

Innovación y Ciencia

Volumen xvii • Nº 4 • Tarifa postal reducida 2011 - 194 • Colombia \$ 12.000



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA

REVISTA INNOVACIÓN Y CIENCIA
VOLUMEN XVIII N° 4- 2011

PUBLICACIÓN DE:

Asociación Colombiana para el Avance
de la Ciencia, ACAC

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez
Marcelo Riveros R.
Beatriz Bechara Cabrera
Carlos Corredor P.
Elena Stashenko
Guillermo Hoyos V.
Helena Groot
Horacio Torres S.

José Felix Patiño

Rubén Ardila Ardila

Corporación para Investigaciones
Biológicas - CIB

Centro Internacional de Entrenamiento
e Investigaciones Médicas - CIDEIM

Academia Colombiana de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales - ACCEFYN

Centro Interactivo Maloka

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen Helena Carvajal López

EDITOR

Germán Cubillos Alonso

COORDINACIÓN EDITORIAL

Asociación Colombiana para
el Avance de la Ciencia, ACAC

COMITÉ EDITORIAL

Eduardo Posada Flórez
Carmen Helena Carvajal
Elizabeth Castañeda
Marcelo Riveros
Jordi Carreras

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

José Antonio López Cerezo
Alejandro Franco García

PRODUCCIÓN, DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Susana Carrié M.

CORRECCIÓN DE ESTILO

María Teresa Ropaín García

FOTOGRAFÍA

Autores y Banco de imágenes

IMPRESIÓN

Nomos Impresores

COMERCIALIZACIÓN

Departamento de Mercadeo de ACAC

DISTRIBUCIÓN

Distribuidoras Unidas



CARÁTULA

Mariposa nocturna

Imagen: Susana Carrié

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 del
Comité Editorial. 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 los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno No. 5447 del 9 de octubre de 1992
ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida: 2011-194 4-72. La Red Postal de Colombia,
vence 31 de diciembre de 2011

ACAC Calle 44 N° 45-67, Unidad Camilo Torres Bloque C, Módulo 3

Teléfonos: 3150734 – 3155900

Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Precio de venta al público: \$12.000

Suscripción (4 números al año): \$50.000 para Bogotá,

\$55.000 fuera de Bogotá.

Expociencia - Expotecnología 2011 ◀.....▶ 9

Un nuevo encuentro creativo con la ciencia

ACAC



Notas cortas ◀.....▶ 12

¿Hasta cuándo dura el relleno sanitario Doña Juana?

HÉCTOR COLLAZOS PEÑALOZA



Vistazos ◀.....▶ 16

Sobre las similitudes y diferencias entre la investigación científica y la investigación tecnológica

HENRY ARTURO BASTIDAS MORA

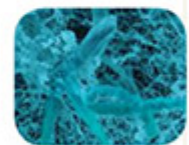


Biotecnología ◀.....▶ 20

Biopelículas bacterianas y su importancia clínica

MÓNICA GABRIELA HUERTAS VALERO

MARÍA MERCEDES ZAMBRANO EDER



Educación ◀.....▶ 28

Cadenas de formación y ciclos propedéuticos

GILBERTO CARDOZO BARRETO



Sumario

Innovación y Ciencia Volumen XVIII N° 4 2011

Antropología 36

El lugar de la diferencia cultural:
cambios en la definición de la nación

MYRIAM JIMENO



Entomología 44

Insectos invasores en los tiempos del cambio climático

GERMÁN AMAT GARCÍA
EDUARDO AMAT GARCÍA
EDWIN ARIZA MARÍN



Derecho 54

Protección de los conocimientos de los pueblos indígenas
y comunidades locales a través del secreto empresarial

NATALIA TOBÓN FRANCO



Fotografía 64

Ver para conocer, conocer para preservar

ADOLFO LEÓN CORREA SILVA



Sitios web 65

Publirreportaje: Agronet, la red de redes del sector
agropecuario colombiano: hacia una iniciativa abierta
para la innovación y la investigación

EDNA CECILIA ESPINOSA SALAZAR





e

n nombre de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC, queremos agradecer a todos los participantes en la XII Expociencia – Expotecnología, que se llevó a cabo en Corferias, entre el 18 y el 23 de octubre de 2011, por su presencia y apoyo decidido.

