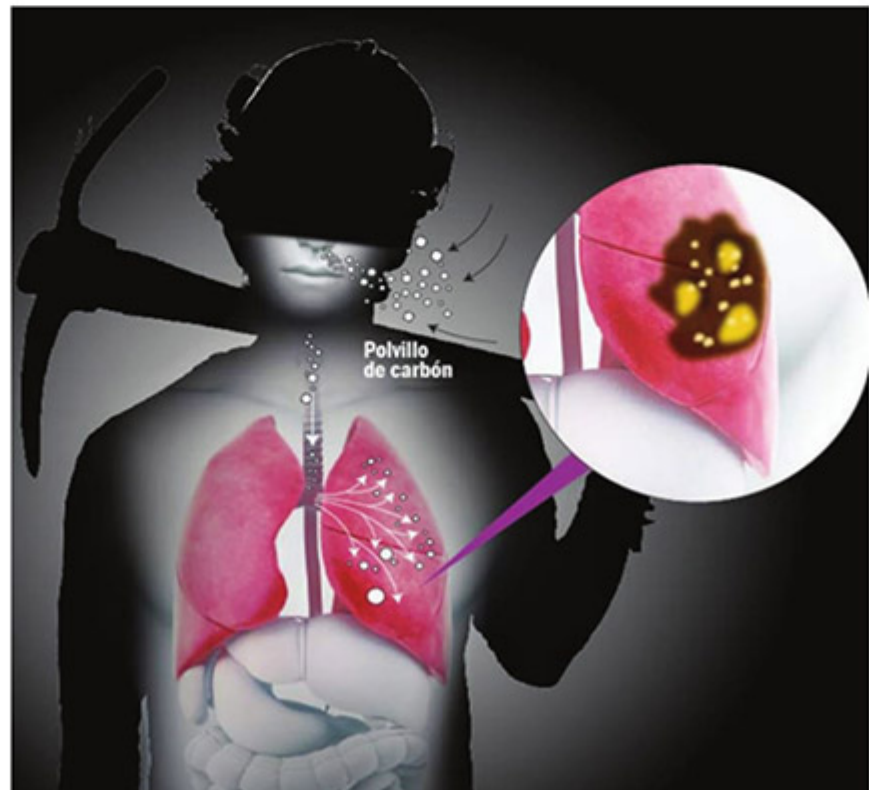


elaboración del “Plan nacional para la prevención de la silicosis, la neumoconiosis de los mineros del carbón y la asbestosis 2010 - 2030”, en el que se proponen actividades orientadas a la prevención de enfermedades asociadas a la explotación minera buscando disminuir su prevalencia (1).

La minería es un proceso a través del cual se remueven ciertos materiales de la corteza terrestre, los cuales han estado allí por millones de años, comportándose como un depósito natural dentro de los ciclos biogeoquímicos de cada elemento en particular. Al ser removido el material, ocurre una alte-

FIGURA 1.

EFFECTOS DEL POLVILLO DE CARBÓN
SOBRE LA FUNCIÓN PULMONAR.
FUENTE: INFOGRAFÍA 17 DE ENERO DE
2014, TOMADA DE: PERIÓDICO EL
ESPECTADOR, [HTTP://WWW.ELESPEC-
TADOR.COM/NOTICIAS/INFOGRAFIA/
EFFECTOS-DEL-POLVILLO-DE-CARBON-
SOBRE-FUNCION-PULMONAR-ARTICU-
LO-469208](http://www.elspectador.com/noticias/infografia/effectos-del-polvillo-de-carbon-sobre-funcion-pulmonar-articulo-469208)



ración de estos ciclos y su disposición o transporte puede generar procesos de contaminación in situ, como también contaminar lugares alejados de donde están siendo procesados estos materiales (2).

La extracción de carbón puede ser artesanal o a gran escala, donde los problemas de salud de los mineros derivan de la exposición a material particulado, cuyo principal efecto se da sobre el funcionamiento pulmonar. En la minería de socavón se desarrollan actividades laborales que implican condiciones de trabajo lesivas para la salud, representando una mayor probabilidad de enfermedad respiratoria de origen profesional, entre las que se encuentran las neumoconiosis, cáncer de pulmón y pleura, antracosis, silicosis y asma ocupacional (2). Estas enfermedades pulmonares constituyen un grupo de procesos patológicos cuya principal característica es la relación causal entre el trabajo y la presencia de enfermedad (3).

Las neumoconiosis agrupan las enfermedades respiratorias producidas por la inhalación y acumulación en los pulmones de polvos inorgánicos o minerales. Se caracterizan por originar síntomas como dificultad para respirar y tos que puede ser seca o productiva (4). Aunque el sistema respiratorio

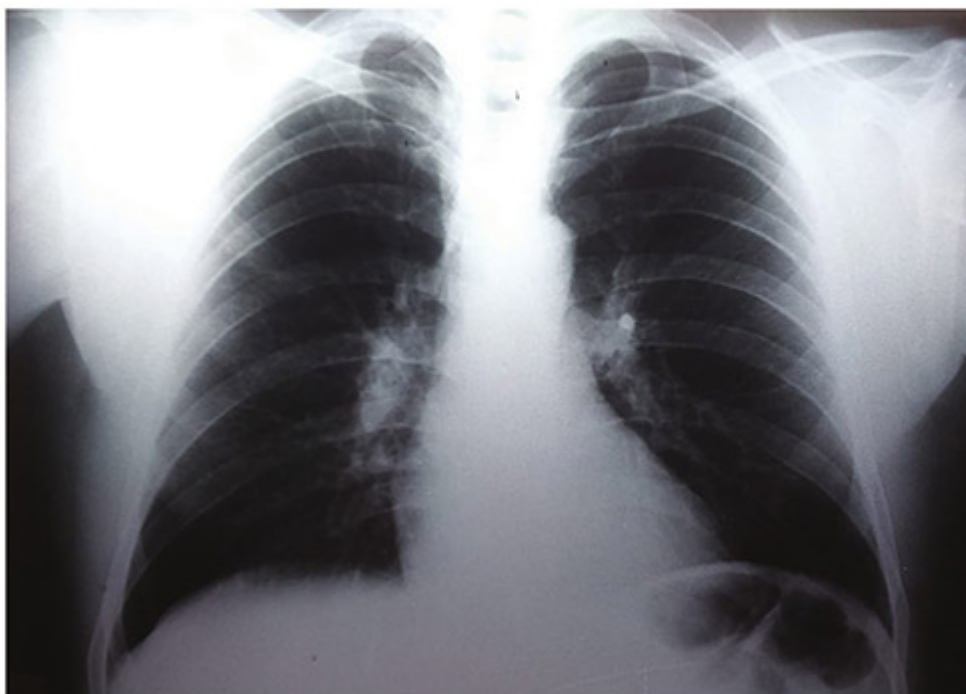


FIGURA 2.

PLACAS RADIOGRÁFICA DE
NEUMOCONIOSIS. TOMADA DE: PLAN
NACIONAL PARA LA ERRADICACIÓN DE
LA SILICOSIS EN EL PERÚ AL 2030.
DOCUMENTO TÉCNICO. WWW.ILO.ORG

posee mecanismos para remover las partículas que se localizan en las vías respiratorias superiores, las depositadas en los pequeños alveolos pulmonares son mucho más difíciles de eliminar, y es allí donde se inician una serie de interacciones con las células presentes, lo que se traduce en procesos inflamatorios (5). La neumoconiosis puede avanzar a una forma más grave denominada fibrosis masiva progresiva, en la cual la función pulmonar se ve comprometida debido a la extensa cicatrización y a la destrucción gradual de los alveolos pulmonares, lo que incrementa la dificultad respiratoria. Una vez se desarrolla la fibrosis, los trabajadores tienen mayor probabilidad de presentar, entre otras, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, conocida como EPOC (6).

La relación entre la exposición a los polvos minerales y los efectos que produce sobre la salud dependen de la dosis acumulada, es decir, de la concentración del polvo en el aire y de la duración y frecuencia de la exposición. Así mismo, se sabe que existe un periodo de latencia entre el inicio de la exposición y el comienzo de las manifestaciones clínicas que puede ser alrededor de los 10 años (7).



La neumoconiosis es una enfermedad incurable e incapacitante, y su forma más severa está asociada con alta mortalidad, características que hacen que la regulación y el control de la exposición al polvo de carbón sean indispensables para prevenir su desarrollo (8).

Si bien la mecanización de los procesos de trabajo y la mejora de las condiciones de este han dado lugar a una reducción de las enfermedades profesionales, en algunos países y sectores se ha registrado un incremento de las mismas (9). Según la OMS, en su reporte de Salud (World Health Report) del año 2002, los factores de riesgo ocupacionales contribuyeron con el 1.5% de todos los años de vida ajustada a discapacidad y, adicionalmente y desde la perspectiva de la mortalidad, las partículas en suspensión en ambientes de trabajo se relacionan con 1.6 de cada 100 muertes, siendo este el factor de riesgo ocupacional que más aporta al total de muertes.

En Colombia, durante el periodo 1985 a 2000, se evidenció un incremento en la incidencia de enfermedades ocupacionales, partiendo de un registro de 68.063 casos en 1985 hasta 101.645 en el año 2000, dentro de las cuales se reportaron 762 casos de neumoconiosis (10). Con base en el informe de diagnóstico de enfermedad profesional 2003-2005, las enfermedades pulmonares reportadas por las Aseguradoras de Riesgos Laborales (ARL) aportaron entre el 3% y 4% del total de las enfermedades profesionales para el año 2005. Estos porcentajes corresponden a casos de asma y neumoconiosis (11).

Según datos de la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda), para el año 2014, las actividades laborales en minas y canteras se encontraban dentro de las tres actividades económicas con mayor número de enfermedades profesionales calificadas (377) y muertes calificadas por accidente de trabajo (70), dada la creciente importancia de esta actividad en la economía nacional (12).

En 2011 Japón notificó un total de 7.779 casos de enfermedad profesional, relacionadas principalmente con trastornos de la región lumbar y neumoconiosis; en el Reino Unido, en 2011 se pagaron indemnizaciones en un total de 5.920 casos de enfermedad profesional, entre las que predominaban la neumoconiosis, el mesotelioma difuso y la osteoartritis; para 2013, China reportó una prevalencia de neumoconiosis del 6,02% entre los trabajadores de la industria carbonífera, un índice alto comparado con países como Reino Unido y Estados Unidos, que registran datos del 1% y 3,2%, respectivamente (13,14).

Con el fin de llegar a un diagnóstico eficaz de neumoconiosis, es necesario establecer la relación causa efecto y conocer los detalles en cuanto al tiempo y al grado de la exposición a polvo de carbón, para lo cual se debe elaborar una historia laboral completa, teniendo en cuenta la actividad u oficio desempeñado y los antecedentes de exposición; así mismo se debe llevar a cabo una evaluación médi-

ca enfocada en las manifestaciones clínicas respiratorias que presenta el trabajador y hacer exámenes paraclínicos complementarios con evaluación de la función pulmonar por medio de espirometría, la cual es una prueba fundamental en la evaluación funcional respiratoria y utilizada frecuentemente en la práctica clínica y en estudios de poblaciones (15), e imágenes diagnósticas dentro de las que figuran la radiografía de tórax, tomografía axial computarizada, TAC de alta resolución y gammagrafía, las cuales van a contribuir en el proceso de confirmación de la presencia de la enfermedad.

Como estrategia de mitigación del riesgo para neumoconiosis en mineros del carbón, se deben establecer como medidas de prevención la identificación de grupos de trabajadores expuestos (minas, canteras, areneras y otros), la identificación y control de los factores de riesgo, y el desarrollo de programas de vigilancia epidemiológica de los trabajadores; complementariamente, se debe contar con estrategias para efectuar un diagnóstico temprano y un rápido acceso al tratamiento para el manejo de la enfermedad y sus complicaciones (EPOC, neumotórax e insuficiencia respiratoria, entre otras).

Dada la importancia que tienen las enfermedades respiratorias ocupacionales derivadas de la exposición a polvos minerales y su impacto ambiental, el Instituto Nacional de Salud en conjunto con la Universidad del Rosario, la Universidad de los Andes, la Administradora de Riesgos Laborales Positiva, la Secretaría de Salud de Boyacá y el Ministerio de Trabajo, desarrollaron el proyecto "Evaluación de la exposición a polvo de carbón en minería subterránea en tres departamentos de Colombia", con el fin de caracterizar la exposición ocupacional y determinar las condiciones de salud de estos trabajadores.

Se realizó un estudio de corte transversal en el que la población objeto de estudio estuvo constituida por trabajadores de minas subterráneas expuestos a polvo de carbón, ubicadas en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander.

Para ello, se seleccionaron aleatoriamente 32 empresas a partir del listado de empresas afiliadas a Positiva ARL, de las cuales participaron 31 empresas en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander. A cada empresa se le realizó un estudio técnico ambiental con el fin de determinar las concentraciones de polvo de carbón y de sílice en los diferentes sitios de trabajo, se realizaron 479 monitoreos personales y a través de una encuesta se verificó el cumplimiento de las actividades establecidas en el programa del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Previo consentimiento otorgado por cada trabajador, se le aplicó una encuesta, se le elaboró una historia clínica, una valoración médica, una prueba de espirometría que permitió valorar la capacidad ventilatoria, una radiografía de tórax, interpretada según criterios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), toma de una muestra de sangre para el análisis de polimorfismos genéticos y aplicación de la prueba de tuberculina, esta última para diferenciar una posible neumoconiosis de una tuberculosis.

Con los datos obtenidos a partir de los monitoreos ambientales de las encuestas y pruebas realizadas, se diseñaron bases de datos en donde se consolidó la información de los 476 trabajadores que participaron en el estudio, con edad promedio de 43 años y tiempo de trabajo en minería entre 10 y 57 años. La prevalencia de neumoconiosis radiológica encontrada en este estudio fue de 34,74%, entre los trabajadores que tenían mínimo 10 años de exposición, considerando que esta es una patología de desarrollo crónico, además de otros criterios de inclusión.

Los resultados anteriores muestran de forma clara que la neumoconiosis es una enfermedad de gran prevalencia en nuestro país, causante de incapacidad laboral, por la exposición a polvo de carbón

La neumoconiosis es una enfermedad incurable e incapacitante, y su forma más severa está asociada con alta mortalidad, características que hacen que la regulación y el control de la exposición al polvo de carbón sean indispensables para prevenir su desarrollo



y sílice dentro de las minas, lo que hace pensar que es una problemática que se está dando en todo el país donde exista la minería de carbón.

Este tipo de estudio deberá repetirse con mayor número de trabajadores, para establecer una prevalencia más aproximada a la realidad del país y elaborar modelos operativos sistemáticos a nivel nacional en cuanto a promoción y prevención de esta patología. Los actores como los servicios médicos locales de las zonas mineras deberán incluir con gran fortaleza argumentos técnicos para una vigilancia activa de la enfermedad. Los ministerios de salud y de trabajo deberán contar con datos que les permiten incrementar acciones orientadas a identificar muy precozmente los casos y fortalecer los compromisos de la disminución de la neumoconiosis y silicosis de carbón.

Los trabajadores, por su parte, deberán incrementar sus acciones de autocuidado como fundamentales para evitar la pérdida de años de vida, apoyando las actividades del empleador para disminuir significativamente el riesgo.

Este trabajo fue realizado con recursos de la Universidad del Rosario, la Universidad de los Andes, la ARL Positiva, el Instituto Nacional de Salud, la Gobernación de Boyacá, cofinanciado por Colciencias, como proyecto “Evaluación de la exposición a polvo de carbón en minería subterránea en tres departamentos de Colombia”.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Protección Social Republica de Colombia (2010). Plan Nacional para la prevención de la silicosis, la neumoconiosis de los mineros de carbón y la asbestosis 2010-2030.
2. Olivero J. Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana.
3. Martínez, C., Quero, A., Isidro, I., & Rego, G. (2001). Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos. *Med Hum*, 61, 34-9.
4. Colombia. Ministerio de la Protección Social. (2007). Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis.
5. Ghose, M. K. (2007). Generation and quantification of hazardous dusts from coal mining in the Indian context. *Environmental Monitoring and Assessment*, 130(1-3), 35-45.
6. Flores B, Solís M, Bort A, Valdivia G. (2010). Association between indoor pollution, respiratory symptoms and COPD in Santiago, Chile: PLATINO Study. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 26(2), 72-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482010000200002>
7. Matos R, Los impactos sobre la salud humana de los polvos de minerales y el desarrollo sustentable de la minería como alternativa para mitigar sus efectos.
8. Santo Tomas L. (2011). Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners. *Current opinion in pulmonary medicine*, 17(2), 123-125.
9. Consejo de Administración 317ª reunión, Ginebra. (2013) OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT).
10. González N, Manrique F, Ospina J, Roa M, Hurtado E. (2009). Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en Paipa-Boyacá. *Rev. Fac. Med. (Bogotá)*, 57(2), 100-110.
11. Ministerio de la Protección Social. (2009). Plan nacional para la prevención de silicosis, la neumoconiosis de los mineros del carbón y la asbestosis (2010-2030).
12. Fasescolda (2014) reporte por actividad económica. Disponible en: <https://consultas.fasescolda.com/rpDatos/Reportes/xGrupos.aspx>
13. Ministerio de la Protección Social. (2013). II Encuesta Nacional de condiciones de salud y trabajo en el sistema General de riesgos profesionales.
14. Mo, J., Wang, L., Au, W., & Su, M. (2014). Prevalence of coal workers' pneumoconiosis in China: A systematic analysis of 2001–2011 studies. *International journal of hygiene and environmental health*, 217(1), 46-51.
15. Gutiérrez, M., Berofza, T., Borzone, G., Caviedes, I., Céspedes, J., Gutiérrez, M., & Schonfeldt, P. (2007). *Espirometría: Manual de procedimientos*. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias, 2006. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 23(1), 31-42.

PISTA DE CARROS
DE JUGUETE:
UNA ALTERNATIVA
DIDÁCTICA
EN LA CLASE DE FÍSICA

Carlos Fernando Zea Hincapié

DOCENTE DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD MINUTO DE DIOS SEDE CALI
RECTOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA VILLACARMELO DE CALI.

czeahinc@uniminuto.edu.co

RALLY 034. FOTO : SHUMI4EVER
FUENTE: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RALLY_034.jpg /PUBLIC DOMAIN

RESUMEN

Este artículo tiene por objetivo proponer a los lectores explorar las pistas de carros de juguete como una alternativa didáctica para el aprendizaje y la comprensión de algunos conceptos de la física. Se presentan ejemplos de aplicación de dos pistas con algunas indicaciones de uso en prácticas de laboratorio. Por último, se espera que el lector genere nuevas ideas para darle un uso didáctico adecuado a este juguete.

Se puede afirmar que la mayoría de los juguetes se construyen y funcionan con base en una teoría de la física y por tanto con ellos es viable, con algo de ingenio del maestro, explicar o vivenciar los conceptos de esta valiosa ciencia. Las pistas de carros, son un ejemplo de un juguete al que se le puede dar un uso didáctico que apoye el aprendizaje de esta asignatura durante la vida escolar.

La aplicación de los conceptos de la física alcanzan las más altas esferas de la tecnología, no sólo en la creación de instrumentos que modernizan y agilizan cada vez más la vida en nuestro planeta, sino también en el diseño de modernos juguetes en los que sus principios se ven claramente aplicados. Conceptos que los docentes tratan de explicar en el aula sólo con el uso de marcador, tablero, dibujos inexplicables y, lo que es peor, de fórmulas y ecuaciones, que por más de ser necesarias, convierten esta ciencia en motivo de tortura para algunos estudiantes.

En la pedagogía contemporánea, el juguete en los primeros años escolares es un elemento vital en el desarrollo del pensamiento y de la motricidad del niño o niña, entonces, ¿por qué dejaría de serlo en la adolescencia y la edad adulta, por lo menos en el sentido del desarrollo del pensamiento?

En la enseñanza de la física no es suficiente con que el docente explique un concepto, dé su ecuación y realice un par de ejercicios de aplicación para que después el estudiante haga 25 o 30 de estos ejercicios y con ello quede orientada y asimilada la temática a tratar.

Un buen pedagogo debe recurrir a su ingenio para que la monotonía de su clase pase a un segundo plano y los conceptos lleguen con mayor claridad a sus estudiantes. Es aquí en donde la propuesta del uso de un juguete como elemento de la clase y/o laboratorio de física se hace importante.

¿Es la pista de carros una alternativa didáctica que permita a los docentes de física realizar experiencias que vivencien los conceptos estudiados en clase?

Howard Gardner considera que el juguete es un instrumento que permite desarrollar inteligencia, entendida como la “capacidad de resolver problemas o de crear productos que sean valiosos en uno o más ambientes naturistas y ricos en circunstancias” (1). Bajo esta premisa no es ambicioso pensar que se pueda generar otro tipo de ambiente de aprendizaje para la física, en este caso con una pista de carros.

Se pretende entonces proponer a los lectores que exploren las pistas de carros de juguete como una alternativa didáctica para el aprendizaje y la comprensión de algunos conceptos de la física.

Al indagar respecto al uso de la pista de carros como elemento didáctico de la física, especialmente en las prácticas de laboratorio, encontramos que se trabaja con algunas de sus partes como son sus elementos convencionales: carrito de madera –por lo general muy pesado–, rampas con medidas fijas, pequeñas y siempre rectas, cintas métricas, cronómetros o fotoceldas y una guía de laboratorio. Con estos elementos se espera vivenciar y entender los conceptos físicos, sacando de la monotonía al estudiante, sin embargo, no le generan el disfrute y la variedad de uso que le puede dar la pista de carros de juguete.

María Paola Varela Nieto, propone un planteamiento interesante del uso de un juguete para la comprensión de los principios fundamentales de la física, pero no llega a mencionar siquiera la pista de carros en su artículo. (2)

Por otro lado, Vicente López García también plantea la idea de realizar actividades pedagógicas con el uso de juguetes, pero ésta vez no tan convencionales ni comunes a nuestros estudiantes, en los que la pista de carros tampoco aparece dentro de los juguetes utilizados. (3)

Nicolas Poynter, licenciado en Química por la Universidad de Oklahoma, le planteó a sus estudiantes de noveno grado la actividad que denominó “Carreras de Coches en la clase de Física”, en ella les sugirió construir un auto de carreras con los conocimientos de física que hasta el momento habían adquirido para posteriormente ponerlos a competir en una carrera en la que el ganador sería el “auto más veloz”. (4) (Demoncheaux 2010)

Existen otros documentos en los que se insinúa la metodología del uso de juguetes como instrumento didáctico de la física, pero en ninguno de ellos se habla del uso de la pista de carros para tal fin, es por esto que el objetivo de este documento es proponer a los docentes utilizar pistas de carros de juguete para experimentar, vivenciar o ejemplificar conceptos de la física. A continuación se describen algunas situaciones del uso de la pista de carros como medio didáctico para vivenciar algunos conceptos físicos.

Velocidad media y velocidad instantánea

Si tenemos una pista de carros convencional que tiene un par de tramos rectos y dos semicirculares, acompañada de dos carros que simulan dos autos de carreras modernos, podemos generar espacios que lleven a un aprendiz a vivenciar y diferenciar conceptos como el de velocidad media y velocidad instantánea, que para cualquier persona que se inicia en el estudio de la física, le es complejo entender e interiorizar sólo a partir de una fórmula para su cálculo numérico. Antes de ésta práctica se puede hacer una demostración en la que se observen y diferencien los conceptos de trayectoria, distancia y desplazamiento, entre otros.

La figura 1 nos muestra dos estudiantes trabajando en ésta pista y tomando los datos con elementos muy comunes y cotidianos, una cinta métrica y un celular; la primera para tomar la medida de las distancias y el segundo para usar una de sus aplicaciones, la de cronómetro. Siguiendo las instrucciones de la tabla 1 se puede lograr vivir y disfrutar la comprensión de los conceptos de velocidad media y velocidad instantánea.



FIGURA 1.

DOS ESTUDIANTES TOMANDO DATOS EN UNA PISTA CONVENCIONAL PARA CALCULAR LA VELOCIDAD MEDIA E INSTANTÁNEA DEL CARRO EN UNO DE LOS TRAMOS DE LA PISTA.

A partir de estas indicaciones se pueden plantear otras preguntas que permitan que los estudiantes puedan diferenciar y construir el concepto antes de pasar a entender el significado de la fórmula, que para algunos estudiantes es compleja.

Igualmente se puede ampliar la actividad repitiendo el proceso con el mismo carro pero en este caso, en el otro tramo recto comprobando la existencia o no de la velocidad constante así como de la variación de la velocidad en los tramos al cambiar de carril o cambiar de carro. En fin, es aquí donde la imaginación de cada quién debe salir a flote.

Otras vivencias con la misma pista



FIGURA 2.

ESTUDIANTES DEL COLEGIO DE LA SANTÍSIMA TRINIDAD DE CALI REALIZANDO UNA PRÁCTICA CON UNA PISTA DE TREN DE CUERDA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO Y ENERGÍA CINÉTICA DEL VAGÓN DEL TREN.

Con la misma pista de carros convencional y agregando algunos puntos a la actividad anterior, se pueden trabajar otros conceptos tales como velocidad vs rapidez, aceleración, fuerza, cantidad de movimiento, energía cinética, trabajo o potencia.

La *figura 2* muestra otros estudiantes realizando una práctica para calcular la cantidad de movimiento en una pista similar donde la cantidad de movimiento de un cuerpo se concibe como el producto de su masa por la velocidad en un momento dado ($cm = m \cdot v$). Utilizando un tercer elemento, una balanza o gramera para medir la masa del carrito y calculando la velocidad instantánea en un tramo cualquiera de la pista, se puede hallar la cantidad de movimiento que tiene el carro en ese instante. Así mismo se puede determinar la energía cinética del carro en dos puntos diferentes de la pista y determinar el trabajo hecho por él en este tramo. Vale anotar que el trabajo físico es equivalente a la diferencia entre las energías cinéticas.

Otras pistas

Existen otras pistas que por su forma y método de impulso del carro son muy apropiadas para trabajar otros conceptos, la pista de la *figura 3* es una de ellas.

Esta pista presenta en su parte inicial un sistema retráctil de impulso del carro generado por la compresión de un resorte, lo que permite inicialmente idearse un proceso para hablar de la energía potencial elástica con que inicia el movimiento el auto. Este impulso hace que el carro recorra toda la pista en la que presenta varios cambios de energía, tal cual cómo se vive en una montaña rusa.

La *tabla 1* presenta algunas indicaciones con las que se puede vivenciar y hacer cálculos del concepto de energía, tanto cinética como potencial elástica y gravitacional.

TABLA 1. INSTRUCCIONES PARA MEDIR VELOCIDAD MEDIA E INSTANTÁNEA

- 1- Arme la pista y haga circular uno de los carros por uno de los carriles.
- 2- Después de que el carro esté en movimiento y haya dado por lo menos una vuelta, tome el tiempo que tarda en recorrer uno de los tramos rectos y mida el desplazamiento realizado por el carro en este tramo.
- 3- Con los datos del punto anterior, calcule la velocidad alcanzada por el carro.
- 4- Dentro del mismo tramo recto marque y mida un tramo mucho más corto y repita los puntos 2 y 3 para este recorrido.
- 5- ¿Son iguales los valores de estas velocidades?
- 6- En caso de haber diferencia, ¿a qué crees que se deba?

TABLA 2. INSTRUCCIONES PARA VIVENCIAR EL CONCEPTO DE ENERGÍA CON LA PISTA DE LA FIGURA 3

- 1- Mida la masa del carro.
- 2- Inserte el carro en la base inicial de la pista y accione el botón que le da impulso, siga detalladamente el movimiento que realiza el carro desde su inicio hasta la parte final.
- 3- ¿Qué tipos de energía posee el carro en los puntos A, B, C y D?
- 4- Calcule la velocidad instantánea del carro en el punto B de la pista y la energía cinética que posee en este punto.
- 5- Calcule la energía potencial gravitacional del carro en el punto C.
- 6- De acuerdo a los resultados de los puntos 4 y 5, ¿qué se puede decir de la energía cinética del carro en el punto C?
- 7- Asumiendo que existe conservación de la energía mecánica en todo el recorrido de la pista, realice un gráfico de Energía cinética y potencial vs los tiempos en los que el auto pasa por cada uno de los puntos indicados en la pista. (t_A , t_B , t_C , t_D).

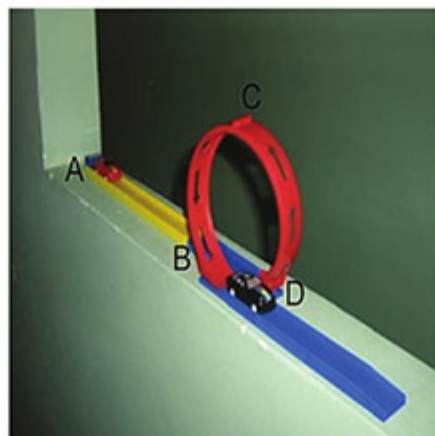


FIGURA 3.
PISTA CON IMPULSO RETRÁCTIL,
IDEAL PARA VIVENCIAR CAMBIOS
DE ENERGÍA.

Claro está que un docente podría no sólo elaborar una buena guía de laboratorio con ésta pista sino también utilizarla en el aula como herramienta didáctica para simular un ejercicio en el que el estudiante deba describir los cambios de energía que posee el auto en su recorrido, de seguro él se divertirá y podrá comprender mucho mejor este concepto, viendo el carro en movimiento y no imaginándoselo en un complicado dibujo en el tablero.

Una interesante oportunidad para suplir las necesidades de los laboratorios de física

A pesar de que la física es una ciencia que como tal necesita de la experimentación para su comprensión y aplicación, existen muchas instituciones educativas, sobretudo de carácter oficial, que carecen de espacios especializados en donde se puedan realizar prácticas de laboratorio de física o de instrumentación con la que se pueda experimentar o modelar alguna situación compleja.

Se hace entonces necesaria la experimentación de esos conceptos a través de modelos reales o virtuales que permitan verificar las diferentes teorías que conforman la temática de esta asignatura tan importante en el desarrollo de la humanidad. Pero la pobre inversión del estado y de los propios dueños de las instituciones educativas en la modernización de la estructura académica y física de los centros educativos, hace que en muchas ocasiones el docente no tenga otra alternativa que apoyarse en los textos y didácticas de siempre para llegar a sus estudiantes.

Como ya se pudo observar, con algunos elementos convencionales, la ausencia de la praxis de ésta asignatura tan importante puede ser suplida perfectamente con la utilización de un juguete como es la pista de carros, pensada como un instrumento que aporte a la didáctica o acerque a los estudiantes al concepto de laboratorio, entendido como “realidad en la cual se experimenta o elabora algo” (5)

Existen muchas personas que generan estrategias para contribuir con el desarrollo del pensamiento en los niños, niñas y adolescentes a través del uso didáctico de un juguete, como es el caso del ya mencionado Nicolas Poynter o del inventor de juguetes hindú, Arvind Gupta, quien utiliza materiales desechables para crear juguetes con los que ilustra los principios científicos de la física. Qué esperas para ser uno de ellos?

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

1. Gardner, Howard. 1994. 2da. Experimental Psychology *Estructuras de La Mente: La Teoría de Las Inteligencias Múltiples*.
2. Eureka, Revista. 2004. “La Física de Los Juguetes (*).” 1: 17–30.
3. Divulgar, Jugando A, L A Física, and C O N Juguetes. 2005. “‘jugando’ a Divulgar La Física Con Juguetes *.” 2: 234–40.
4. Demoncheaux, Eric. 2010. “Car Racing in the Physics Classroom Physical Science Teacher Nicolas.” *Science in school* (16): 33–38.
5. Real academia de la lengua española, Edición 22, 2001).

SUSCRÍBASE

Revista Educación y Cultura

32 años construyendo el movimiento pedagógico



1 año: (6 revistas) \$65.000

2 años: (12 revistas) \$125.000

3 años: (18 revistas) \$180.000

CEID - FECODE

Calle 35 No. 14-55 Bogotá - Teléfono: (1) 2453925

Movil: 3155299515 - email: revistaeducacionycultura@fecode.edu.co

EL
JARDÍN BOTÁNICO
DE BOGOTÁ, JOSÉ CELESTINO MUTIS,
ESTÁ DE **ANIVERSARIO**

Mauricio Diazgranados, PhD

SUBDIRECTOR CIENTÍFICO
JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ

espeletias@gmail.com

FIGURA 1

VISTA AÉREA DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS

RESUMEN

El Jardín Botánico, localizado en el corazón de la capital de Colombia, está cumpliendo 60 años de fundado, tiempo desde el cual se ha ido consolidando como un centro de investigación y desarrollo científico con énfasis en ecosistemas altoandinos, que contribuye a la conservación de la flora del Distrito Capital y su área de influencia, a la sostenibilidad ambiental de su territorio y al aprovechamiento de su patrimonio genético mediante la investigación, la transferencia tecnológica y la educación ambiental.

Este año el Jardín Botánico de Bogotá está cumpliendo 60 años desde su creación. Han sido seis décadas de historia que reflejan el desarrollo del pensamiento científico y ambiental del país, y como esta institución ha influenciado en éste. Actualmente es un jardín botánico singular, con un rol protagónico en la capital colombiana como entidad ambiental y como centro de investigación. El Jardín Botánico de Bogotá investiga, educa y aplica, y más allá de ser un centro de biodiversidad, está re-verdeciendo las áreas duras de la capital colombiana y enriqueciendo sus espacios verdes. *Figura 1*

José Celestino Mutis (Cádiz, 1732 – Santafé de Bogotá, 1808), fundador y director de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, fue quien primero tuvo la iniciativa de fundar un jardín botánico en estas tierras, con la misión de conservar y estudiar las principales especies de plantas que tanto lo asombraban. En 1783, Mutis comenzó en Mariquita, sede de la expedición, un primer proyecto de jardín botánico, sembrando plantas de canelo de andaquíes, otoba, cafeto, quina, añil, tabaco, cacao, algodón y muchas otras especies de interés comercial. El proyecto de jardín botánico en Mariquita duró apenas 8 años, porque en 1791 el virrey José de Ezpeleta decidió reubicar la sede de la Real Expedición en Santafé.

Mutis estableció entonces un pequeño jardín botánico en los terrenos que en la actualidad ocupa el Palacio de Nariño, entre las carreras séptima y octava. Allí quedaba también la Casa Botánica, sede de la expedición. El terreno fue pronto reducido para ceder espacio a la construcción del observatorio

astronómico, el primero en América. Mutis siguió trabajando incansablemente hasta su muerte en 1808. En ese momento 35 personas trabajaban para la Real Expedición, incluyendo a Eloy Valenzuela, Francisco José de Caldas, Sinforoso Mutis Consuegra, Francisco Antonio Zea, Jorge Tadeo Lozano, José Manuel Restrepo y los artistas Pablo Antonio García y Francisco Javier Matiz.

Aquel segundo intento de jardín botánico también fue efímero. Luego del grito de independencia en 1810, vino la reconquista española en 1816, que acabó con la Real Expedición Botánica. Por orden del militar Pablo Morillo, la Casa Botánica y el jardín botánico fueron cerrados, los bienes de la expedición fueron embalados y enviados a España, y varios de los miembros criollos de la expedición, como Jorge Tadeo Lozano y Francisco José de Caldas, fueron ejecutados. Por fortuna se salvó la iconografía de plantas, la cual también fue enviada a Madrid: 7.618 láminas magistralmente realizadas (incluyendo 5.602 láminas en gran formato, 974 anatomías y 591 apéndices), que representan 2.696 especies y 26 variedades.

Tuvieron que pasar 112 años hasta que la idea de organizar un jardín botánico en la capital fuera impulsada de nuevo, esta vez por el sacerdote jesuita Enrique Pérez Arbeláez (Medellín, marzo 1 de 1896 - Bogotá, enero 22 de 1972). Desde 1928 Pérez Arbeláez promovió su creación con el ánimo de dar continuidad a la obra de Mutis. Como decía Pérez Arbeláez, “un jardín botánico es una colección lo más numerosa posible de plantas etiquetadas, destinadas a la investigación, a la educación y al solaz intelectual del pueblo”. Su sueño finalmente se consolidó el 6 de agosto de 1955, fecha de la fundación del Jardín Botánico de Bogotá.

El Jardín se ha consolidado como un centro de investigación y desarrollo científico con énfasis en ecosistemas altoandinos, la conservación de la flora del Distrito Capital y su área de influencia, la sostenibilidad ambiental de su territorio y el aprovechamiento de su patrimonio genético mediante la investigación, la transferencia tecnológica y la educación ambiental.

Han pasado 232 años desde aquel primer sueño de jardín botánico de Mutis, y 60 años desde su fundación. Durante los primeros 17 años de existencia de la institución, Pérez Arbeláez logró mantenerla a partir precarios fondos del Estado y del Consejo de Bogotá, y algunas donaciones de privados. Ante la indiferencia de una sociedad con incipiente conciencia ambiental, el Jardín Botánico de Bogotá promovió desde el inicio el estudio y la conservación de los recursos naturales del país. Además de Pérez Arbeláez, muchos de los botánicos, ecólogos y ambientalistas más importantes del país han estado vinculados al Jardín, y han contribuido desde su conocimiento con el desarrollo de

políticas ambientales que han mejorado las condiciones de vida de los bogotanos y de los colombianos. El Jardín Botánico de Bogotá ha madurado en su concepción, estructura orgánica, misionalidad e impacto para la ciudad y el país. De manera progresiva se ha ido consolidando como un centro de investigación (figura 2) y desarrollo científico con énfasis en ecosistemas altoandinos, que contribuye a la conservación de la flora del Distrito Capital y su área de influencia, a la sostenibilidad ambiental de su territorio y al aprovechamiento de su patrimonio genético mediante la investigación, la transferencia tecnológica y la educación ambiental.

Su gestión actual trasciende los linderos de la institución, con un papel protagónico está a cargo del manejo del arbolado urbano en las áreas públicas de la ciudad y desde 2012 ha sembrado más de 200.000 árboles. Su base de datos del arbolado urbano (SIGAU, de libre acceso en línea) contiene más de 1.7 millones de registros. Lleva a cabo proyectos de gran envergadura en términos de restauración, renaturalización, jardinería urbana, agricultura urbana y agroecología. Figura 3 (pág. 28)

En cuanto al componente social y educativo, el Jardín Botánico de Bogotá adelanta importantísimas labores de sensibilización, educación y concientización sobre la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, a través de cursos y talleres, clubes de ciencia, semilleros de investigación, actividades de extensión en los colegios del distrito, e interpretación ambiental con los más de 450.000



FIGURA 2.
DENTRO DEL JARDÍN BOTÁNICO
SE DESARROLLA UN CENTRO DE
INVESTIGACIÓN

visitantes anuales. A través de la plataforma tecnológica “Herrambiente” (<http://herrambientejbb.gov.co/>), maneja un centro de recursos para la educación ambiental.

La investigación, eje fundamental

En el ámbito científico, se está posicionando como una de las instituciones líderes en investigación en botánica a nivel nacional y latinoamericano. En la actualidad, un equipo cercano a las 235 personas llevan a cabo 75 proyectos en 21 líneas y seis grandes programas de investigación, enfocados en:

- Conservación de los recursos naturales desde una visión ecosistémica (con líneas en restauración de coberturas vegetales y humedales, caracterización y valoración de ecosistemas, y análisis del paisaje).

- Propagación y bioprospección de especies de interés para la conservación (con líneas en propagación tradicional (sexual y asexual), cultivo in vitro, banco de semillas, fisiología vegetal y fitoquímica).

- Estudio y conservación de la flora nativa (con líneas en conservación ex situ de especies en las colecciones vivas, taxonomía y sistemática, y flora de Bogotá).

- Coberturas vegetales urbanas (con líneas en muros, techos y fachadas verdes, jardines auto-sostenibles, manejo y transformación de residuos vegetales, manejo integrado de plagas y enfermedades del arbolado urbano, y corredores ecológicos urbanos).

FIGURA 4

IZQUIERDA: LECHERA (*Polygala myrtifolia* L.), PLANTA ORIGINARIA DE SUDÁFRICA. ADÉMÁS DE PLANTAS NATIVAS DE TODO EL PAÍS, EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ CONSERVA ESPECIES REPRESENTATIVAS DE TODOS LOS CONTINENTES.

ABAJO: ROSA HÍBRIDA (VARIEDAD GRIMALDI). LA COLECCIÓN DE ROSAS DEL JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ EXHIBE MÁS DE 40 VARIEDADES DE ESTAS PLANTAS.

FOTOS DE MAURICIO DIAZGRANADOS.
DIRECTOR CIENTÍFICO
DEL JARDÍN BOTÁNICO



Aspectos socio-culturales (con líneas en etnobotánica y etnoecología, historia ambiental, agrobiodiversidad, sistemas de vida y percepción ambiental).

Estímulos a la investigación Thomas van der Hammen, en donde se promueve el desarrollo de investigaciones en los Andes colombianos por parte de estudiantes de Maestría o Doctorado, a través de la inclusión de los estudiantes en la red de conocimiento del Jardín Botánico, el acceso libre a sus instalaciones de investigación, la facilitación de mecanismos de divulgación y la entrega de un estímulo económico.



Las colecciones vivas del Jardín Botánico de Bogotá han evidenciado un enorme progreso en los últimos años, a través de la organización, enriquecimiento, mantenimiento, sistematización, georreferenciación e implementación de la nueva señalización. En la actualidad, el Jardín Botánico cuenta con 36 zonas temáticas que representan diferentes ecosistemas del país, colecciones taxonómicas o de especial interés para la conservación, todas con material vegetal plenamente identificado y registrado. Adicionalmente, todos los especímenes del herbario se encuentran disponibles en “herbario en línea”, como primer paso del proyecto “Jardín en línea”. *Figura 4.*



Ya se encuentra en marcha un proyecto de construcción de un nuevo herbario, que tendrá un área interna de 586 m², dos pisos semi-subterráneos con techos verdes, un área de colección general para cerca de 300.000 pliegos de herbario, áreas para colecciones de tejidos, carpoteca, antoteca y xiloteca, un pequeño centro de documentación, laboratorio de anatomía, morfología y molecular, y áreas para recepción de material, secado, prensado y cuarentena.

Finalmente, el Jardín Botánico de Bogotá se ha convertido en un importante centro de actividades académicas y culturales. La agenda de la institución incluye más de 120 eventos programados para el año en curso, que incluyen conversatorios libres, tertulias de investigación, cursos y simposios, encuentros culturales y académicos, congresos, exposiciones de arte, festivales, conciertos, y exposiciones botánicas. Algunos de estos eventos son de gran impacto a nivel nacional e internacional, como la Exposición de Orquídeas, con cerca de 30.000 visitantes y expositores nacionales e internacionales.