Gracias al entusiasmo y profesionalismo de personas y entidades vinculadas al evento, pudimos desarrollar con total éxito esta feria que se realiza ininterrumpidamente desde hace 22 años en Colombia. Durante seis días, 95 expositores entre universidades, reconocidos centros de investigación y desarrollo tecnológico y entidades públicas y privadas que trabajan en ciencia, tecnología e innovación, reunidos en el pabellón Comercial e Institucional, pudieron compartir con los setenta y cinco mil visitantes y participantes de la feria, proyectos de investigación de gran impacto. En la Rueda de Negocios, a través de 180 citas agendadas, los expositores tuvieron la oportunidad durante dos días de realizar contactos y alianzas importantes.

La versión número doce de Expociencia – Expotecnología convocó a nueve mil niños y jóvenes de diferentes regiones de Colombia, quienes expusieron sus trabajos de investigación y participaron activamente en clubes de ciencias y talleres científicos programados para el evento.

El Museion, con el apasionante tema de ciencia y arte en el año internacional de la química, constituyó un gran atractivo de la Feria. Contó con la participación de cerca de sesenta expositores, entre museos y artistas.

La programación académica como eje transversal del evento superó todas las expectativas por la calidad y trayectoria de sus expositores y la cantidad de público asistente.

La XIX Convención Científica Nacional, los días 26, 27 y 28 de septiembre de 2012 en Bogotá, es la actividad próxima dentro del desarrollo de los programas institucionales bienales de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC. Allí expertos nacionales e internacionales, mediante conferencias magistrales y paneles de discusión, tratarán contenidos afines a la temática central de la Convención.

Cordialmente,

Eduardo Posada Flórez
Presidente

Carmen Helena Carvajal López
Directora Ejecutiva

SUSCRÍBASE A LA REVISTA **Innovación y Ciencia**



La Revista *Innovación y Ciencia* cuenta desde su aparición en octubre de 1992, con una gran acogida por parte del público y se ha convertido en un valioso instrumento de capacitación y actualización para sus lectores. El lenguaje divulgativo con que se tratan los temas científicos ha despertado entusiasmo palpable por la ciencia y sus aplicaciones. Está dirigida a empresarios, profesionales, científicos, docentes y estudiantes y, en general, a todos los lectores no especializados que buscan un tratamiento serio, ameno y accesible de temas científicos y tecnológicos de actualidad.

**VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO PARA FUERA DE BOGOTÁ
\$55.000 INCLUYE COSTO DE ENVÍO**

**VALOR DE LA SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO PARA BOGOTÁ
\$50.000 INCLUYE COSTO DE ENVÍO**

CONSIGNACIÓN EN: BANCO DE OCCIDENTE CUENTA DE AHORROS N° 26880746 - 8, 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 TELEFAX (1) 221 9953

**USTED PUEDE CANCELAR TAMBIÉN CON TARJETA DÉBITO O CRÉDITO,
SIMPLEMENTE NOS ENVÍA UN CORREO HACIÉNDONOSLO SABER.**

INFORMES

Tel: 221 4631 - 315 0734
E-mail: innovacionyciencia@acac.org.co
mercadeo@acac.org.co

PUBLICACIÓN DE LA
**ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA**

Publique en



Innovación y Ciencia

Especificaciones para la presentación de artículos a la revista

Innovación y Ciencia es una revista de divulgación de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC), cuyo objetivo es dar a conocer las investigaciones científicas que se desarrollan en Colombia y los avances en ciencia y tecnología de nuestro país y de América Latina. Necesariamente, en un mundo globalizado, se busca también la divulgación de la ciencia que se desarrolla en otras regiones del mundo.

El contenido de la revista depende de la generosidad intelectual de los investigadores y académicos, quienes envían espontáneamente sus artículos. También, permanentemente la revista envía invitación a participar en sus páginas a universidades y centros de investigación. Los artículos, ensayos, reseñas, noticias y fotografías que se publican corresponden a temáticas de ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia, educación y epistemología. El tercer número de cada año, que circula en septiembre, es un número especial dedicado a un solo tema que se anuncia en el primero, que circula en abril.

POLÍTICA EDITORIAL

Los escritos que llegan a la revista son revisados en primera instancia por el editor, quien, si lo considera necesario, le sugiere al autor cambios o complementos necesarios antes de enviarlos al Comité Editorial. Este es el encargado de realizar la evaluación de los escritos y, según el grado de especialización, lo envía a evaluadores expertos siguiendo las tradiciones internacionales de anonimato e independencia. Las sugerencias de este proceso de evaluación se le envían al escritor quien tendrá plena libertad de acogerlas o no. La versión final será revisada nuevamente y se tomará la decisión de publicar o no el escrito. Cuando la revista toma la decisión de publicar un escrito, éste se somete a una rigurosa corrección de

estilo de acuerdo con las normas del español, particularmente las de la Real Academia de la Lengua. Puesto que las comunidades científicas involucran cierta terminología especializada, muchas veces no reconocida aún en español, después de la corrección de estilo el escrito vuelve al autor para su aprobación general, correcciones puntuales y sugerencias.