Este gran desarrollo institucional no hubiese sido posible sin una estrategia audaz de modernización de las instalaciones. Por eso, desde hace dos años y con motivo del sexagésimo aniversario del Jardín Botánico de Bogotá, se impulsó el "Plan 60", que consiste en la construcción de 60 obras de infraestructura. A la fecha se han culminado 56 de estas obras, entre las que se destacan: doce nuevos quioscos de descanso, mobiliario para visitantes, la ruta del agua, la restauración de la zona del páramo, dos nuevas cascadas, tres miradores, un nuevo espejo de agua, la reparación del lago principal y del puente de guadua, una nueva área para el manejo y transformación de residuos, la remodelación de los laboratorios de investigación, la impermeabilización de todos los techos, la instalación de fibra óptica y puntos de red wi-fi, cuatro invernaderos de investigación completamente tecnificados, un nuevo taller para obras de renaturalización, una zona para la propagación de plantas acuáticas, una nueva aula ambiental, dos sistemas urbanos de drenaje sostenible y la construcción de una nueva plazoleta de entrada. *Figura 5*



FIGURA 5
CASCADA DE NOCHE.

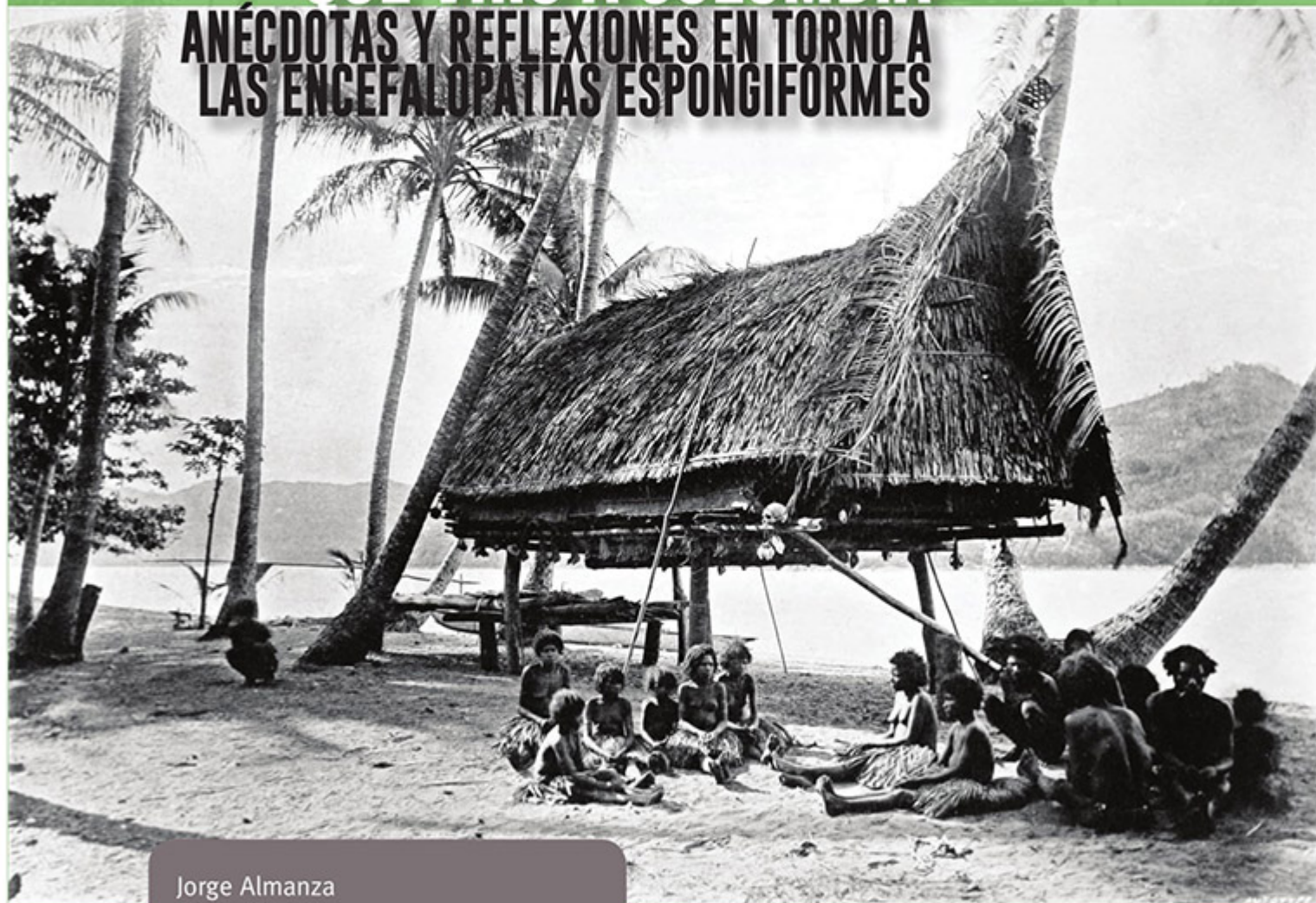
Se espera poder comenzar las cuatro obras restantes, todas de indiscutible magnitud: un nuevo centro de convenciones para más de 340 personas (en licitación), una nueva área de mantenimiento (con licencia otorgada), el nuevo herbario (en licitación) y un nuevo tropicario (en licitación). Este último podrá albergar en sus 3.000 m² el 10% de la biodiversidad de plantas del país (~3.000 especies), y tendrá 14 áreas temáticas: superpáramo, selva amazónica, selva chocoana, manglar, morichal, bosque seco, vegetación de escudo guayanés, sabana de la Orinoquia, desierto guajiro, plantas útiles, orquídeas, bromelias, aráceas y una zona para exposiciones itinerantes (como el tradicional mariposario). El tropicario será el único de su tipo en el país, y el más espectacular e importante en Latinoamérica.

El Jardín Botánico de Bogotá está cambiando y está transformando la ciudad. Se está posicionando como uno de los principales atractivos turísticos de la capital del país, destino obligado de visitantes, centro de investigación, docencia y esparcimiento sano. Recientemente fue votado como la entidad distrital más querida por los bogotanos. El Jardín Botánico de Bogotá vive un nuevo tiempo e invita a todos los lectores a celebrar su sexagésimo aniversario.



EL KURU Y UN PREMIO NOBEL QUE VINO A COLOMBIA

ANÉCDOTAS Y REFLEXIONES EN TORNO A LAS ENCEFALOPATIAS ESPONGIFORMES



Jorge Almanza
Médico Veterinario
Profesor Universidad Antonio Nariño

María Fernanda Gutiérrez
PROFESORA DE VIROLOGÍA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

jalmansa@uan.edu.co
mfgutier@javeriana.edu.co

GRUPO DE NATIVOS EN MAIRY PASS.
MAINLAND OF BRITISH NEW GUINEA, 1885.
By JOHN WILLIAM LINDT.
DE DOMINIO PÚBLICO. TOMADO DE: https://en.wikipedia.org/wiki/New_Guinea#/media/File:Picturesque_New_Guinea_Plate_XXXIX_-_Group_and_Native_House,_Mairy_Pass.jpg

RESUMEN

Este artículo no pretende ser un recuento académico detallado del viaje de Daniel Carleton Gadjusek a Colombia, ni una descripción pormenorizada de las encefalopatías espongiformes. Es apenas el relato de una serie de anécdotas y experiencias en torno a estas patologías, que hemos empleado como pretexto para reflexionar sobre algunos aspectos fundamentales que se nos antojan. El primero de ellos, la situación actual de las encefalopatías espongiformes en Colombia; el segundo, el lamentable hecho de que aún exista el canibalismo en Papúa, Nueva Guinea y, el tercero, es que no parece existir un seguimiento riguroso, por parte del Estado colombiano, de los reportes de estas enfermedades en la gente del común, en donde son evidentes algunos casos de enfermedad de Creutzfeldt-Jakob.

Era el mes de mayo de 1983 cuando mi jefe en el Hospital San José de Bogotá, el Doctor Jorge León, me pidió el favor de mostrarles algunas zonas turísticas capitalinas a los hijos de un científico que llegaba a nuestro país con el fin de cumplir compromisos académicos. Con gusto acepté llevarlos en mi pequeño carro al Cerro de Monserrate y a la zona histórica; sin embargo, lejos estaba de imaginar que mis invitados no fueran ni pocos ni pequeños. Se trataba de cinco, de los más de 50 hijos adoptivos de quien varios años atrás había recibido el Premio Nobel de Medicina, por un meticuloso trabajo epidemiológico adelantado en Papúa Nueva Guinea, el médico Daniel Carleton Gadjusek (Foto 1).

Su venida a Colombia tenía como propósito encontrarse con el Doctor Vladimir Zaninovich Marulanda, quien lo invitó para consultarle sobre la llamada Paraparesia espástica del Pacífico o Paparaparesia tropical, cuyo origen se desconocía por entonces, pero que se pensaba era el mismo problema reportado por Gadjusek en Papúa. Sin embargo, al no encontrar similitud entre las enfermedades, Gadjusek buscó al Doctor León, quien era su contacto en la Capital, y permaneció solo unos pocos días con él en



Foto 1.

DANIEL CARLETON
GADJUSEK.
TOMADA DE: <http://moviespictures.org/biography/gadjusek-carleton>

FIGURA 1.
LOCALIZACIÓN DE PAPÚA,
NUEVA GUINEA, UBICADA
AL NORTE DE AUSTRALIA.
EN ESE PAÍS SE REPORTÓ
POR PRIMERA VEZ EL KURU.



el Hospital San José. De esa estancia no quedó recuerdo alguno, pero sirvió para que me viera involucrada en la historia recogiendo a mis cinco invitados, muchachos entre los 17 y los 22 años de edad, de gran estatura y con una piel morena reluciente. Todos procedían de Papúa, Nueva Guinea, y habían perdido a sus padres por culpa de una rara enfermedad, estudiada por su padre adoptivo a finales de los años 50 y comienzos de los 60, llamada Kuru.

Gadjusek, de descendencia húngara, nació en Yonkers, New York, Estados Unidos, en el año de 1923, y falleció en Tromsø, Noruega, en el 2008. Ganó el Premio Nobel en 1976 por sus estudios sobre la ya mencionada enfermedad neurodegenerativa incurable conocida como Kuru, cuyo origen, de acuerdo con los estudios del científico, eran los que él llamó virus lentos.

De acuerdo con Juan Guillermo McEwen O., científico de la Universidad de Antioquia, los priones se pueden definir “como agentes infecciosos no convencionales que desafían el dogma central de la biología molecular, el cual establece que los organismos infecciosos llevan su información codificada en ácidos nucleicos. Los priones son proteínas localizadas principalmente en células cerebrales de los mamíferos, las cuales pueden cambiar de su forma normal a una conformación anormal, al igual que un mimo puede cambiar la conformación de su cara. Además, las formas anormales inducen un cambio en la estructura de las proteínas normales que existen en la célula y de las nuevas que se están generando, lo que produce una cascada de eventos que llevan a la muerte celular y al desarrollo de la enfermedad” (1).

Los priones son entonces proteínas infecciosas que afectan distintas especies animales como ovinos, bovinos, cérvidos, felinos y seres humanos, entre otros. También se han encontrado en animales de zoológico como los nyalas, gran kudú, alce de El Cabo y orix de Arabia, tras ser alimentados con harinas de origen animal. Su mecanismo de acción está poco entendido aun; sin embargo, se sabe que en el cerebro humano y de otras especies de mamíferos, las células expresan una proteína similar a la que causa la “infección”. Cuando esta proteína normal (PrP^{Sc}) tiene contacto con la forma “infecciosa” (PrP^C) la transforma, convirtiéndola en la causante de la enfermedad, la cual se acumula en los tejidos y se manifiesta clínicamente como una encefalopatía lenta, progresiva y siempre mortal (Figura 2). En el estudio patológico realizado después de la autopsia, se encuentra un tejido cerebral con una morfología que recuerda a la estructura de las esponjas, de donde derivan su nombre (2).

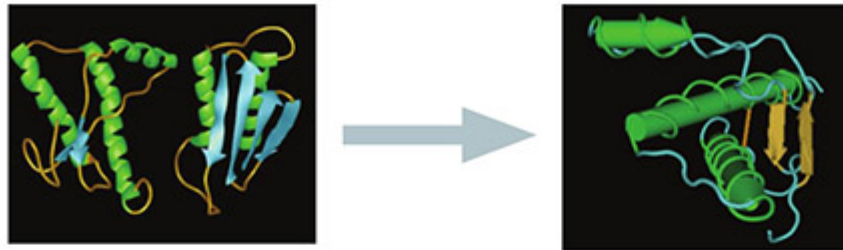


FIGURA 2.

CAMBIO CONFORMACIONAL EN LA ESTRUCTURA TERCIARIA DE ESTA PROTEÍNA. PrP^c A UNA PROTEÍNA INFECCIOSA PrP^{Sc}, QUE ES UNA ISOFORMA RESISTENTE A PROTEASA.

La historia de las encefalopatías espongiformes es larga. La primera descripción del Scrapie o tembladera, por ejemplo, tiene más de 250 años, mientras que la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, fue descrita por los médicos alemanes en 1920, a los que se debe su nombre (3). En 1956 se reporta por primera vez en seres humanos una encefalopatía transmisible, en el grupo étnico Fore, de Papúa, Nueva Guinea (Figura 2), precisamente por Gajduzek; quien gracias a las observaciones realizadas casualmente por el médico veterinario Hadlow, quien ve algunas fotografías de cortes histológicos de cerebros de personas muertas por kuru y relaciona lo que ellas muestran con la enfermedad con el Scrapie. Hadlow se pone en contacto con Gajduzek y le comenta sobre sus observaciones, adicionalmente lo pone al tanto de la sintomatología en ovejas y de los largos periodos de incubación observados tras la inoculación de material cerebral proveniente de animales enfermos en individuos sanos. Gajduzek inicia estudios de transmisibilidad en chimpancés y demuestra que el Kuru es también una patología infecciosa; estudios que fueron publicados en The Lancet en 1966. La particular epidemiología del Kuru se relaciona con las costumbres antropófagas de la comunidad Fore (4). Por su parte, otras encefalopatías transmisibles conocidas antes de la aparición de la enfermedad de las vacas locas en 1985, eran la encefalopatía del visón de granja y la enfermedad debilitante crónica de los cérvidos.

El canibalismo de los Fore es una práctica prohibida que se creía completamente desaparecida ya en los años 60. Sin embargo, y como resultado de los hallazgos epidemiológicos realizados en el estudio del Kuru, se han encontrado evidencias que señalan la vigencia de dicha práctica en la actualidad. Hace unos años, después de dictar una clase de infectología en la que revisaba con mis estudiantes de medicina veterinaria el tema de las encefalopatías espongiformes, una de ellas, Yuri Castañeda, me esperó al final de la sesión para comentarme que lo que yo había dicho sobre que el canibalismo había sido erradicado de Papúa, Nueva Guinea, como resultado de los estudios sobre Kuru, era falso. Su padre, José Onofre Castañeda (Foto 2), con quien después tuvimos oportunidad de reunirnos, llevaba varios meses viviendo en ese remoto país, como parte de una empresa multinacional de construcción de vías y ductos para la industria petrolera. Según sus relatos, el canibalismo continúa siendo una práctica común en la isla.

En el año 2012, escuchamos de primera mano el testimonio de Don José Onofre, quien nos comentó cómo vive la gente en esa alejada región del mundo. Su relato lo inició contando que allí el hombre no es el que trabaja, lo hace la mujer. Si bien, hay unas hermosas playas y una naturaleza exuberante, el turismo no es explotado ni por los nativos ni por los extranjeros, quienes en cambio explotan la región de forma poco controlada, cortando árboles para sacar madera que utilizan en la elaboración de muebles. Un problema importante es la comunicación, pues hay más de 500 dialectos además del idioma inglés. El comportamiento de la gente es nómada, se van alimentando de lo que la tierra les ofrece, conocen muy bien todas las plantas y saben de cuales pueden extraer sus alimentos.

Como prácticas de vida, son polígamos, hombres y mujeres viven separados, y existe aún el canibalismo, que se realiza a escondidas de las autoridades, en especial de la policía, quienes prohíben esta práctica. Este canibalismo se practica entre individuos de distintas tribus. Personas de una tribu en determinada circunstancia, encuentran personas de otras tribus y las asesinan. Cuenta Don José Onofre, que una vez muertos, los cortan y los colocan en hojas de plátano o similares y los llevan al fuego.

Foto 2.
Don José Onofre
Castañeda y su hija Yuri.
Foto tomada por:
Jorge Almanza.



Don José Onofre comentaba que los hombres trabajan poco, algunos pescan, pero en el verano, cuando los caños se secan, realizan largas caminatas usando su machete para buscar el alimento entre lo que la naturaleza les da. Conocen muy bien los distintos frutos y los cortan, a veces les echan sal, aunque muchos de ellos no tienen ni sal. Comen esos frutos, entre los que hay unos muy buenos como el plátano silvestre.

Cuando esta proteína normal (PrP^{Sc}) tiene contacto con la forma “infecciosa” (PrP^C) la transforma, convirtiéndola en la causante de la enfermedad, la cual se acumula en los tejidos y se manifiesta clínicamente como una encefalopatía lenta, progresiva y siempre mortal

A diferencia de lo que se encuentra en la literatura, donde se reporta que Papúa, Nueva Guinea, es un país agrícola, Don José Onofre comenta que en los años que ha pasado allá, no ha visto ningún tipo de cultivo formal, a diferencia de esto se encuentran la palma de coco, el plátano y la yuca, pero de manera silvestre. Los nativos son de muy buena puntería y matan animales con piedras, para después comerlos asados.

Según nuestro entrevistado, la gente se muere muy joven, muchos de ellos por peleas con machete, otros por mordedura de serpientes y de cocodrilos de agua dulce. También se ve que tienen infecciones raras donde “les salen como ronchas que les crecen”. Al preguntarle si mueren por Kuru, él responde que no conoce esa enfermedad y que no sabe si existe. Esa respuesta nos llevó a preguntarle si la gente tenía comportamientos extraños, con manifestaciones de tipo neurológico, a lo cual respondió que los nativos mastican algunas plantas que si les generan comportamientos diferentes, “que parecen medio trabados”, pero que de eso no mueren.

Dentro de las enfermedades que recuerda, nos comentó que a los nativos les da malaria, fuman mucha marihuana y consumen un corozo verde al que le echan soda caustica y también algunos palitos que mastican, los escupen y es allí cuando “quedan como trabados”.

Respecto a las riquezas del lugar, hay metales y mucha madera que no es explotada por los nativos. Para los niños no hay escuelas, existen pocas casas ya que la gente es nómada, hay pocos médicos



Foto 3.
BILLETE DE 10 KINA, DEL BANCO DE PAPÚA, NUEVA GUINEA. GENTILMENTE DONADO POR DON JOSÉ ONOFRE CASTAÑEDA. FOTO TOMADA POR: MARÍA FERNANDA GUTIÉRREZ.

y mucho menos centros de salud. A pesar de ser la mujer la que trabaja, ella puede ser cambiada por un marrano. Ellas tienen hijos de cualquier hombre, lo que lleva a que existan muchos niños por ahí.

Al terminar la entrevista, Don José Onofre nos regaló un billete de Papúa (Foto 3) y concluyó que el canibalismo es una práctica que ha prevalecido en esta población de Nueva Guinea, a pesar de los esfuerzos de más de 50 años por erradicarla; además, aseguró que esta práctica ya no parece tener la connotación de ritual o de práctica sagrada con la que había sido descrita.

¿Cuál es la situación en Colombia con respecto a las encefalopatías espongiformes?

La verdad es que no se conoce en la actualidad la situación colombiana en relación con las encefalopatías espongiformes. Un viejo reporte realizado por el patólogo veterinario Fernando Villafañe, del Instituto Colombiano Agropecuario, indica que en el territorio nacional se ha presentado scrapie en ovinos del departamento de Nariño.

En relación con la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob, un reporte del 2007 señala que una señora de 65 años de edad murió a causa de la enfermedad. Otro informe realizado por investigadores de la Universidad de Antioquia, indica el fallecimiento de una mujer de 64 años de edad por la misma causa (5,6). Por su parte, el Doctor Gabriel Toro, neurólogo que trabajó en el Instituto Nacional de Salud, comenta que efectivamente hay muertes por encefalopatías de este tipo en nuestro país. Es decir, que la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob no es rara en Colombia. A pesar de no haber encontrado reportes sobre casos en personas jóvenes, hemos sabido casualmente de dos de ellos. El primero fue comunicado por una de las pasantes en el laboratorio de enfermedades infecciosas de Corpoica, aproximadamente en el año 2002, quien comenta que su hermana, bacterióloga, se encontraba en la Clínica Santa Fe y le informó que una muchacha había muerto de encefalopatía espongiforme. Más tarde, en 2008, fui invitado a la Facultad de Biología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano a fin de reemplazar, durante un corto periodo, a una profesora que salía del país. Eran no más de seis estudiantes y al llamar a lista me di cuenta que una estudiante no había asistido. Los compañeros me informaron que había muerto hacía poco tiempo de encefalopatía espongiforme. Sin embargo, desconocemos si existen reportes y estudios epidemiológicos sobre tales casos.

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) estableció en 2001 el programa nacional de prevención de las Encefalopatías Espongiformes Bovinas (EEB), reglamentado bajo la Resolución 03153 del mismo año, la cual fija como objetivos: “mantener un sistema de vigilancia epidemiológica y seguimiento continuo para la EEB; evaluar los riesgos endógenos y exógenos; y establecer un sistema

nacional de capacitación y divulgación sobre los aspectos concernientes a la EEB y su prevención. Establece además como obligatoria, la notificación inmediata de cualquier caso sospechoso con síntomas compatibles de esta patología, su atención inmediata y diagnóstico. Por su parte, la vigilancia epidemiológica se debe extender a plantas de sacrificio, predios y empresas productoras de alimentos para rumiantes (7). Se debe, además, realizar la búsqueda, ubicación y seguimiento permanente de todos los bovinos, ovinos y caprinos importados desde países que registran o han registrado EEB (ICA, 2001)". Hasta ahora, el programa de vigilancia epidemiológica para Encefalopatía Espongiforme Bovina no ha reportado ningún caso positivo (8).