Puesto que la revista pretende que cada número refleje el interés de la ACAC por acoger una diversidad intelectual y científica, los artículos no se publican por orden de aceptación sino atendiendo al equilibrio temático.

La comunicación de los autores con la revista se da a través del editor quien expresa la posición de la revista y la opinión del Comité Editorial.

ESPECIFICACIONES

Temas

Ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, tecnología, política científica y tecnológica, historia de la ciencia, educación, epistemología.

Escritos

Artículos y ensayos de alrededor de 10 páginas tamaño carta en letra Arial 12, a doble espacio (excluyendo ilustraciones y cuadros). Notas cortas, noticias científicas y reseñas de libros de alrededor de 4 páginas.

Lenguaje

- Claro, ágil y de fácil comprensión para el lector no especializado. Evitar la terminología técnica y sustituirla por su equivalente en el lenguaje cotidiano. Si no es posible, dar una definición sencilla entre paréntesis o entre comas. Por ejemplo: "...en general se registra taquipnea (respiración rápida), cianosis (coloración azulosa de mucosas y partes más claras de piel)...".

- Evitar, hasta donde sea posible, el uso de expresiones y demostraciones matemáticas, así como el uso innecesario de formulaciones químicas.
- Es importante que el título sea atractivo además de significativo.
- Cuando se incluyan siglas o símbolos, la primera mención debe decodificarse; ejemplo: "En medicina humana se ha acuñado la expresión ARDS (del inglés: Adult Respiratory Distress Syndrome)".
- Sólo deben usarse abreviaturas y expresiones matemáticas en casos estrictamente necesarios.
- Las ecuaciones y fórmulas deben generarse desde un archivo de Word.
- Todo cuadro, figura o ilustración debe estar traducida al español.

Envío

Por correo electrónico o en CD, en formato Word. Si se usa otro formato, es necesario el envío también en formato Word.

MATERIAL GRÁFICO

Es importante anexar el mayor número posible de ilustraciones, fotografías y diapositivas acompañadas de notas explicativas (pie de fotos) y sugerencias de ubicación dentro del texto. Este material puede incluir:

- Fotografías en versión digital de alta resolución (300 dpi) en formato tif, jpg o eps.
- Si no es posible el material digital, entonces fotografías originales en papel fotográfico o diapositiva de muy buena resolución.
- Los esquemas gráficos explicativos en formato digital deben estar generados en Corel, In Design, Illustrator u otro programa de lenguaje vectorial.
- Las tablas o recuadros sin demasiadas columnas. (Generados en Word o en los programas vectoriales arriba señalados).
- Los archivos de imagen que necesariamente ilustran el texto deben estar guardados en una carpeta aparte del archivo de texto en Word, aunque deben ir insertos también en este para facilitar su ubicación.
- El material fotográfico no debe ser tomado de libros, revistas o internet sin autorización expresa de los editores y debe indicarse la autoría y la fuente. Del material recibido se seleccionará el de mayor calidad para su publicación.

Referencias

En el texto, las referencias se deben citar con el sistema autor-fecha (apellido del primer autor, inicial del nombre, la fecha de publicación, dos puntos y número de página. (La revista dispone de un documento sobre este tema que se le puede enviar a los autores que lo soliciten: *Citas, notas y bibliografía*). El listado de referencias se debe organizar en orden alfabético, con el siguiente formato:

Cita de artículo de revista científica:

Lee, M. R., Ho, D.D., Gurney, M. E. (1987), "Functional interaction and partial homology between human immunodeficiency virus and neuroleukin", *Science* 237: 1047 – 1051.

Cita de Libro:

Day, R.A. (1990), *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, Organización Panamericana de la Salud, Washington, DC.

Resumen

Descripción breve (5 oraciones cortas) del tópico central del artículo, para su inclusión en el índice de la revista.

IDENTIFICACIÓN DEL AUTOR

- Nombre
- Títulos
- Cargo Actual
- E-mail
- Dirección postal

Los artículos que hayan aparecido en otras publicaciones, los informes de investigación en curso y aquellos textos cuyos temas sean muy especializados y de interés exclusivamente local no serán considerados para publicación.

La revista *Innovación y Ciencia* está indexada en Latindex: Sistema de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. UNAM, México

Asociación Colombiana
para el Avance de la Ciencia -ACAC-
Calle 44 N° 45 - 67 Unidad Camilo Torres
Bloque C • Módulo 3
Fax: 2216950 • 2219953 • Tels: 3155898 • 3150734
innovacionyciencia@acac.org.co
Bogotá, DC, Colombia



Correo

Agradecimientos XII Expociencia, Expotecnología

Señores:
ACAC
Bogotá, D.C.