Para terminar la historia del paso del Doctor Gadjusek por Colombia, consultamos al Doctor Juan Mendoza Vega, actual Presidente de la Academia Colombiana de Medicina, y que para ese entonces trabajaba como neurólogo pediatra en el Hospital San José, y recuerda haber estado con el Doctor Gadjusek, quien parece que no alcanzó a llegar a Cali a encontrarse con Zaninovich, pues rápidamente se dio cuenta que la etiología de las dos patologías era distinta y que en la Costa Pacífica lo que había era un retrovirus conocido como HTLV 1, agente muy diferente a un prion asociado al Kuru, proteína que se comporta como una patología de origen infeccioso.

Nos comenta Mendoza Vega que este no fue el único viaje de este científico al país, pero que en esa ocasión en particular, Gadjusek pasó pocos días por Colombia y que no presentó ninguna charla ni se hizo pública su visita, excepto por un suplemento que apareció en el periódico El Tiempo haciendo referencia a su llegada.

REFERENCIAS

1. Mcewen, JG Los Priones o Proteínas Infecciosas Colombia, Médicas Uis 1996 vol:12 fasc: págs.: 307 - 310 Jue Yuan, Yi-An Zhan, Romany Abskharon, Xiangzhu Xiao, Manuel Camacho Martinez, Xiaochen Zhou, Geoff Kneale, Jacqueline Mikol, Sylvain Lehmann, Witold K. Surewicz, Joaquín Castilla, Jan Steyaert, Shulin Zhang, Qingzhong Kong, Robert B. Petersen, Alexandre Wohlkonig & Wen-Quan Zou. Recombinant Human Prion Protein Inhibits Prion Propagation in vitro. Scientific Reports, 09 october 2013
2. Un equipo europeo determina que el Scrapie tiene capacidad para ser una zoonosis. <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/13804/Actualidad/equipo-europeo-determina-scrapie-tiene-capacidad-zoonosis.html> Consultado en marzo 2015.
3. Beck, E., Daniel, P.M., Alpers, M., Gadjusek, D.C., Gibbs, C.J. Experimental "kuru" in chimpanzees a pathological report. The Lancet Volume 288, No. 7472, p1056-1059, 12 november 19664
4. Villamil, W., Gonzáles, J., Arrieta, Jaime Andrés Carlos Álvarez, Guillermo Borja¹, Juan Carlos Vergara, David Buelvas³ Enfermedad de Creutzfeldt- Jakob tipo esporádica: reporte de caso. Infect. [online]. 2007, vol.11, n.3 [cited 2015-03-08], pp. 124-128. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-93922007000300005&lng=en&nrm=iso Consultado en marzo 2015
5. Camilo Duque-Velásquez, Anderson Garzón Alzate, Andrés Villegas Lanau, Laura Marcela Escobar Velásquez, Julián Zea Lopera, Francisco Lopera, Juan David Rodas González. Encefalopatía espongiforme transmisible humana: Reporte de un caso. IATREIA Vol. 27(3): 330-336, julio-septiembre 2014
6. Encefalopatía subaguda espongiforme transmisible. Academia de Medicina. En Colombia. Consultado en <http://www.encolombia.com/medicina/academedia/ArticuloCientifico3.htm>
7. Duque-Velasquez, JC.; Villegas, A y Rodas, JD. Encefalopatía espongiformes transmisibles: Biología del prion y estado actual de la vigilancia epidemiológica en Colombia. Rev Colom Cienc Pecua [online]. 2010, vol.23, n.2, pp. 240-249. ISSN 0120-0690.



genera conocimiento que impulsa desarrollo

UNINORTE da su espaldarazo al desarrollo empresarial y social a través de proyectos de investigación I+D articulados a la innovación, realizados en alianza con empresas y organizaciones del Estado y privadas del ámbito nacional e internacional.

Casos exitosos de I+D+i



Protección a la primera infancia

Se diseñó e implementó la estrategia *telecuidado* para ayudar, a partir del uso de las Tics, a que familias del Atlántico mejoren las prácticas de cuidado en niños de 0 a 5 años y así incidan positivamente en su desarrollo. El proyecto *Infancia* es financiado por el fondo de ciencia y tecnología del Sistema General de Regalías y es resultado de la alianza Uninorte, Gobernación del Atlántico, ICBF, Hospital Universidad del Norte y Fundación para el Desarrollo del Niño, la Familia y la Comunidad.



Innovación en terapia respiratoria

Uninorte y la empresa CORE diseñaron un dispositivo para terapia respiratoria CPAP en niños prematuros. Es el único CPAP de burbuja para neonatos que funciona estando quieto o en movimiento; puede ser transportado en una ambulancia manteniendo unos niveles seguros de terapia para el paciente. Su uso permitirá realizar terapia CPAP en centros asistenciales de todos los niveles y trasladar a los pacientes conectados a la terapia desde estos centros hacia unidades de cuidados intensivos. Cuenta con dos patentes (Colombia y Estados Unidos).



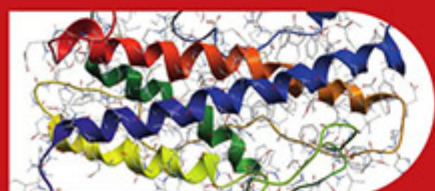
Edu-entretenimiento en derechos sexuales

Revela2 es una estrategia de comunicación, basada en investigación, que pretende generar una reflexión sobre los derechos sexuales y reproductivos de adolescentes y jóvenes. Combina serie de televisión y medios sociales, entre otros productos y actividades. Es el resultado de la alianza entre el Ministerio de Salud y Protección Social, el Fondo de Población de las Naciones Unidas, la Fundación Imaginario, Cítirna Producciones, La Iniciativa de Comunicación, la Universidad de Los Andes y la Universidad del Norte.



Eficiencia energética en la producción de cemento

Argos y Uninorte diseñaron e implementaron un sistema de cadenas de transferencia de calor de la línea de clínkerización de un horno de proceso húmedo de la empresa, logrando una reducción de consumo energético y emisiones de polvo, una reducción en la masa de cadenas requeridas para operar y un incremento en la vida útil de las cadenas. La tecnología cuenta con una patente nacional.

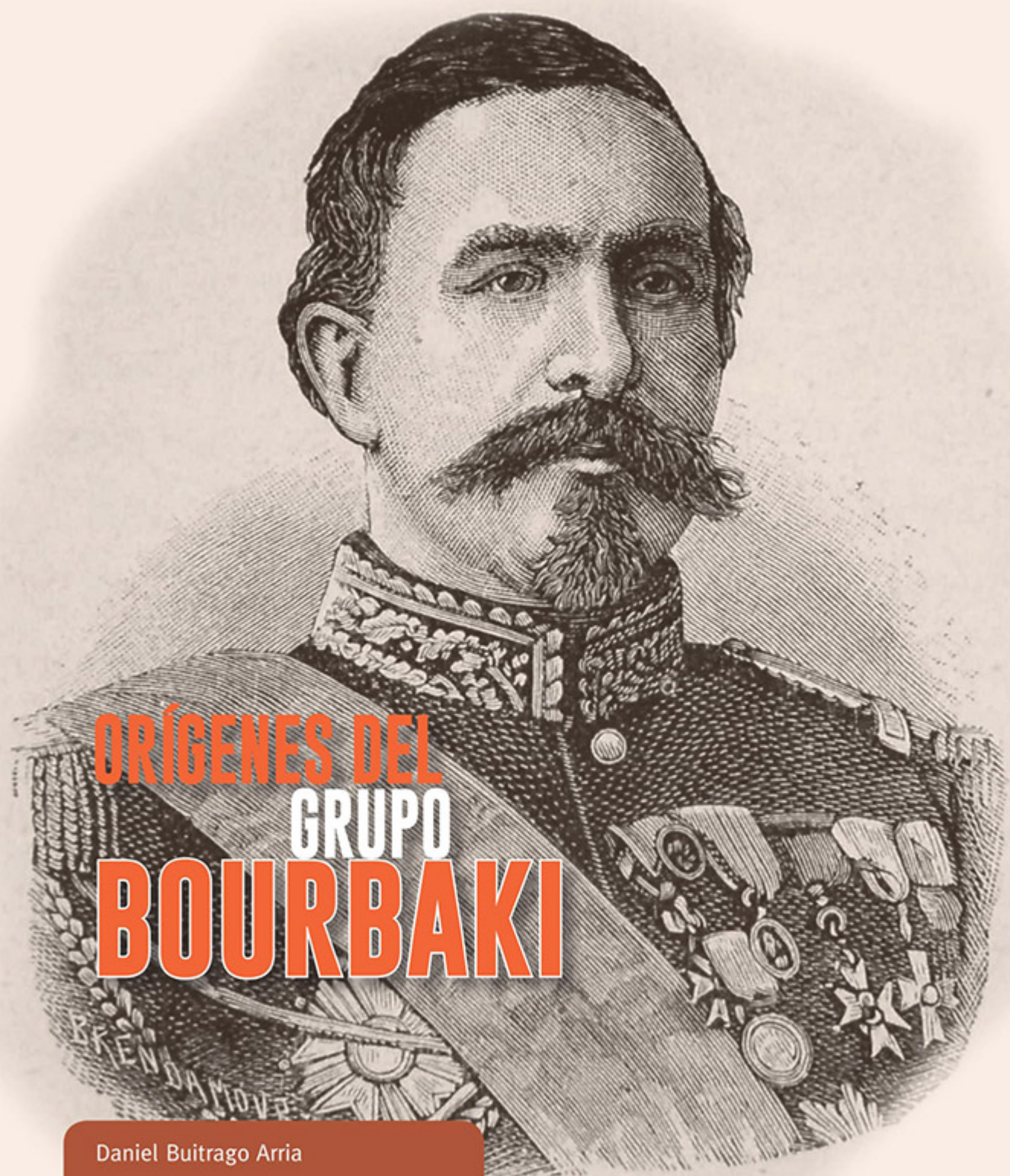


Vacunas sintéticas para el control de las alergias

Se produjeron pequeños fragmentos de proteínas de los alérgenos de ácaro, conocidos como oligopéptidos, y se comprobó que son capaces de desencadenar una respuesta inmunológica con la producción de anticuerpos en un organismo. Estos resultados de investigación conllevan a un potencial desarrollo de vacunas sintéticas para prevenir las enfermedades alérgicas. El desarrollo, realizado por las universidades del Norte y Javeriana, cuenta con una patente nacional.

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

www.uninorte.edu.co/web/dip



Daniel Buitrago Arria

DOCENTE DE MATEMÁTICAS
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CAFAM

danielbuitrago1@yahoo.com

RESUMEN

En el presente documento se realiza un breve recuento de los orígenes del grupo Bourbaki, una de las asociaciones científicas más prolíficas e influyentes de la matemática moderna, de la mano de dos de sus integrantes más importantes: André Weil y Henri Cartan. Se exponen, además, los principales elementos que permitieron su conformación y las obras más notables que se publicaron en su fundación.

Al tratar la historia de la matemática del Siglo XX no puede pasarse por alto uno de los fenómenos más influyentes después de David Hilbert (1862-1943) y Bertrand Russell (1872-1970). Se trata de Nicolás Bourbaki, y su papel en la resurrección de la matemática francesa en la posguerra.

Además de los magníficos aportes a la literatura de la matemática pura, el grupo Bourbaki es admirable al demostrar lo lejos que puede llegar la iniciativa de unos cuantos matemáticos con gran dedicación y empeño en su trabajo y compromiso científico.

El presente escrito expone brevemente las principales causas que dieron origen a Nicolás Bourbaki (autor ficticio, que firmó numerosos artículos de investigación a título personal), uno de los autores más prolíficos e importantes de la matemática moderna.

Orígenes del grupo Bourbaki

Los hechos ocurren en Francia, alrededor de 1930. Específicamente se podría hablar de centros de enseñanza superior como *L'École Normale Supérieure* de París, escuela de ciencias, filosofía y artes de gran prestigio y tradición, donde estudiaron y enseñaron brillantes personajes como Galois (1), Laplace, Lagrange y Monge (2).

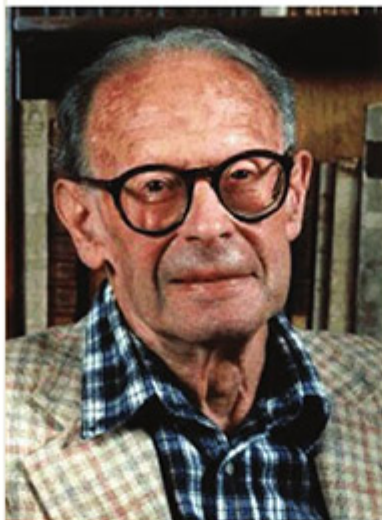
La primera guerra mundial deja muy afectada la producción científica en Francia, debido en gran parte a que la mayoría de los científicos habían sido asesinados (3). Es por eso que existía



Foto 1.

HENRI CARTAN. LICENCIA CREATIVE COMMONS. TOMADA DE: [HTTP://WWW.STORYOFMATHEMATICS.COM/20TH_WEIL.HTML](http://WWW.STORYOFMATHEMATICS.COM/20TH_WEIL.HTML)

Foto 2.
ANDRÉ WEIL. TOMADA DE: [HTTP://
WWW.STORYOFMATHEMATICS.
COM/20TH_WEIL.HTML](http://www.storyofmathematics.com/20th_weil.html)



una gran necesidad de reconstruir el nivel de la matemática francesa y esta tarea recaía especialmente en estas primeras promociones de matemáticos de la posguerra, entre los cuales se encontraban Henri Cartan y André Weil (Foto 1 y 2). El primero fue uno de los matemáticos más influyentes del Siglo XX. Hijo de Élie Cartan, también matemático y considerado como el padre de la Geometría diferencial moderna, y Marie-Louise Bianconi, Henri nace en Nancy (Francia) el 8 de julio de 1904 y cursa sus estudios secundarios en el *Lycée Hoche* en Versailles. En 1923 ingresa a *L'École Normale Supérieure* en París donde conoció a André Weil y cinco años más tarde obtiene el título de *Docteur ès Sciences mathématiques* con una tesis sobre Análisis complejo bajo la dirección de Paul Montel. A partir de su graduación, trabaja un año en el *Lycée Malherbe* en Caen para después trasladarse a la facultad de Ciencias de *L'Université de Lille* y posteriormente a *L'Université de Strasbourg*.

En 1940 enseñó en *L'Université de Paris* y finalmente en *L'École Normale* donde permanecería hasta su muerte.

André Weil, en cambio, nació en París el 6 de mayo de 1906. Hijo del médico Bernard Weil, André se enamoró de las matemáticas a muy temprana edad, aunque disfrutaba también de muchas otras actividades como los idiomas extranjeros y la exploración de las manifestaciones de las distintas culturas antiguas. Para cuando tenía 15 años, ya sabía griego, latín, alemán y meses después ya leía obras como el *Bhagavad-Gita* (texto sagrado hindú) en sánscrito. En el mismo año conoce a quien sería uno de sus guías por muchos años: Jacques Hadamard.

Weil ingresa a *L'École Normale Supérieure* en 1922 y tres años después aprueba el examen de *Agrégation*, que le permite graduarse y dedicarse a viajar por algún tiempo. Es en este período donde se interesa en las ecuaciones diofánticas y en la teoría de curvas algebraicas mientras conoce en Roma a Vito Volterra, a Richard Courant y Otto Toeplitz (estudiantes de Hilbert) en Göttingen (Alemania). Culmina su doctorado hacia 1928 en *L'Université de Paris* supervisado por Hadamard, con una tesis que más tarde serviría para el teorema de Mordell-Weil, una extensión del descenso infinito de Fermat.

Trabajó en las universidades de Aligarh Muslim (India), Marseille y Strasbourg (Francia), donde se casó con Eveline en 1937. La segunda guerra mundial traería desgracia a la vida de este gran matemático. Weil huye a Finlandia por dos razones: Primero, le desagradaba el servicio militar forzado y segundo, era judío. Lamentablemente, allá es capturado por las autoridades finlandesas y acusado de ser un espía. Escapa de ser ejecutado gracias a la persuasiva ayuda de Rolf Nevanlinna, matemático finlandés a quien conocía hacía algún tiempo. Es deportado a Francia y llevado a prisión por cinco años, después de los cuales huyó a América. Allí trabajó en universidades como Pennsylvania, Haverford College e inclusive la universidad de São Paulo en Brasil. En 1947 vuelve a Estados Unidos a la Universidad de Chicago y en 1958 trabaja en el Institute for Advanced Study en Princeton (New Jersey) hasta su retiro en 1976.

Pero no solo la preocupación por el precario nivel de la matemática francesa reuniría a estos dos científicos. Paralelo a esto, se encontraba la inconformidad con la enseñanza de la matemática de la época, de la que se habló en su primer encuentro oficial en Strasburgo en el verano de 1934 (4 y 5). Los dos egresados de *L'École Normale* estaban encargados del mismo curso de *Cálculo Diferencial e Integral* y tenían numerosas discrepancias con el texto guía tradicional que se usaba, un manual de Edouard Goursat (4), que los llevaba a replantearse y reformularse una y otra vez la forma de enseñar ciertas secciones. Con este objetivo, Cartan y Weil siguieron en comunicación hasta finales del mismo año, cuando Weil propuso que se invitaran a otros profesores (también graduados de *L'École Normale*) que se hallaban en la misma situación, para unir esfuerzos y solucionar el problema (4 y 5).

RÉUNION DU 10 - XII - 34 À 12 H. DELTA 001

Présents : WEIL - DELSARTE - CARTAN - DIEUDONNE - de POSSSEL - CHEVALLEY.

WEIL expose son projet - fixer pour 25 ans les matières du certificat de Calcul différentiel et intégral en rédigeant en commun un traité d'Analyse.

Il est entendu que ce traité sera aussi moderne que possible. Tout le monde est d'accord sur l'opportunité de l'initiative de WEIL. Le traité sera édité par Hermann et paraîtra en fascicules numérotés de la collection d'Actualités Scientifiques et industrielles. De conversations ultérieures avec le représentant d'Hermann, résulte

Foto 3.

PORTE DEL ACTA DE LA PRIMERA REUNIÓN. LA INQUIETUD SOBRE UN MEJOR LIBRO DE ANÁLISIS (TEMA PRINCIPAL DE LA REUNIÓN) ES EXPRESADA POR WEIL EN EL PRIMER PÁRRAFO. FOTO TOMADA DE ARCHIVES BOURBAKI (10).

Como resultado, conformaron un equipo de trabajo inicialmente con Jean Dieudonné, Jean Delsarte, Claude Chevalley, René De Possel y Jean Leray, entre otros, quienes empezaron a elaborar, de manera colaborativa, un manual de enseñanza del cálculo más adecuado para implementar en sus clases (Foto 3).

Para esto, tras numerosas reuniones en un restaurante de París, decidieron acordar un cronograma de actividades, redacción, consultas y presentación de informes de los temas que consideraban importantes para el proyecto (4). Sin embargo, esto les empezó a tomar mucho más tiempo del que habían previsto, por lo que decidieron hacer una nueva socialización de las tareas repartidas en Besse-en-Chandesse en julio de 1935, considerado como el primer congreso del grupo Bourbaki (Foto 4) (4 y 3) (a pesar de que aún no habían nombrado al grupo).

Los integrantes más conocidos (y de acuerdo con la página oficial del grupo) para ese entonces eran Henri Cartan, Claude Chevalley, Jean Dieudonné, Jean Delsarte, Szolem Mandelbrojt, René de Possel y André Weil (4 y 6). Jean Leray decidió retirarse antes del primer encuentro oficial (3).

De acuerdo con el mismo Weil (5), a partir de esta reunión empezaron las gestiones organizacionales para la conformación oficial del grupo, ya que el objetivo inicial se había extendido mucho más de lo esperado en el proceso de investigación sobre los temas de interés del grupo, llegándose a proponer incluso abandonar la idea de escribir textos para escribir una enciclopedia.



Foto 4.

PRIMER CONGRESO BOURBAKI EN JULIO DE 1935. DE IZQUIERDA A DERECHA EN PIE: HENRI CARTAN, RENÉ DE POSSSEL, JEAN DIEUDONNÉ, ANDRÉ WEIL Y UN TÉCNICO DE LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD. SENTADOS: MIRÈS, CLAUDE CHEVALLEY Y SZOLEM MANDELBROJT. TOMADO DE JACKSON (1999).

Foto 5.
RETRATO DEL GENERAL DENIS
SAUTIER BOURBAKI.
REFERENCIA:
CREATIVE COMMONS.



Las reuniones continuaron, además de sus investigaciones personales. Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los miembros no sólo aportaban al grupo, sino que también publicaban sus artículos en importantes revistas científicas a título personal.

Y... ¿qué nombre le ponemos?

En el proceso de 'oficialización' del grupo faltaba por acordar su nombre, aspecto al que se le atribuyen numerosas teorías, así como anécdotas y mitos propiciados por los mismos miembros del grupo, quienes encontraron divertido darle una naturaleza misteriosa

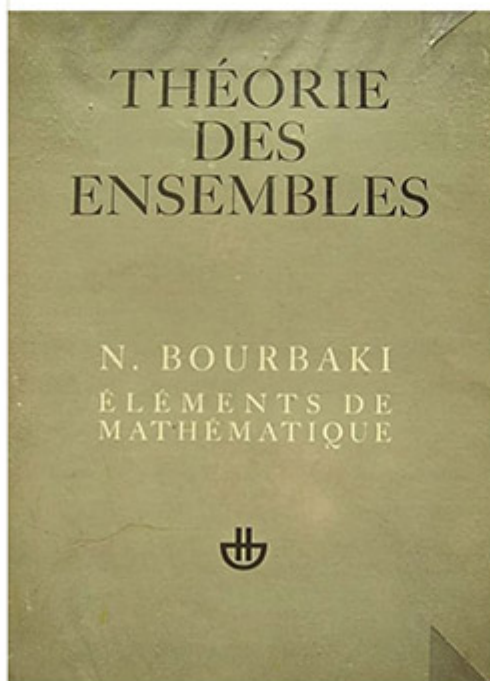
y jocosa a su denominación, llegando incluso a extremos inverosímiles en la conservación de la ficción. Algunas posibles hipótesis son:

- **NICOLÁS BOURBAKI: OFICIAL DE LA GUERRA FRANCO-PRUSIANA**

Según Bombal y Halmos (4 y 7), una de las hipótesis que se maneja es que tomaron el apellido 'Bourbaki' del oficial Charles Denis Sautier Bourbaki, general francés de origen griego que participó en la guerra franco-prusiana de 1870 (Foto 5). Se construyó una estatua de este General en la ciudad de Nancy y de ahí su posible influencia al grupo debido a las frecuentes visitas que realizaban algunos de sus miembros a la Universidad de Nancy.

- **NICOLÁS BOURBAKI: CHARLATÁN DE MATEMÁTICAS**

Foto 6.
PORTADA DEL PRIMER EJEMPLAR
SOBRE TEORÍA DE CONJUNTOS
DE LOS ÉLÉMENTS.
REFERENCIA:
CREATIVE COMMONS



Otra de las versiones que se maneja es la de Weil (5 y 7), según la cual existía un personaje de barba que se hacía llamar profesor Holmgren que daba una charla anual a los estudiantes de primer año de L'École Normale. Luego de una intencionalmente confusa retórica, exponía un 'Teorema de Bourbaki', un tanto extraño con el objeto de impresionar al auditorio. Se trataba de un estudiante de último año, Raoul Husson, disfrazado (4, 11). Y, de acuerdo con Halmos (7), se trataba de un simple actor aficionado, mientras que el nombre de pila fue idea de Eveline, la esposa de Weil (4).

El grupo llevó tan lejos al personaje ficticio que no sólo empezaron a publicar notas y artículos bajo este nombre en la revista *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris* (192 (1931), 709-712), sino que le fabricaron toda una biografía. Algunos miembros del grupo empezaron a divulgar que Nicolás Bourbaki se trataba de



un matemático 'poldavo' (nacionalidad ficticia) perteneciente a la Real Academia de Ciencias de Poldavia que vivía ahora en Nancy (Hermann et Cie., París, 1.939). Llegaron inclusive a redactar actas de nacimiento, matrimonio y muerte de éste (11).

A pesar de esto, el grupo Bourbaki se centró principalmente en la elaboración de un tratado que expusiera de manera clara y rigurosa todos los aspectos de las teorías matemáticas de la época (Foto 6). Éste, sin duda, sería el proyecto más famoso y ambicioso de Bourbaki, al que llamarían *Eléments de Mathématique*. Publicado finalmente en 1940, el manual contiene tomos de Teoría de conjuntos (*Théorie des ensembles*), Álgebra (*Algèbre*), Topología (*Topologie générale*), Funciones de una variable real (*Fonctions d'une variable réelle*), Espacios vectoriales topológicos (*Espaces vectoriels topologiques*), Integración (*Intégration*), Álgebra conmutativa (*Algèbre commutative*), Grupos de Lie (*Groupes et algèbres de Lie*) y Teoría Espectral (*Théories spectrales*), y es hoy por hoy uno de los compendios de matemática moderna más importantes del mundo.

La enseñanza que nos deja el 'Grupo Bourbaki' (nombre adoptado después de que se supo acerca del carácter ficticio del personaje), no solo se restringe al enorme aporte académico traducido en cientos de artículos y libros, sino que además nos ha demostrado que los más grandes avances y los más ambiciosos proyectos, pueden surgir de algo tan fortuito como el encuentro de dos amigos en un restaurante cualquiera.

REFERENCIAS

1. Bell, E.T. Men of Mathematics. 1986.
2. Escuela Normal Superior (Francia) [http://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Normal_Superior_\(Francia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Normal_Superior_(Francia))
3. Jackson, A. Interview with Henri Cartan. Notices, 1999.
4. Bombal, F. Nicolás Bourbaki. Real Academia de Ciencias de Madrid, 1988.
5. Weil, A. The Apprenticeship of a Mathematician: Autobiography. Birkhäuser Basel, 2002.
6. Association des collaborateurs de Nicolas Bourbaki www.bourbaki.ens.fr/
7. Halmos, P. Nicolás Bourbaki. 1957.
8. Fichier:Bourbaki, Theorie des ensembles maitrier.jpg http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bourbaki,_Theorie_des_ensembles_maitrier.jpg
9. <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Bourbaki.jpg>
10. Archives Bourbaki: <http://math-doc.ujf-grenoble.fr/archives-bourbaki/>
11. http://fr.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Bourbaki
12. Henri Cartan - http://fr.wikipedia.org/wiki/Henri_Cartan
13. Mashaal M, Henri Cartan, de Bourbaki à l'Europe unie, Pour la Science, octobre 2008, p100-102.
14. Weil A (1906–1998). Armand Borel, Pierre Cartier, Komaravolu Chandrasekharan, Shiing-Shen Chern, and Shokichi Iyanaga. Notices, AMS. Vol. 46, Num 4.
15. Shimura, G. The map of my life. Springer, 2008. Pag. 193-210.
16. Nicolas Bourbaki - http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Bourbaki
17. Mathematical Intelligencer. The Continuing Silence of Bourbaki, An Interview with Pierre Cartier, June 18 1997, Marjorie Senechal.
18. Matson, C. ¿Por qué la teoría de categorías no ocupó el lugar de la teoría de conjuntos en *éléments de mathématique*, de Nicolas Bourbaki? Fundación Universitaria Konrad Lorenz, junio 2008. Link presentación digital: http://www.fukl.edu.co/images/stories/suma_digital_matematicas/EDICION_09_01/bourbaki_y_la_teoría_de_categorías.pdf

LECCIONES APRENDIDAS EN
EL CAMINO DE LA
CIENCIA EN **COLOMBIA**
UNA MIRADA DE 1970 AL 2010

Gonzalo Arango

jgarangof@gmail.com

RESUMEN

Este documento presenta algunos resultados prácticos sobre los cambios ocurridos entre 1970 y 2010, considerados de utilidad para investigadores que inician carreras científicas en Latinoamérica, con algunas de las posibles explicaciones para entender ideas y conflictos del pasado, que aun amarran a muchos investigadores y que crean dificultades en grupos de investigación.

Era la década de los 70, momento en que los grandes naturalistas daban paso a los recién graduados profesionales de las ciencias y a estudiantes de doctorado de las universidades norteamericanas, que como científicos empezaban a redescubrir viejas publicaciones y esfuerzos olvidados. Todo esto sucedía en medio de una compleja transición económica y social, en un recodo del mundo donde se ensañó con crudeza la Guerra Fría.

Para ese entonces, había varios factores ideológicos y económicos que afectaban la visión del quehacer de la ciencia. La polarización de la Guerra Fría entre comunismo y capitalismo estaba en su máximo punto, junto a la derrota norteamericana en Vietnam y el triunfalismo soviético en Afganistán y Centroamérica. Esta era la base ideológica que creíamos afectaba nuestro quehacer de la ciencia, pero estábamos equivocados, habíamos olvidado que para hacer ciencia los limitantes eran de vieja data.

La restricción más importante era, y aún es, un concepto hispanoamericano heredado del medioevo español en que el noble ponía las armas pero no trabajaba. Este mandato social pasó hasta nuestros días en que las élites administran pero no trabajan con sus manos. Esto creaba una desconexión real entre oficios y habilidades, y la capacidad de hacer ciencia.

Este mandato social también se refleja en la paradoja entre ciencia y tecnología. Esta paradoja era especialmente paralizante para quienes querían hacer ciencia pura (física, matemáticas, biología u otra) y los que estudiaban tecnologías y ciencias aplicadas (materiales, estadística y bacteriología, entre otras). Curiosamente, no se consideraba ciencias a las ingenierías y la medicina. A estas se les consideraban “prácticas” y se referían a ellas como la “práctica médica” y la “práctica de la

ingeniería", en tanto que la química con la farmacología y la ingeniería química nacían en un limbo a medio camino. Las ciencias, básicamente las naturales, eran ciencias descriptivas aunque siempre se les buscase un aspecto de utilidad. Esta condición fue común en la mayoría de los países latinoamericanos.

La visión de ciencia desde las élites culturales

Otro elemento muy importante era la concepción del papel del Estado en la actividad de la ciencia. En medio del conflicto ideológico Marxismo-Capitalismo, la izquierda preconizaba el papel excluyente y la derecha el papel único del Estado; ambos excluyendo la inversión privada. Esto sucedía



en una sociedad estratificada, con inmigración nula, y en medio de una compleja mezcla de derrotismo e inferioridad heredada de la ideología de la independencia y la barbarie de las guerras civiles, que conducían a generar un culto a todo lo norteamericano o europeo. Todo ello producía una élite cultural aislada con sistemas de cooptación para inclusión y sistemas de exclusión. Como reflejo de este orden de cosas, las sociedades científicas fundadas antes de los 70 eran, y aún son, sociedades con membresía por cooptación.



En adición, la élite cultural con su malinchismo -amor desmedido por lo extranjero- generaba el proceso de los “paracaidistas” (extranjero o nacional con título de universidad extranjera que “caía del cielo” a un puesto académico o gubernamental) con la nueva variante de incluir entre ellos a los nuevos másteres y PhD que llegaban creando una permanente disrupción de recursos, objetivos y grupos de investigadores. Muy a menudo estos personajes con más espuelas que los locales, por su visión diferente y sus palancas, monopolizaban recursos y atención del gobierno de turno, y desaparecían al cabo de los años dejando una estela de investigadores frustrados y destrozados; esto sucedió frecuentemente en todas las áreas de la ciencia con pocas y meritorias excepciones.

En medio de todo esto se trataba de hacer ciencia en una economía entre el colapso y la expansión. Para entonces, las presiones económicas del desarrollo imponían la necesidad de encontrar un uso práctico a los recursos del ambiente y a los conocimientos. Las urgencias del desarrollo requerían “ciencia práctica” con resultados económicos visibles para maximizar el uso de recursos muy escasos, en especial capital para el desarrollo. Y esta demanda de resultados prácticos era compartida entre izquierdas y derechas por igual.

El concepto de que el noble no trabajaba aún estaba enquistado en la educación del bachillerato, en la que se despreciaban las destrezas y el desarrollo de habilidades específicas o de conocimientos prácticos, primando el aprendizaje teórico repetitivo: una educación más adecuada para matar la creatividad que para promoverla. En general, la educación secundaria llamada en Colombia “bachillerato clásico”, es una educación para generar fuerza de trabajo como empleados, y no como empresarios o investigadores científicos o técnicos. Curiosamente, esta observación también es válida para países desarrollados como Canadá y los Estados Unidos, donde la polémica está aún abierta.

La paradoja entre ciencia pura y tecnología tenía otras implicaciones al considerar ciencia como una actividad pura y la tecnología como una corrupción de la ciencia, o una sirvienta de la ciencia. Incluso, la tecnología se consideraba en términos académicos como la prostitución de la ciencia. El caso no era único, en ciencias sociales se daba la dicotomía entre economía y administración; y en las bellas artes se veía el “arte puro” en contraposición del “espectáculo” como prostitución del arte.

En este ambiente cultural, se consideraba que la investigación científica era el trabajo de toda una vida y solo deberían publicarse tratados completos, en clara contraposición de la ciencia que requiere de la comunicación rápida en artículos cortos de investigación focalizada.

Los profesores, con excepción de unos pocos, consideraban que la labor del científico era dura, esforzada y mal remunerada, pero apreciada por la renunciación personal en pos del conocimiento, como un apostolado con visos de romanticismo heroico. Los de izquierda consideraban hacer ciencia como la labor sacrificada del soldado en la batalla del conocimiento, y los de derecha como la labor erudita de un monje en convento con sus rutinas metódicas y forzadas. Para rematar, la facultad en la que yo estudié era de “artes y ciencias”.

En mi práctica profesional tuve de afrontar y resolver estos dilemas para avanzar en la carrera, y las soluciones encontradas fueron las siguientes:

La labor del científico era dura, esforzada y mal remunerada, pero apreciada por la renunciación personal en pos del conocimiento, como un apostolado con visos de romanticismo heroico

¿Ciencia o técnica?, ¿en cuál estoy trabajando hoy?

Esta dicotomía entre ciencia y técnica si existe, pero las diferencias no son del tipo que considerábamos en Colombia, ni como aún se consideran en muchas partes del mundo. Para obviar la eterna



discusión bizantina de definir qué es ciencia y qué es tecnología, basta con aplicar el "Criterio de Asimov" y ante cada punto específico de investigación, hacer la pregunta: ¿De qué sirve? (1)

Si la respuesta está en el ámbito de crear postulados coherentes, solucionar una pregunta sobre el conocimiento o ampliar el "mapa" del conocimiento, entonces estamos en el área de la ciencia pura.

Si la respuesta está en solucionar un problema, encontrar una mejor manera o una manera diferente, estamos en el área de ciencia aplicada o técnica.

Epistemológicamente y en el sentido más práctico, la respuesta sí tiene implicaciones enormes, pero no como se le consideraba en la Colombia de los 70.

Si la respuesta está en la vertiente académica o científica del conocimiento, los derechos sobre la información pertenecen al primer autor y a la entidad que lo patrocina. Estos derechos están basados en el principio de prioridad y, en general, son claros y directos.

En cambio, si se está en la vertiente técnica del conocimiento, los derechos de uso y usufructo de los resultados potenciales son bastante complejos y entra la responsabilidad del investigador de clarificarlos y registrarlos en los sistemas de patentes y derechos de autor. El no hacerlo crea toda una serie de oportunidades perdidas de crear valor, capitalizar el conocimiento y el uso práctico.

Aplicar el "Criterio de Asimov" es el primer paso para entender la creación de valor en la investigación. Un investigador serio debería hacerse esta pregunta paso a paso para recuperar el valor invertido en investigación, ya que hay claros costos en el capital social al no hacerlo y costos de oportunidad para los dineros mal invertidos.

Con analfabetismo económico y financiero, y el desprecio por los mercados inculcados en la educación "científica", la falta de valorar el trabajo en investigación condujo a dejar pasar importantes oportunidades de patentes y derechos de autor por varios colegas conocidos. A la mente me vienen casos como un contador de ovas de pescado usando fotoceldas, un sistema autorregulado de alimentación continua, un proceso electrónico de categorizar información para análisis de jerarquías y cladogramas, un

Los científicos tienen dos tareas principales: 1. Generar conocimiento plasmando sus análisis o descubrimientos en postulados coherentes, y 2. Comunicarlos.

Por su parte, los técnicos también tienen dos tareas: 1. proponer soluciones viables y 2. comercializarlas en mercados claros.

proceso mejorado de separación de cromosomas, el uso de matrices matemáticas para análisis lógico y procesos de comunicación. Esos desarrollos propuestos por colegas científicos, cuando los encontré décadas después redescubiertos por otros autores y debidamente registrados o patentados, me causaron asombro, tanto por la oportunidad perdida que habría capitalizado recursos de investigación, como por nuestra estolidez en estas áreas, lo que causa indignación por la mentalidad en que nos educamos. Por mi parte, perdí control de algunas metodologías ambientales por no registrar derechos de autor ni publicar; aunque en Colombia en su momento no hubiese manera de registrarlas ni de publicarlas.

El "Criterio de Asimov" es simple, pues a menudo ciencia y técnica están tan imbricadas como se observa en la investigación biomédica, donde no es práctico considerar este principio. Es más fácil

considerar todo el tema como investigación aplicada, un ejemplo de ello es el caso de la investigación de los plasmodios y Manuel Elkin Patarroyo.

El quehacer del científico

Contrario a la visión de monjes y soldados, muchos científicos desarrollan vidas normales y algunos investigadores promovidos por los medios de comunicación se convierten en estrellas del espectáculo e ídolos culturales, por el aunar continuo de la publicidad más que por los resultados en ciencias o resultados tecnológicos.

En los años 70 algunos científicos colombianos ya tenían unos egos propios similares a los de los más arrogantes líderes de empresa o políticos; pero la mayoría, especialmente los pertenecientes a órdenes religiosas eran educadores. De Pérez Arbeláez, Rafael Goberna, Lorenzo Uribe y Antonio Olivares salieron las primeras impresiones del trabajo en ciencias para muchos estudiantes de ciencias naturales. El aspecto siempre limitado era y aún es, la falta de oportunidades de trabajo en ciencia. Esto mismo sucedía en las demás ciencias.

Antonio Olivares sostenía que el quehacer del científico es similar a la del papamoscas (pájaro canto que se alimenta de moscas) (Foto 1) que vuela y caza un insecto y retorna a su rama, vuela de nuevo a cazar otro insecto siempre retornando a la misma rama, y así de esfuerzo en esfuerzo, colectando dato tras dato, siempre retornando a su punto de partida hasta que completa la tarea. Esta fue la más acertada descripción del quehacer del científico y deja a un lado las concepciones de monje o soldado manteniendo los principios de constancia y disciplina.



PAPAMOSCA- CARDENAL
AUTOR: MERCEDES LISÓN MARTÍN
PROCEDENCIA: PERÚ
FECHA: 9 DE AGOSTO 2006
LICENCIA: GNU GENERAL PUBLIC
DESCARGA: [HTTP://HERRAMIENTAS.EDUCA.MADRID.ORG/ANIMALANDIA/BAJAR.PHP?PATH=IMAGENES/P&ID=PAPAMOSCAS_CARDENAL.JPG](http://herramientas.educa.madrid.org/animalandia/bajar.php?path=imagenes/p&id=papamoscas_cardenal.jpg)

Los científicos tienen dos tareas principales: 1. generar conocimiento plasmando sus análisis o descubrimientos en postulados coherentes, y 2. comunicarlos. Por su parte los técnicos también tienen dos tareas: 1. proponer soluciones viables y 2. comercializarlas en mercados claros.

Hoy por hoy son muy pocos los científicos que no combinan las dos funciones con relativa frecuencia. En el presente, la tarea de los científicos está más o menos clara en Colombia; pero la tarea de la vertiente tecnológica del conocimiento dista mucho de ser la mínima necesaria. Cuando se está en el quehacer tecnológico los investigadores no saben identificar lo “viable”, lo posible, ni lo práctico, porque en nuestra cultura no lo enseñan. Y cuando se habla de comercializar, entra automáticamente el concepto medioeval de que vender no es noble, cuando la tarea del vendedor es la tarea más difícil y la más importante que requiere la industria, la tecnología y la ciencia. Este fue uno de mis aprendizajes más difíciles durante los años 90, siendo jefe de ventas de químicos y solventes controlados por antinarcóticos, con varias personas a mi cargo. Los profesores a todo nivel también son vendedores de conocimiento, pero vendedores al fin y al cabo. En ciencias y tecnología todos tenemos muchas y muy importantes tareas de ventas por realizar.

En la actualidad, la función profesional más importante de un científico es vender su capacidad de trabajo en la mejor condición posible, sin deparar si se está en generar conocimientos y publicarlos, o generar propuestas de solución y mercadearlas, o ambas.

La tarea del conocimiento

Cuando Rumsfeld habló del conocimiento respecto a inteligencia militar, su fraseología trajo a colación el viejo problema del conocimiento en ciencias (2). Para efectos prácticos, todos creen que el caso del conocimiento corresponde al siguiente diagrama de conjuntos:



Muchos investigadores creen que la tarea de la ciencia es trabajar sobre lo que no conocemos o desconocido; pero no es tan sencillo, y en el sobre-comunicado mundo de hoy es diferente.

En realidad, el caso es más complejo por la manera como la mente funciona, por los supuestos que tiene toda investigación, por las comunicaciones imperfectas, tanto por el acceso restringido a las publicaciones y la publicación en medios no adecuados para el acceso a otros investigadores; como por el acceso a todas las publicaciones relevantes en un área.

Esto queda mejor entendido en es una tabla 2X2 así:

	Lo que se conoce	Lo que no se conoce
Lo que sabemos	Lo que sabemos que se conoce	Lo que sabemos que no se conoce
Lo que no sabemos	Lo que no sabemos que se conoce	Lo que no sabemos que no se conoce



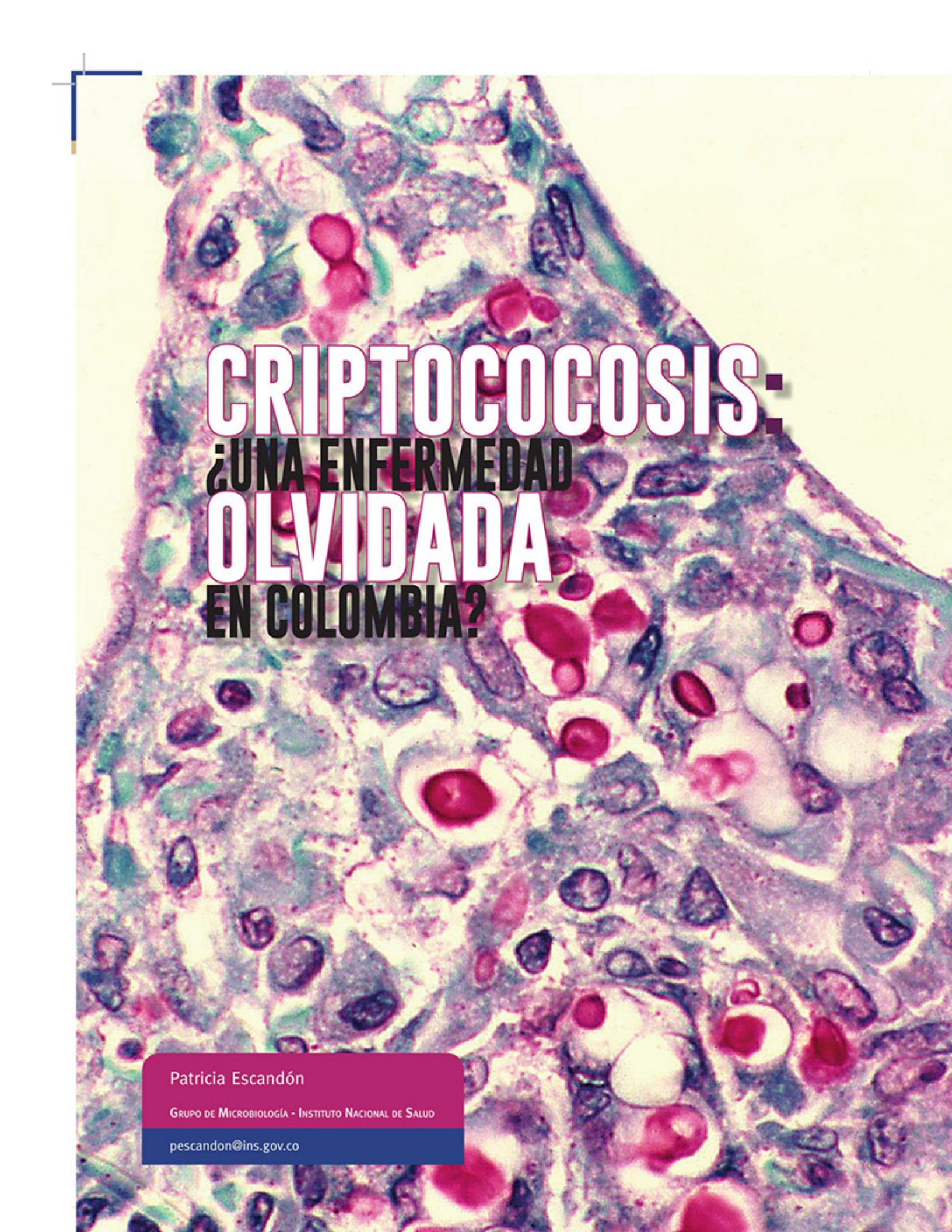
Lo que no sabemos que se conoce es de gran importancia, en parte por el principio de prioridad, pero también por la complejidad de los medios de comunicación especializados y la existencia de cientos de medios no especializados. Sepultar conocimientos en publicaciones electrónicas o en papel sin “peer review” y sin estar indexadas es tonto. Esto es exponerlos a la erosión del conocimiento cuando una nueva área se abre y quedan vacíos en el tejido del conocimiento por reponer y son mal interpretados por el ciudadano común.

El caso más notorio de desconocer lo que se conoce que me viene a la mente es el descubrimiento de la relación del mosquito Aedes con la fiebre amarilla y la malaria. Los médicos salubristas Walter Reed y William Gorgas utilizaron los conocimientos y las notas médicas del hospital de Panamá para controlar la fiebre amarilla y la malaria, obteniendo el reconocimiento mundial por el trabajo de saneamiento que permitió la construcción del canal de Panamá. En realidad fue Carlos Finlay, médico cubano, quien trabajando con la fiebre amarilla descubrió y propuso el zancudo del género Aedes como vector. Y los médicos Uribe y De La Cuesta del hospital del Canal en Panamá conocedores de los trabajos de Finlay confirmaban ya la transmisión de fiebre amarilla y también proponían la transmisión de la malaria por el mosquito Aedes cuando Reed creó una comisión para solucionar los problemas de salubridad. Las comunicaciones médicas, inadecuadas y en español y francés, dirigidas más que todo a la administración del proyecto, solo sirvieron de base para que la comisión de Walter Reed confirmara al Aedes como vector en ambos casos. En justicia, Reed sí reconoció el trabajo de Finlay y los médicos locales, pero murió al año siguiente de la Comisión sin clarificar el tema. Lo que sí tuvo Gorgas fue la determinación militar y los recursos para sanear las áreas de trabajo, imponer la disciplina en el retiro inmediato de los enfermos, el uso de mosquiteros, drenar y desecar pantanos y aplicar aceite en humedales, entre otros. La distorsión de quien realmente descubrió la transmisión de la malaria y la fiebre amarilla vino con la prensa sensacionalista de la época, que contrastaban la barbarie de la guerra civil colombiana (la de los mil días) con la civilizadora ingeniería norteamericana, lo que justificaba la secesión de Panamá.

Comunicar con claridad y comercializar en mercados claros son dos tareas inherentes e inseparables a la investigación científica y el desarrollo tecnológico del mundo de hoy. Siempre preguntémosnos: ¿De qué sirve?

REFERENCIAS

1. Asimov, I. 1974. Of What Use? In The Greatest Adventure, basic research that shapes our lives. E.H. Kone and H.J. Jordan Editors. Perennial Library, Harper and Row, Rockefeller University Press. New York. ISBN 06-080326-62.
2. Rumsfeld, D. Press conference at NATO Headquarters in Brussels June 6 2002.



CRIPTOCOCOSIS: **¿UNA ENFERMEDAD** **OLVIDADA** **EN COLOMBIA?**

Patricia Escandón

GRUPO DE MICROBIOLOGÍA - INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

pescandon@ins.gov.co

RESUMEN

*Las infecciones causadas por hongos, también llamadas micosis, se pueden considerar como enfermedades desatendidas en Colombia, siendo la criptococosis, causada por las especies *Cryptococcus neoformans*/*Cryptococcus gattii*, una de las principales enfermedades que afectan a pacientes con Sida. En este artículo se presentan las características generales de la criptococosis y su agente causante, con énfasis en los hallazgos colombianos.*

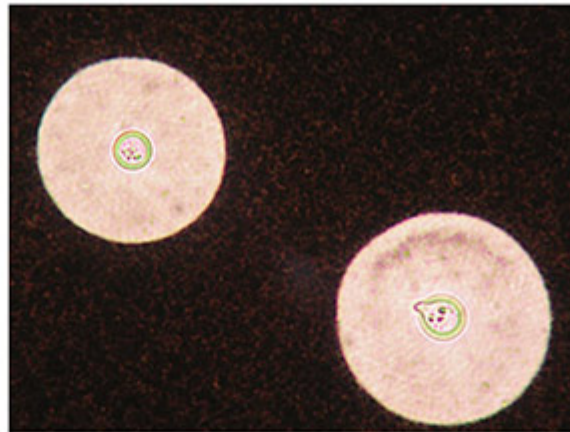
Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades desatendidas u olvidadas se definen como un conjunto de enfermedades que afectan principalmente a las poblaciones más pobres y con un limitado acceso a los servicios de salud. A pesar de la alta morbi-mortalidad asociada con las enfermedades oportunistas en pacientes con Sida, dentro de las cuales encontramos la criptococosis, estas se han omitido en la larga lista de enfermedades desatendidas reportadas por la OMS (1).

Este cuadro de enfermedades desatendidas debería incluir micosis que afectan a pacientes con un severo grado de inmunosupresión, como aquellos con Sida. Dentro de estas enfermedades causadas por hongos encontramos la criptococosis, ocasionada por las levaduras *C. neoformans*/*C. gattii*, infección que a menudo es diagnosticada de manera tardía o no diagnosticada, ocasionando un impacto devastador en la supervivencia del paciente y por lo tanto en la salud pública de un país (2).

La criptococosis y su agente etiológico

Mitchell y Perfect en 1995 resumieron la historia de la criptococosis en el primer siglo de su existencia, como una enfermedad causada por un "patógeno letal" (3). Muchos autores han hecho apro-

FOTO 1.
CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS,
OBSERVADO EN COLORACIÓN DE
TINTA CHINA. FOTO DE LA SOCIEDAD
ANDALUZA DE MICOLOGÍA Y PARASI-
TOLOGÍA. TOMADA DE: [HTTP://WWW.
SAMPAC.ES/CONTENT/CRYPTOCOCC-
CUS-NEOFORMANS-TINTA-CHINA](http://WWW.SAMPAC.ES/CONTENT/CRYPTOCOCCUS-NEOFORMANS-TINTA-CHINA)



ximaciones que pretenden aclarar la historia de esta enfermedad, pero los constantes cambios en el desarrollo y la epidemiología de ésta han generado nuevas problemáticas por resolver, convirtiéndola, claramente, en un problema de salud pública al cual no le hemos hecho frente de la manera adecuada.

Los agentes que causan la criptococosis, *C. neoformans* y *C. gattii*, pertenecen al Reino de los Hongos (4), y son consideradas las más patógenas dentro del género *Cryptococcus*, se caracterizan por ser levaduras ovaladas a esféricas, rodeadas por una cápsula de polisacáridos, estructura que les proporciona diferentes grados de virulencia según su composición y tamaño (3), y que las clasifica en diferentes serotipos: serotipo A, correspondiente a *C. neoformans* var. *grubii*, serotipo D, *C. neoformans* var. *neoformans*, un híbrido AD, y los serotipos B y C, pertenecientes a *C. gattii* (3).

Las características genotípicas (información genética del microorganismo) de este patógeno han permitido tener un mayor conocimiento en cuanto a su patogénesis y epidemiología; un número considerable de herramientas moleculares revelan la existencia de diversos patrones característicos de cada una de las especies, brindando información muy útil y relacionada con la distribución del hongo a nivel mundial.

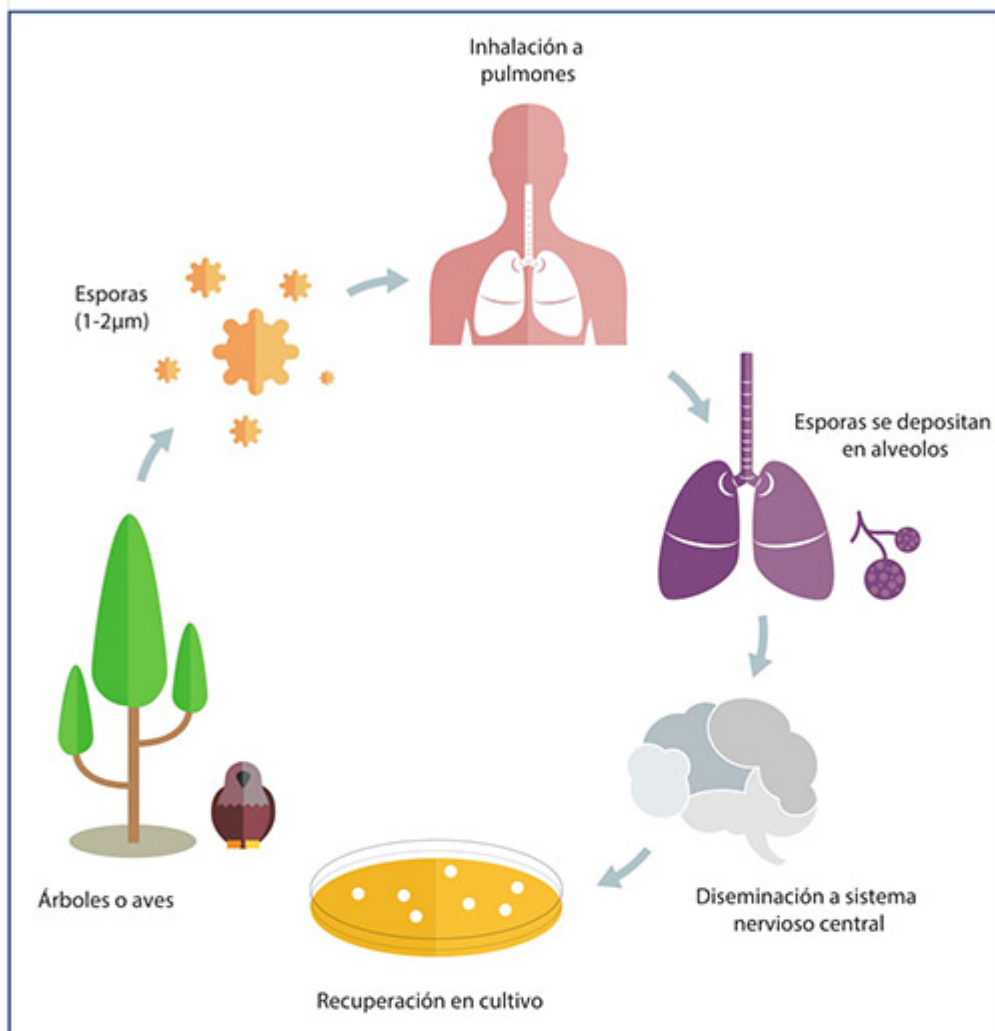
Diversidad genética

Diferentes estudios confirman que los aislamientos clínicos y ambientales de este patógeno presentan grandes variaciones genéticas y fenotípicas (5-8). Debido a la presencia de estas variaciones entre los aislamientos, no es suficiente con identificar la especie o la variedad del *Cryptococcus*, debido a que esta clasificación no proporciona tan valiosa información, como si lo hacen sus características genéticas, las cuales permiten investigar la epidemiología y ecología de este importante patógeno. En relación a esto, se han descrito varias técnicas que permiten agrupar los aislamientos según sus características genéticas así: *C. neoformans*, VNI-VNIV, VNB, y *C. gattii*, VGI-VGIV (9-13).

El hábitat de *Cryptococcus neoformans*/ *Cryptococcus gattii*

Es reconocido que la criptococosis es adquirida por la inhalación de partículas del hongo (esporas) presentes en el ambiente, las cuales ingresan en el huésped cuando éste se expone a una fuente contaminada (es decir al hábitat del hongo) como los excrementos de palomas o material vegetal (ver figura 1).

FIGURA 1. CICLO DE INFECCIÓN POR
CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS/ CRYPTOCOCCUS GATTII



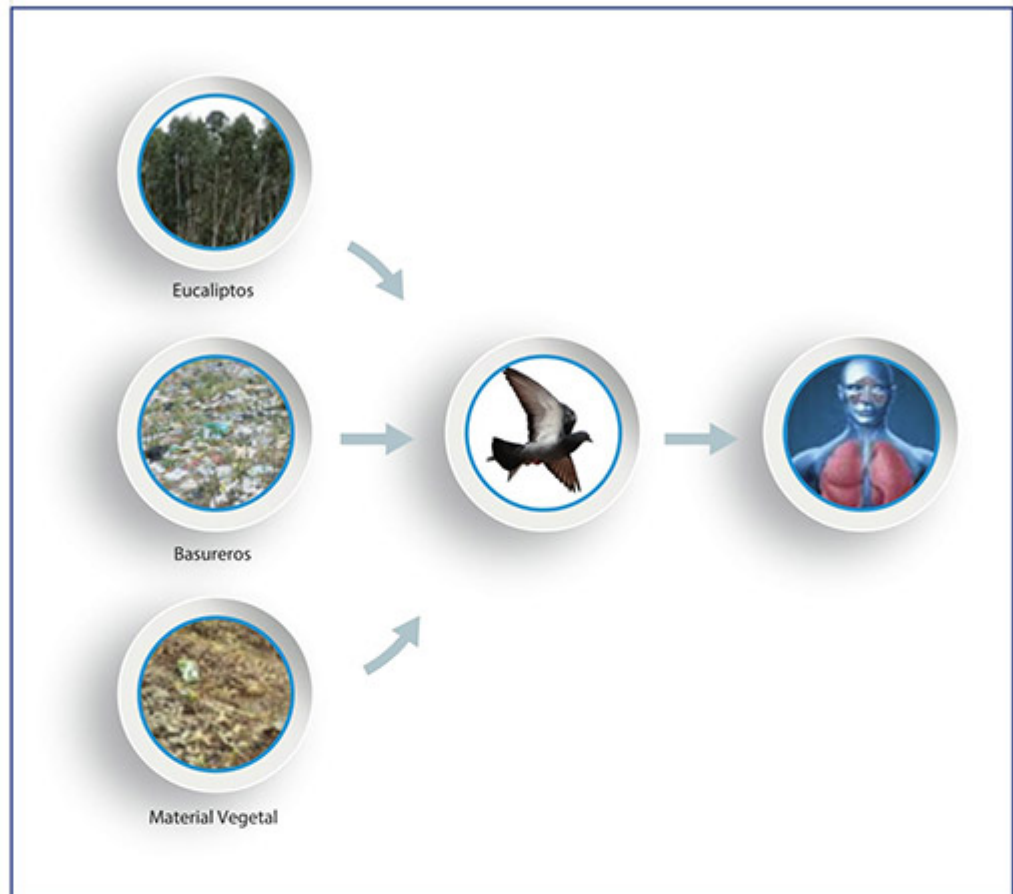
CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS

Así como en los pacientes, las dos variedades de *C. neoformans*, var. *grubii* y *C. neoformans* var. *Neoformans*, se distribuyen a nivel mundial en el ambiente, aunque el serotipo A está difundido más ampliamente ubicuo, y el serotipo D se restringe principalmente a Europa.

Los excrementos de aves son un hábitat natural para *C. neoformans*, especialmente en aquellas áreas donde hay una alta densidad de palomas (14). Estas aves raramente se infectan debido a que su temperatura corporal está entre 41,5 – 43 °C, temperatura demasiado elevada para el crecimiento del *Cryptococcus*, pero si pueden actuar como portadores mecánicos del hongo ya que ha sido aislado de sus picos, patas y plumas (14,15).

Se ha reportado igualmente que *C. neoformans* puede ser aislado de otras fuentes tales como suelo y material vegetal. Recientemente, se ha incrementado el número de reportes de aislamientos de esta especie a partir de una variedad de especies de árboles en diferentes partes del mundo, incluyendo Argentina (16), Colombia (17), Brasil (7) e India (18).

FIGURA 2: VÍAS DE TRANSMISIÓN. LOS EXCREMENTOS DE LAS PALOMAS ENTRAN AL HOMBRE POR VÍA RESPIRATORIA



CRYPTOCOCCUS GATTII

A diferencia de *C. neoformans*, la presencia de *C. gattii* está más limitada tanto en los pacientes como en el ambiente. Esta especie ha sido ampliamente asociada con diferentes especies de árboles, huecos y madera en descomposición. Aunque la mayoría de reportes de su aislamiento se han hecho a partir de diferentes especies de eucaliptos (19), es claro que *C. gattii* puede habitar tanto en árboles nativos como en aquellos introducidos, como lo han reportado en países como Argentina, Brasil, Colombia, India, Estados Unidos y Canadá (6,18,16,20,21).

C. gattii adquirió una mayor importancia epidemiológica cuando se reportó un importante número de casos en humanos y animales, así como su aislamiento a partir de fuentes ambientales en la Isla de Vancouver, Columbia Británica, Canadá (20).

DATOS COLOMBIANOS

En Colombia se han realizado numerosos estudios que han proporcionado valiosos datos en cuanto a la ecología de *C. neoformans* y *C. gattii*. A partir de 1980, el Grupo de Microbiología del Instituto Nacional de Salud (INS) incursionó en el campo de la ecología de este importante patógeno, y fue así como

inicialmente se recuperó la variedad *neoformans*, serotipo A, de 75 muestras recogidas en palomares de Bogotá (22). Más adelante, cuando Ellis y Pfeiffer sugirieron que los casos de criptococosis ocasionados por *C. gattii* estaban asociados con el aislamiento a partir de fuentes ambientales (23), se inició su búsqueda en el ambiente de la ciudad de Cúcuta, donde se reportaban la mayoría de casos clínicos por esta especie en pacientes inmunocompetentes, reportándose por primera vez a nivel mundial el aislamiento de *C. gattii* serotipo C a partir de una fuente ambiental (24).

Continuando la búsqueda del serotipo B en el ambiente, otro estudio se encaminó en un bosque del departamento de Cundinamarca, en el cual se lograron recuperar 46 aislamientos de este serotipo a partir de muestras de eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) (25).

El grupo también ha realizado estudios para determinar si los factores ambientales como pH, humedad, temperatura y luz, afectan la prevalencia de *C. neoformans* en excrementos de aves y material vegetal en áreas rurales y urbanas en Bogotá. Se encontró que el hongo se aísla más frecuentemente del tronco que del suelo, y que su concentración es más alta cuando es temporada de lluvias (21).

Recientemente, se reportó el aislamiento de *C. gattii* a partir de eucaliptos *ficifolia* (*Corymbia ficifolia*), siendo este el primer reporte a nivel mundial de la asociación con esta especie de árbol (26). Estos estudios han permitido obtener más datos en cuanto al conocimiento de la distribución de los 3 serotipos más prevalentes en Colombia y su incidencia en diferentes nichos, así como el efecto de los factores geográficos y climáticos sobre la ecología del hongo.

¿Cómo está relacionado el hábitat del hongo con la infección?

Cuando hablamos de la criptococosis, es fundamental explicar o al menos proponer cómo adquiere el paciente la infección. Las especies de *Cryptococcus* habitan en el ambiente y durante su crecimiento las células se transportan por el aire, son inhaladas por humanos o animales, estableciendo así la infección pulmonar, y en algunas ocasiones su diseminación al Sistema Nervioso Central (Figura 1). Durante este proceso, la enfermedad se puede resolver por sí sola, las células pueden permanecer en un estado latente con el potencial de reactivarse en el futuro y diseminarse (3). Por lo anterior, el estudio de los diferentes nichos ambientales en los cuales el hongo puede permanecer, es de gran importancia para determinar si existe una correlación entre los aislamientos recuperados del ambiente y aquellos encontrados en el paciente.

Las especies de *Cryptococcus* habitan en el ambiente y durante su crecimiento las células se transportan por el aire, son inhaladas por humanos o animales, estableciendo así la infección pulmonar, y en algunas ocasiones su diseminación al Sistema Nervioso Central

El concepto de nicho ecológico

El concepto de nicho ecológico fue propuesto por Grinnell en 1917, quien lo describió como el conjunto de condiciones físicas y biológicas bajo las cuales una especie puede mantener su población sin inmigración. Por su parte, Hutchinson, en 1959, fue más allá en la definición del nicho ecológico, haciendo una distinción entre el nicho fundamental y el restringido. El nicho fundamental está conformado por el área total potencial que cumple con todos los requisitos físicos y biológicos de una especie; el nicho restringido o la distribución actual de una especie están determinados por una variedad de

factores como la dispersión, historia y barreras físicas. Esta distinción es particularmente importante en un modelo de nicho ecológico para *C. neoformans*/*C. gattii*, debido a que la distribución que se observa actualmente de los aislamientos clínicos y ambientales (es decir su nicho restringido) puede no estar reflejando su verdadera distribución en Colombia (es decir su nicho fundamental) (27).

Investigadores del Servicio Epidemiológico del British Columbia Centers for Disease Control and Prevention (CDC, BC), han empleado el modelo de nicho ecológico para predecir la distribución espacial de *C. gattii* en el área de la Columbia Británica y predecir los nichos ecológicos óptimos y potenciales de esta especie en esta zona, donde la criptococosis es una micosis de notificación obligatoria (27). El uso de esta metodología ha sido de gran utilidad y efectividad para alertar a las autoridades canadienses acerca de la enfermedad en regiones con riesgo de ser colonizadas en su ambiente por aislamientos del complejo. Actualmente en Colombia se está realizando un estudio, liderado por el Instituto Nacional de Salud (INS), a través del cual se pretende responder a la pregunta: ¿cuáles son las áreas geográficas de Colombia en riesgo de ser colonizadas por aislamientos del complejo *C. neoformans*/*C. gattii*, y, por lo tanto, están en riesgo de presentar casos o brotes de criptococosis? Para ello, el INS creó un modelo de nicho ecológico a partir de los propios datos ambientales y clínicos recopilados a lo largo de la experiencia en el estudio de la criptococosis y su agente etiológico.

La enfermedad: algunos datos epidemiológicos

Desde 1981, como consecuencia de la epidemia del Sida y la aparición de otros tipos de inmunosupresiones, las infecciones causadas por *C. neoformans*/*C. gattii* se han convertido en una causa importante de morbi-mortalidad (28). Actualmente, esta enfermedad se clasifica dentro de las tres infecciones oportunistas más importantes que pueden llegar a causar la muerte en pacientes con Sida. En la Figura 3 se observa la distribución de las especies *C. neoformans* con sus dos variedades *grubii* y *neoformans* y *C. gattii* en las regiones del mundo mayormente afectadas por la criptococosis.

FIGURA 3. CASOS DE CRIPTOCOCOSIS ASOCIADOS A CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS/CRYPTOCOCCUS GATTII EN EL MUNDO (8).

TOMADO DE: OPEN STREET MAPS, QUANTUM GIS 2.8.1.



Criptococosis en Colombia

Aunque la criptococosis no es una enfermedad de notificación obligatoria en Colombia, existen una serie de reportes que revelan su importancia (29-33). En el año de 1997 se diseñó una encuesta nacional sobre la criptococosis con la cual se pretendió identificar las características demográficas de la población colombiana afectada, los factores de riesgo, los métodos de laboratorio empleados para el diagnóstico, el agente causal y el tratamiento inicial de los pacientes. En Colombia, para el período 1997-2010 se recibieron mil 457 encuestas provenientes de diferentes regiones del país, revelando que el 80,1% de los pacientes fueron hombres; sin embargo, para el período 2006-2010 se demostró que hubo un incremento significativo en la proporción de mujeres con Sida en comparación con el período 1997-2005, del 12,2% a 21,3%, lo cual sugiere que la criptococosis constituye un marcador centinela para la infección por el VIH (30,34).

El diagnóstico de la enfermedad y el uso de las pruebas rápidas

Según el "Protocolo de estudio y manejo de los pacientes con criptococosis", reportado recientemente por Castañeda & Lizarazo (35), la muestra clínica de elección para diagnosticar la enfermedad es el líquido cefalorraquídeo (LCR), el cual presenta anomalías en la mayoría de los pacientes, y en el cual pueden ser fácilmente visibles las células encapsuladas. Por lo general, el hongo es cultivable en medios selectivos comúnmente empleados en diagnóstico, recuperándose del LCR y hemocultivos, principalmente. La histopatología se constituye también en una herramienta diagnóstica, permitiendo observar la presencia de levaduras encapsuladas en ciertas áreas del tejido. Las pruebas inmunológicas en el LCR o suero son positivas en el 95% de los casos de criptococosis, convirtiéndolas en pruebas sensibles y específicas (35).

En el año 2002, el Grupo de Enfermedades Infecciosas del Hospital Universitario Erasmo Meoz de Cúcuta y el Grupo de Microbiología del INS, realizaron un estudio prospectivo en muestras de suero de pacientes recientemente diagnosticados con VIH y quienes no estaban recibiendo terapia antiretroviral, demostrando que en pacientes con alto riesgo para desarrollar la criptococosis es posible realizar un diagnóstico temprano, con el fin de realizar un tratamiento adecuado y oportuno (36).

Más recientemente, el laboratorio Immuno-Mycologics, Inc. (Norman, Oklahoma, EEUU) (IMMY), desarrolló una prueba de flujo lateral para la detección del antígeno capsular de *Cryptococcus* (CrAg LFA), para ser empleada como una prueba para el lugar de la consulta "Point of Care Test" empleada en el tamizaje de la criptococosis en pacientes con una elevada inmunosupresión. El Grupo de Microbiología del INS reportó la utilidad de esta prueba presentando una mayor sensibilidad en la detección del antígeno capsular en muestras de suero al compararse con la técnica convencional; lo anterior es de gran utilidad en un país como Colombia, donde los recursos y el acceso a la terapia antiretroviral altamente activa es limitado, y donde es importante identificar, vigilar y tratar oportunamente las infecciones oportunistas (37).

Distribución geográfica y epidemiología de *Cryptococcus neoformans*/ *Cryptococcus gattii*

La gran mayoría de casos de criptococosis asociados con Sida son causados por aislamientos del perfil genético VNI, los cuales han sido recuperados del ambiente (6,8,30). Los aislamientos correspondientes

a VNII han generado infección en pacientes en diversos lugares del mundo, aunque en menor proporción (8,30), y su recuperación a partir del ambiente ha sido muy esporádica. El perfil VNIII (híbrido AD) y VNIV (serotipo D) ha sido aislado a nivel mundial del ambiente; sin embargo, las infecciones por estos dos perfiles se concentran principalmente en países de Europa (38).

CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS

No obstante, que *C. neoformans* se asocia principalmente con pacientes Sida o pacientes con cualquier tipo de inmunosupresión, hay numerosos reportes en cuanto a su aislamiento en pacientes inmunocompetentes, en los cuales son más comunes las infecciones pulmonares y, en ocasiones, la diseminación a otros órganos (33,39).

CRYPTOCOCCUS GATTII

A diferencia de *C. neoformans*, los estudios epidemiológicos a nivel mundial han demostrado que la mayoría de infecciones ocasionadas por *C. gattii* se presentan en personas inmunocompetentes.

Al igual que con los aislamientos clínicos, la distribución geográfica de *C. gattii* varía considera-

blemente, haciéndose necesario el realizar un mayor número de estudios relacionados con la vigilancia molecular de esta especie, que permitan confirmar y complementar los datos ya existentes. A nivel general, los perfiles VGI y VGII son más comunes que VGIII y VGIV.

DATOS COLOMBIANOS

En Colombia, se han realizado una serie de estudios que han permitido obtener datos importantes en cuanto a la distribución y epidemiología del hongo. En nuestro país la mayoría de casos de criptococosis están asociados al perfil VNI,

seguido, en mucho menos proporción, por infecciones ocasionadas por VGII (11,30).

En un estudio reportado por Escandon P et al. se demostró que en Colombia la mayoría de los aislamientos del serotipo A se agruparon en el perfil VNI y que la mayoría de los aislamientos del serotipo B (99,2%) se agruparon en el perfil VGII. Este estudio nos permitió contribuir con los datos mundiales de la vigilancia de la criptococosis y sugiere nuevamente que existe una asociación entre los aislamientos clínicos y aquellos provenientes del ambiente, apoyando la hipótesis de que el paciente puede adquirir la infección por exposición a los propágulos (estructura sexual o asexual que sirve para la diseminación del hongo) del hongo en el ambiente (30).

Existe la necesidad inamovible de ser incluida como un evento de notificación obligatoria a los sistemas de vigilancia como el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), así como el constante estudio de la distribución de su agente etiológico en el ambiente.

Comentarios finales

La criptococosis, lejos de seguir siendo considerada una enfermedad olvidada en Colombia y en el mundo, se debe reconocer como una causa importante de muerte, particularmente en la población infectada por el Sida. Existe la necesidad inamovible de ser incluida como un evento de notificación obligatoria a los sistemas de vigilancia como el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), así como el constante estudio de la distribución de su agente etiológico en el ambiente.

Ha llegado el momento en que dirijamos nuestra atención hacia aquellas enfermedades como el Sida e incluyamos a la criptococosis como una de sus más importantes consecuencias; hasta cuando no nos comprometamos en fortalecer su vigilancia para darle mejores opciones terapéuticas a los pacientes y mejor acceso a las herramientas diagnósticas, la criptococosis continuará siendo el “elefante en el salón que se ha ignorado durante demasiado tiempo”, tal y como lo mencionó Pappas (40).

AGRADECIMIENTOS

A la doctora Elizabeth Castañeda por su crítica revisión del manuscrito. Agradezco el apoyo financiero dado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias, convenio No. 20113600115683.

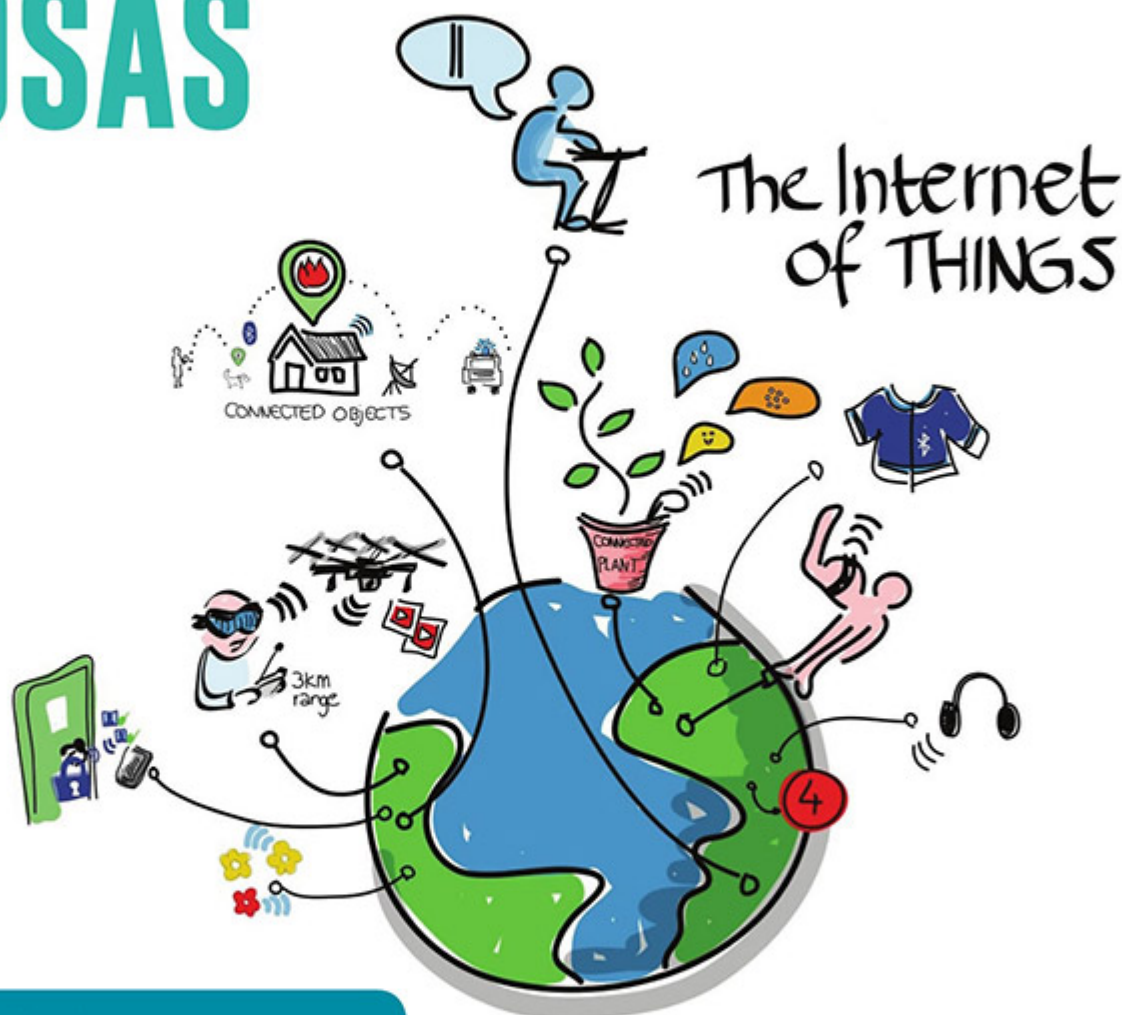
REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Diagnosis, prevention and management of cryptococcal disease in HIV –infected adults, adolescents and children. 2011.
2. Aderaye G, Bruchfeld J, Aseffa G, Nigussie Y, Melaku K, Woldeamanuel Y et al. Pneumocystis jirovecii pneumonia and other pulmonary infections in TB smear-negative HIV-positive patients with atypical chest X-ray in Ethiopia. Scand Journal of Infect Dis. 2007; 39:1045–53.
3. Mitchell T, Perfect J. Cryptococcosis in the era of AIDS 100 years after the discovery of Cryptococcus neoformans. Clin Microbiol Rev. 1995; 8(4):515-548.
4. Kwon-Chung K. A new genus, Filobasidiella the perfect state of Cryptococcus neoformans. Mycologia. 1975; 67(6): 1197–2000.
5. Litvintseva A, Kestenbaum L, Vilgalys R, Mitchell T. Comparative analysis of environmental and clinical populations of Cryptococcus neoformans. J Clin Microbiol. 2005; 43(2): 556-564.
6. Trilles L, Lazéra Mdos S, Wanke B, Oliveira R, Barbosa G, Nishikawa M et al. Regional pattern of the molecular types of Cryptococcus neoformans and Cryptococcus gattii in Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2008;103(5):455-462.
7. Souza L, Souza Junior A, Costa C, Faganello J, Vainstein M, Chagas A, et al. Molecular typing and antifungal susceptibility of clinical and environmental Cryptococcus neoformans species complex isolates in Goiania, Brazil. Mycoses. 2010;53(1):62-67.
8. Cogliati M. Global Molecular Epidemiology of Cryptococcus neoformans and Cryptococcus gattii: An Atlas of the Molecular Types. Scientifica. 2013;1- 23.
9. Meyer W, Marszewska K, Amirmostofian A, Igreja R, Hardtke C, Methling K, et al. Molecular typing of global isolates of Cryptococcus neoformans var. neoformans by polymerase chain reaction fingerprinting and randomly amplified polymorphic DNA—a pilot study to standardize techniques on which to base a detailed epidemiological survey. Electrophoresis. 1999;20(8):1790-1799.
10. Litvintseva A, Thakur A, Vilgalys R, Mitchell T. Multilocus sequence typing reveals three genetic subpopulations of Cryptococcus neoformans var. grubii (serotype A), including a unique population in Botswana. Genetics. 2006;172(4):2223-2238.
11. Escandón P, Sánchez A, Martínez M, Meyer W, Castañeda E. Molecular epidemiology of clinical and environmental isolates of the Cryptococcus neoformans species complex reveals a high

- genetic diversity and the presence of the molecular type VGII mating type a in Colombia. *FEMS Yeast Res.* 2006;6(4):625-635.
12. Meyer W, Aanensen D, Boekhout T, Cogliati M, Diaz M, Esposto M, et al. Consensus multi-locus sequence typing scheme for *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii*. *Med Mycol.* 2009;47(6):561-570.
 13. Byrnes E, Bildfell R, Frank S, Mitchell T, Marr K, Heitman J. Molecular evidence that the range of the Vancouver Island outbreak of *Cryptococcus gattii* infection has expanded into the Pacific Northwest in the United States. *J Infect Dis.* 2009;199(7):1081-1086.
 14. Emmons C. Saprophytic sources of *Cryptococcus neoformans* associated with the pigeon (*Columba livia*). *Am J Hyg.* 1955;62(3):227-232.
 15. Rosario I, Acosta B, Colom M. Pigeons and other birds as a reservoir for *Cryptococcus* spp. *Rev Iberoam Micol.* 2008;25(1):S13-S18.
 16. Refojo N, Perrotta D, Brudny M, Abrantes R, Hevia A, Davel G. Isolation of *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii* from trunk hollows of living trees in Buenos Aires City, Argentina. *Med Mycol.* 2009; 47(2):177-184.
 17. Granados D, Castañeda E. Isolation and characterization of *Cryptococcus neoformans* varieties recovered from natural sources in Bogotá, Colombia, and study of ecological conditions in the area. *Microb Ecol.* 2005; 49(2):282-290.
 18. Grover N, Nawange S, Naidu J, Singh S, Sharma A. Ecological niche of *Cryptococcus neoformans* var. *grubii* and *Cryptococcus gattii* in decaying wood of trunk hollows of living trees in Jabalpur City of Central India. *Mycopathologia.* 2007;164(4):159-170.
 19. Bovers M, Hagen F, Boekhout T. Diversity of the *Cryptococcus neoformans* - *Cryptococcus gattii* species complex. *Rev Iberoam Micol.* 2008;25(1):S4-S12.
 20. Kidd S, Hagen F, Tschärke R, Huynh M, Bartlett K, Fyfe M, et al. A rare genotype of *Cryptococcus gattii* caused the cryptococcosis outbreak on Vancouver Island (British Columbia, Canada). *Proc Natl Acad Sci USA.* 2004;101(49):17258-17263.
 21. Granados D, Castañeda E. Influence of climatic conditions on the isolation of members of the *Cryptococcus neoformans* species complex from trees in Colombia from 1992-2004. *FEMS Yeast Res.* 2006;6(4):636-644.
 22. Corrales C, Ordoñez N, Londoño L, Castañeda E. Determinación de anticuerpos contra *Cryptococcus neoformans* en un grupo de colombófilos. *Biomédica.* 1981;7:100-104.
 23. Ellis D, Pfeiffer T. The ecology of *Cryptococcus neoformans* and the epidemiology of cryptococcosis. *Eur J Epidemiol.* 1992;8(3):321-325.
 24. Callejas A, Ordoñez N, Rodríguez M, Castañeda E. First isolation of *Cryptococcus neoformans* var. *gattii*, serotype C, from the environment in Colombia. *Med Mycol.* 1998;36(5):341-4.
 25. Escandón P, Quintero E, Granados D, Huérfano S, Ruíz A, Castañeda E. Aislamiento de *Cryptococcus gattii* serotipo B a partir de detritos de *Eucalyptus* spp. en Colombia. *Biomédica.* 2005;25(3):390-397.
 26. Escandón P, Sánchez A, Firacative C, Castañeda E. Isolation of *Cryptococcus gattii* molecular type VGIII, from *Corymbia ficifolia* detritus in Colombia. *Med Mycol.* 2010;48(4):675-678.
 27. Mak S, Klinkenberg E, Bartlett K, Fyfe M. Ecological Niche Modeling of *Cryptococcus gattii* in British Columbia, Canada. *Environ Health Perspect.* 2010;118(5):653-658.
 28. Pongsai P, Atamasirikul K, Sungkanuparph S. The role of serum cryptococcal antigen screening for the early diagnosis of cryptococcosis in HIV-infected patients with different ranges of CD4 cell counts. *J Infect.* 2010; 6(10):474-477.
 29. Lizarazo J, Mendoza M, Palacios D, Vallejo A, Bustamante A, Ojeda E, et al. Criptococosis ocasionada por *Cryptococcus neoformans* variedad *gattii*. *Acta Médica Colombiana.* 2000;25:171-178.

30. Escandón P, De Bedout C, Lizarazo J, Agudelo CI, Tobón A, Restrepo A, et al. Cryptococcosis in Colombia: Results of the national surveillance program for the years 2006-2010. *Biomédica*. 2012;32(3):386-398.
31. Lizarazo J, Castañeda E. Consideraciones sobre la criptococosis en los pacientes con sida. *Infectio*. 2012;16(Supl 3):94-99.
32. Lizarazo J, Escandón P, Agudelo CI, Castañeda E. Cryptococcosis in Colombian children and literature review. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2014;109(6):797-804.
33. Lizarazo J, Escandon P, Agudelo C, Firacative C, Meyer W, Castañeda E. Retrospective Study of the Epidemiology and Clinical Manifestations of *Cryptococcus gattii* Infections in Colombia from 1997–2011. *PLoS Negl Trop Dis*. 2014;8(11): e3272. doi: 10.1371/journal.pntd.0003272
34. Lizarazo J, Linares M, de Bedout C, Restrepo A, Agudelo C, Castañeda E, et al. Estudio clínico y epidemiológico de la criptococosis en Colombia: resultados de nueve años de la encuesta nacional, 1997-2005. *Biomédica*. 2007(1);27:94-109.
35. Castañeda E, Lizarazo J. Protocolo de estudio y manejo de los pacientes con Criptococosis. *Infectio*. 2012;16:123-125.
36. Lizarazo J, Peña Y, Chaves O, Huérfano S, Castañeda E. Early diagnosis of cryptococcosis and histoplasmosis in patients living withj AIDS. Preliminary report. Informe Quincenal Epidemiológico Nacional. 2002;7:453-458.
37. Escandón P, Lizarazo J, Agudelo C, Chiller T, Castañeda E. Evaluation of a rapid lateral flow immunoassay for the detection of cryptococcal antigen for the early diagnosis of cryptococcosis in HIV patients in Colombia. *Med Mycol*. 2013;51(7):765-768.
38. Dromer F, Mathoulin S, Dupont B, Laporte A. Epidemiology of cryptococcosis in France: a 9-year survey (1985-1993). French Cryptococcosis Study Group. *Clin Infect Dis*. 1996;23(1):82-90.
39. Chen J, Varma A, Diaz M, Litvintseva A, Wollenberg K, Kwon-Chung KJ. *Cryptococcus neoformans* strains and infection in apparently immunocompetent patients, China. *Emerg Infect Dis*. 2008;14(5):755-762.
40. Pappas P. Cryptococcosis in the Developing World: An Elephant in the Parlor. *Clin Infect Dis*. 2010;50:345-346.

EL REALISMO DE INTERNET DE LAS COSAS



Eduardo Fajardo

PROFESIONAL ESPECIALIZADO EN SUBDIRECCIÓN DE INNOVACIÓN
ASESOR INICIATIVA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Hugo Sin Triana

GERENTE INICIATIVA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN
ASESOR VICEMINISTERIO TI

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

nfajardo@mintic.gov.co

hsin@mintic.gov.co

CONNECT
THE WORLD

RESUMEN

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones adelanta el diseño y desarrollo del Centro de Excelencia y Apropiación de Internet de las Cosas, con el fin de fortalecer el protagonismo de actores de ciclos de Investigación + Desarrollo + Innovación, así como sus relaciones competitivas. Es una respuesta del Estado a las oportunidades de las tendencias tecnológicas mundiales que abordan elementos estratégicos como pilares del crecimiento económico de la sociedad colombiana.

Las tendencias mundiales agotan las mentes de los líderes con espejismos de lo que significa el futuro en materia tecnológica. Mucho de lo que se dice en redes sociales o se lee en artículos formales son impulsos mercantiles de una sociedad consumista. Sin embargo, detrás del mercadeo publicitario recae un significado altruista de mejora en nuestro estilo de vida: no es consumir por consumir o diseñar por diseñar; más allá de lo novedoso, existen soluciones prácticas a varios problemas y ventajas competitivas a nuestras oportunidades individuales y sociales. La competitividad de Colombia significa la identificación de estas oportunidades y el diseño y ejecución de instrumentos para aprovecharlas.

Las brechas tecnológicas responden a la ambigüedad latente del poder adquisitivo y su desequilibrada repartición entre hemisferios. No es por eso que mucho de lo que hoy es tendencia tecnológica no puede ser abre bocas de un crecimiento y fortalecimiento del poder productivo y adquisitivo nacional. La inversión no se direcciona entonces a subsidios sino a oportunidades: escenarios de condiciones óptimas para la inversión individual. Es así que los países aseguran la eficiencia de sus políticas, empoderando a individuos que bien pueden ser empresas grandes o pequeñas, personas naturales o instituciones de investigación o formación, unidos desde lo individual para invertir en un ecosistema de condiciones para la mejora constante de la calidad de vida, el trabajo, la investigación, el negocio o la formación.

Eso es innovación desde las políticas públicas. La mejora disruptiva e incremental de nuestros procesos individuales en el marco de un ecosistema de condiciones óptimas para el desarrollo competitivo. El poder adquisitivo mejorado y derivado de dicha inversión, hace práctica la ambigüedad del espejismo tecnológico de tendencias mundiales.

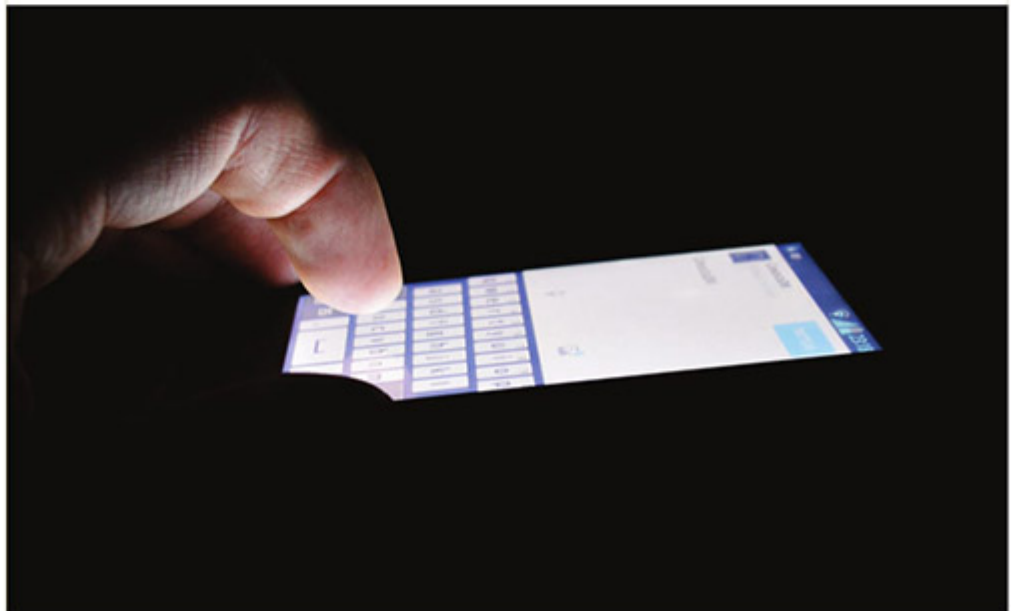
Desde la invención de la “máquina de volar” de Da Vinci o el relato de un “mundo surreal bajo el océano” de Verne, la humanidad ha pulido su capacidad de asombro. Descrestar a un niño hoy requiere de imaginación tecnológica; cuando hace tan sólo treinta años los juguetes tangibles aún gozaban de posición y preferencia. Tanto asombro del hombre es reflejo de una insaciable búsqueda de conocimiento y comodidad. Desde la llegada de internet a la vida cotidiana –más allá de su uso científico– el despliegue tecnológico ha sido, como mínimo, exponencial. Pero desde que el mercado decidió sobrepasar al hombre, es este último quién debe decidir cómo optimizar el mercado para tomar el mando de su vida. Mucho de lo que es o no es, pasa por el requerimiento de utilidad. Es así que el hombre demuestra su hegemonía ante un mercado de supervivencia con tendencias incontrolables probadas. Entonces, si ya existe lo necesario para vivir bien –aunque esto sea sujeto a discusión– lo que sigue es: ¿Qué es necesario para vivir mejor? No todo es real o factible, comercial o rentable, pero las tendencias marcan con tiempo la utilidad de los desarrollos con base en su margen mercantil o altruista. En un país donde los problemas abruma las oportunidades, dicho altruismo es priorizado por necesidades y utilidades para el bien de los individuos. Pero, ¿cómo diferenciar lo necesario de lo mercantil?, si bien nuestra economía reposa en actividades mercantiles –y no en la generación y aplicación del conocimiento– la utilidad de las tendencias tecnológicas si puede atarse al beneficio de estas ante el grupo de individuos.

Es por eso que la conectividad de las cosas no es sorprendente. Desde el 2010, el Plan Vive Digital ha preparado el país en conectividad o “autopistas de la información”. Las tendencias impulsan al país a utilizar dichas autopistas para llegar al espejismo lejano de las predilecciones mundiales: conceptos como *big data*, científicos de datos, *cloud computing*, *volumetric and holographic displays*, *content analytics* y *wearables user interface*. En respuesta a las tendencias mundiales, Colombia deberá tomar provecho de sus ventajas competitivas en conectividad para apalancar, sobre ellas, desarrollos tecnológicos que, por diseño o uso, conviertan espejismos en utilidad y utilidad en bienestar individual.

Para lograrlo, para volver conceptos en proyectos e ideas en apropiaciones, la inversión direcciona los intereses particulares. Es por eso que el Estado, garante de la equidad de oportunidades, acceso y

Foto

DANIEL MENDOZA
WWW.FUCKR.COM
CREATIVE COMMONS





[HTTPS://WWW.FLICKR.COM/PHOTOS/WWWORK/55349327692/](https://www.flickr.com/photos/wwwork/55349327692/)
 INPHOTO/IST-99GGKN-5Z3yQA-5YYmHN-ALAhAG-AEVvSG-BEMWTR-AF5z6G-9cuGUc-9y41RG-6Z+6xK-jLMSK-jLNFH8-6uMvzG-6uMvwS-6uMvv9-6uMv00-6uHNz-6

uso, invierte en el beneficio de los individuos. Las personas, las empresas, la administración pública y la academia; todos tienen derecho a potencializar su riqueza individual y, haciéndolo, potencializan la riqueza grupal y la sociedad del país. La competitividad de una sociedad potencializada con la competitividad traída por los avances tecnológicos, se convierte en fuente de desarrollo empresarial, académico, gubernamental, investigativo e individual. Las personas son empresarios, estudiantes, investigadores y servidores, pero a la larga también individuos que entienden los beneficios de la competitividad en su negocio particular, y así cuando se agrupan los individuos se avanza hacia una competitividad de una sociedad que los reagrupa.

Es responsabilidad del Estado entonces ofrecer oportunidades equitativas de desarrollo con base en las tendencias tecnológicas. Producto de dicha realidad, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones busca liderar en este cuatrienio el aprovechamiento de una de las tendencias mundiales: internet de las cosas.

Procesos de investigación, desarrollo e innovación práctica (a diferencia de comercial) aseguran ciclos de entendimiento, apropiación y competencia. Modelos que diseñen soluciones individuales con base en capacidades individuales de la mano de la apropiación y el desarrollo, suman los elementos necesarios y suficientes para el desarrollo de la sociedad. La asociación y convergencia de los individuos en correlación, genera externalidades positivas que redundan en el fortalecimiento recíproco de sus mercados: la teoría detrás de la formación de clúster. Así, se construye un modelo para dar impulso a la interrelación de individuos en pro de un bienestar mayor. El Estado colombiano, a través del Ministerio TIC, ha evidenciado esta oportunidad de liderazgo y, en consecuencia, ha diseñado el modelo de un Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas.

El Centro de Excelencia y Apropiación (CEA) en Internet de las Cosas (IoT) busca posicionar para cada individuo –llámese empresa, universidad, entidad de gobierno u otro– oportunidades para su desarrollo con base en el aprovechamiento de tendencias mundiales TIC, con grupos de investigación dedicados en un ciclo de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+i), que pase del conocimiento al entendimiento y de allí a la practicidad de soluciones IoT para el desarrollo de su negocio, el fortalecimiento conjunto de su cadena para así sumar la competitividad individual a la competitividad nacional.

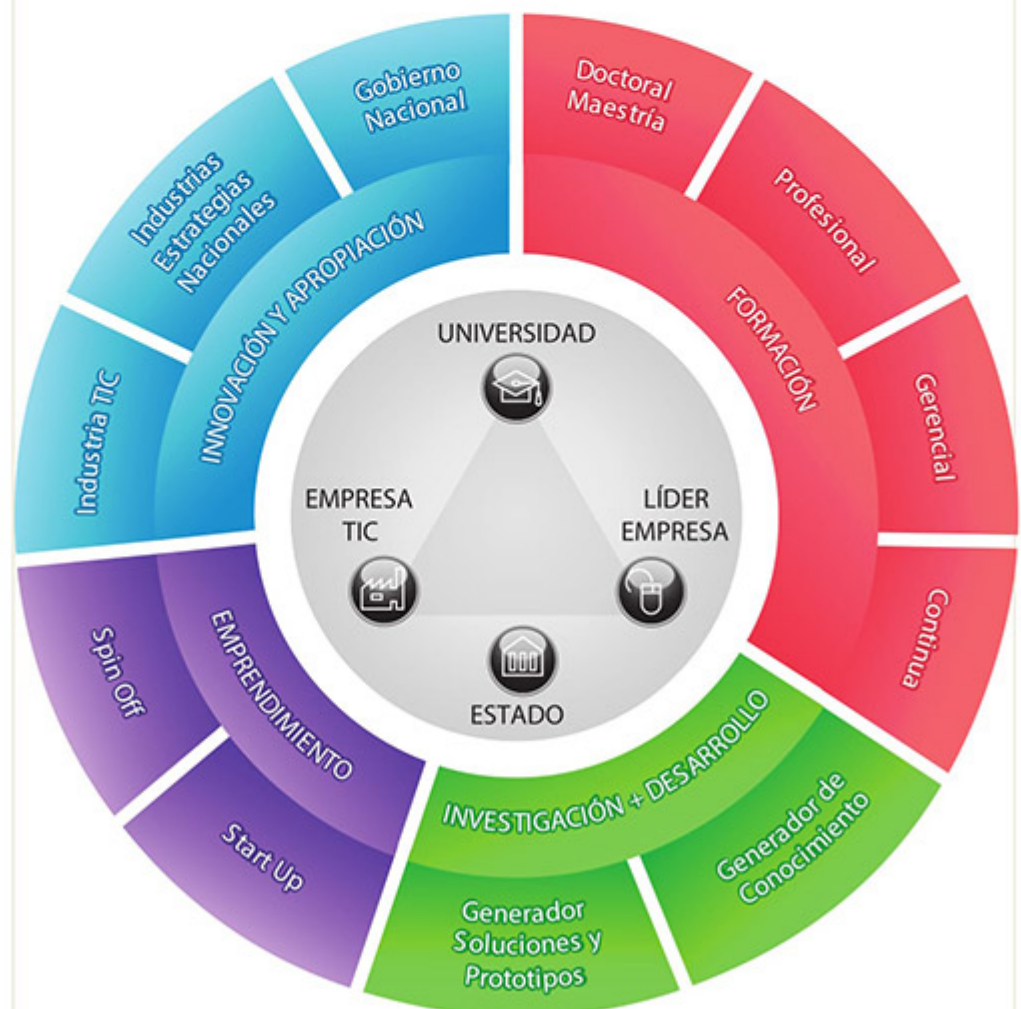
Para hacerlo, el CEA IoT desarrolla cuatro dimensiones: i) formación, ii) investigación + desarrollo, iii) emprendimiento e iv) innovación + apropiación (Figura 1). En cada una de las dimensiones convergen

individuos complementarios directa o indirectamente: universidades, entidades de gobierno, empresas del sector TIC y empresas de otros sectores. En este espacio, cada uno potencializa su negocio: desde la formación profesional y de posgrado hasta la formación continua, se asegura una comprensión de la temática, la tendencia –el espejismo–. La investigación de grupos dedicados que conocen el mercado y saben cómo las TIC pueden fortalecerlo, permite incluir al escenario el desarrollo de conocimiento aplicado: una investigación práctica que deriva en prototipos, modelos y soluciones innovadoras. Dichas soluciones son entonces objeto de desarrollo empresarial, impulsando el espíritu emprendedor de los individuos para la aplicación del conocimiento, lo que da pie al desarrollo del sector empresarial colombiano.

Más allá del desarrollo empresarial, la búsqueda de competitividad del país es vital. Todo el desarrollo individual –desde la generación del conocimiento hasta su aplicación– resalta su utilidad en la medida de que dicho conocimiento y desarrollo sea apropiado en procesos competitivos recíprocos. Cada individuo es recíprocamente beneficiario y benefactor del otro. Así entonces, los conocimientos que fortalecen a los individuos, empresas, universidades o entidades de gobierno, pueden ser de utilidad en cuanto redunden en desarrollo del ecosistema, es decir, en el desarrollo de la interrelación entre ellos.

Lo importante es entonces potencializar las relaciones entre los individuos y, no solo cada uno se fortalece individualmente, sino que todos se fortalecen en conjunto. El CEA IoT es el modelo que

FIGURA 1.
MODELO CEA EN IoT. ILUSTRACIÓN
GRÁFICA DE LAS CUATRO DIMENSIONES
DEL CENTRO, ASÍ COMO LOS GRUPOS
DE INTERÉS QUE LO CONFORMAN.
FUENTE: MINISTERIO TIC.
MÁS INFORMACIÓN: WWW.MINTIC.GOV.CO/IDI





INTERNET DE LAS COSAS- HTTP-
S://WWW.FLICKR.COM/PHOTOSPAU-
LIEWOLL1080137234

asegura esas sinergias para el crecimiento individual y conjunto de sus participantes, fortaleciendo un ecosistema de innovación apropiada por estos en sus cadenas de valor en desarrollo nacional. Las TIC son los motores de innovación y competitividad, los recursos puestos a disposición de las oportunidades tecnológicas presentes y futuras.

El internet de las cosas es una tendencia que requiere de inversión de recursos direccionada a la competitividad individual y colectiva. La conectividad de elementos no es sorpresa; pero Colombia está en una posición de ventaja regional gracias a las autopistas de información que optimizadas proveen innovaciones no sólo tecnológicas sino cotidianas. Desde carros conectados hasta vestuario y electrodomésticos, lo asombroso no será ver televisión en un dispositivo móvil sino cómo el dispositivo fortalece el bienestar del individuo. La inversión optimizada en los procesos inherentes de los individuos resulta en competitividad cotidiana y es allí el mayor desafío del modelo de CEA de IoT. La ventana de oportunidades es latente, abierta y corta. ¿Colombia será el país que vuelva realidad el espejismo o el país que se maraville desde lejos a lo intangible? Hace diez años la tableta era ilusoria y la conquistamos, Colombia se debe a sí misma seguir conquistando lo intangible.

El Centro de Excelencia y Apropiación (CEA) en Internet de las Cosas (IoT) busca posicionar para cada individuo o entidad, oportunidades para su desarrollo con base en el aprovechamiento de tendencias mundiales TIC, con grupos dedicados en un ciclo de Investigación + Desarrollo + Innovación (I+D+i), que pase del conocimiento al entendimiento y de allí a la practicidad de soluciones IoT para el desarrollo de su negocio.

PUBLICACIONES DE ACAC

La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, presenta su fondo editorial, el cual se constituye como un importante material de consulta y apoyo pedagógico para docentes y estudiantes de diferentes áreas del conocimiento, así como para interesados en cada uno de los temas.

MANUAL DE DERECHO CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

El manual es la recopilación de las diferentes normas constitucionales y legales que comprenden la legislación de ciencia, tecnología e innovación de Colombia. Este libro será de gran utilidad para quienes asesoran y son encargados de dar conceptos jurídicos, cuando las entidades realicen actividades de ciencia, tecnología e innovación, también es de gran aporte para los científicos de nuestro país para observar el marco jurídico que rige la gestión de las investigaciones.

NEUROCIENCIAS

Este libro dedicado al cerebro y basado en el número especial de la Revista Innovación y Ciencia pretende seleccionar una muestra de los diferentes enfoques contemporáneos sobre el estudio del sistema nervioso. El gran interés de las neurociencias, uno de los campos de mayor actualidad en la ciencia actual, al igual que la indiscutible calidad de los artículos que los constituyen, hacen que, una vez más, nuestro número especial de la Revista, se convierta en una obra de referencia obligada, no solamente para los estudiantes de medicina o biología, sino para los profesionales en neurociencias y el público en general.

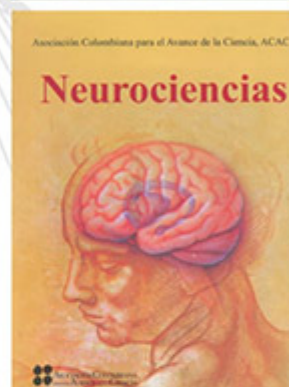
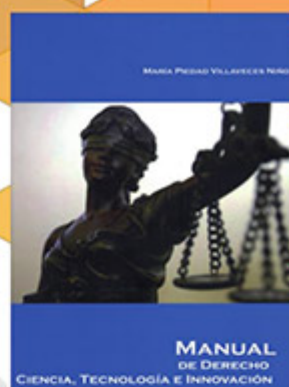
UNA MIRADA AL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

En ciertos momentos resulta oportuno analizar el papel que desempeñan temas como la educación, la ciencia y la tecnología en el bienestar de la sociedad y la importancia que deben ocupar en los planes educativos en la propuesta del gobierno. La ciencia, como parte esencial de la cultura, no está únicamente ligada al aumento de la competitividad, sino que está involucrada en todas las actividades humanas, desde la salud hasta el deporte; la agricultura y las ciencias sociales, ciencias exactas en particular, deben constituirse como las bases en los programas educativos en ciencia en el país.

EVOLUCIÓN - HISTORIA DE LA VIDA

El propósito de esta publicación es brindar a los científicos la oportunidad de comunicar a un público amplio el resultado de sus trabajos y proporcionar al lector una visión global del estado de la ciencia y la tecnología en un área determinada, al igual que la física contemporánea que ha aportado una clara comprensión del origen y la evolución del universo, diseñando un cuadro coherente de su estructura fundamental, los recientes avances de la biología y en particular los descubrimientos de la genética moderna que han traído elementos muy valiosos para la comprensión del origen y la evolución de la vida.

TÍTULO DEL LIBRO	PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO	PRECIO DE VENTA AL ASOCIADO
Manual de Derecho CTel	\$ 35.000	\$ 28.000
Neurociencias	\$ 30.000	\$ 24.000
Una Mirada al Aprendizaje de las Ciencias	\$ 25.000	\$ 20.000
Evolución - Historia de la Vida	\$ 30.000	\$ 24.000
TOTAL	\$ 120.000	\$ 96.000



Informes

www.acac.org.co/acac/publicaciones/

ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



JARDIN BOTÁNICO DE BOGOTÁ

El Jardín Botánico de Bogotá, José Celestino Mutis, cumple 60 años y se encuentra desarrollando propuestas de infraestructura e investigaciones que darán nuevas rutas al manejo de la variada riqueza biológica de nuestro país.