Cordial saludo

Por medio de la presente, quiero manifestarles mis agradecimientos por la atención y asesoría brindadas por ustedes antes y durante el evento de la XII Feria Expociencia y Expotecnología 2011. Fue una experiencia muy valiosa para nuestra labor docente y un buen rato de sano esparcimiento para los 50 jóvenes que estuvieron de mi institución.

En concordancia con lo anterior, me gustaría conocer de parte de ustedes una forma efectiva de poder trabajar de la mano, para la conformación del Club de Ciencia, Tecnología e Innovación de la institución. Quisiéramos en futuras oportunidades participar de una manera más activa y comprometida, pero la verdad carecemos de estrategias y herramientas que nos puedan orientar mejor.

Cualquier información me la pueden hacer llegar a mi correo electrónico o se pueden comunicar conmigo telefónicamente.

Por favor salúdenme a Felipe, una persona muy responsable y colaboradora con nosotros. Muchos éxitos

Cordialmente,

Carlos Arturo Blandón Díaz
Docente Tecnología e Informática
Institución Educativa Horizontes - San José de Pare



De: Jimmy Saravia Arenas [jsaravia@cotecmar.com]
Enviado el: viernes, 04 de noviembre de 2011 9:41
Para: expociencia 2011
Asunto: RE: Participación en la XII Expociencia Expotecnología 2011

Muchas gracias por su gestión y el impulso a estas iniciativas,

Atentamente,

Ingeniero **Jimmy Saravia Arenas**
Jefe División Gestión Tecnológica
Technology Management Division Chief
Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación
Mamonal Km. 9
Cartagena, Colombia.



EXPOCIENCIA- EXPOTECNOLOGÍA

UN NUEVO ENCUENTRO CREATIVO CON LA CIENCIA



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA



- Expociencia Expotecología 2011 obtuvo 75.000 visitas en su XII edición. Estudiantes, investigadores, docentes, artistas y representantes de la industria, el sector privado y la administración pública participaron de la feria.

- La Exposición Infantil y Juvenil, el futuro de la investigación, la ciencia y la tecnología en Colombia.



- Participación didáctica en talleres de ciencias y creatividad.

- En la Exposición Comercial e Institucional se dieron cita las mejores universidades del país en talleres, conferencias y exhibiciones sobre ciencia y tecnología.

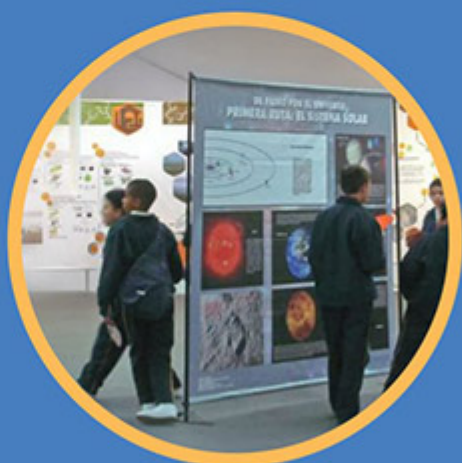


- El público de Expociencia Expotecnología asistió a un extenso programa académico y artístico.



- El público participó activamente en las muestras creativas.

- Un paseo por el Sistema Solar a través de la exposición itinerante de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC).



- Las innovaciones tecnológicas del país, fruto de investigaciones universitarias, se dieron cita en la Exposición Comercial e Institucional.

Notas cortas

¿Hasta cuándo dura el relleno sanitario Doña Juana?

HÉCTOR COLLAZOS PEÑALOZA

INGENIERO SANITARIO MgSP;

ASESOR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA UAESP;

PREMIO DIRSA AIDIS 2011; PREMIO "LA GOTA DE AGUA
LUIS LOBOGUERRERO", ACODAL, COLOMBIA.

collazos34@gmail.com



a

ntes de iniciar la lectura de este artículo debemos tener presente que la basura, además de ser muy heterogénea, está sometida a variables muy difíciles de calcular con exactitud. Por esta razón, la información sobre volúmenes, pesos y tiempos puede tener variaciones.

En el año 1983 la disposición de basura en Bogotá D.C. era un caos: había 2 botaderos de basura oficiales llamados Gibraltar, al suroccidente de la ciudad, El Cortijo, al noroccidente y alrededor de 11 botaderos medianos regados por toda la ciudad.

La CAR, preocupada por esta situación, abrió un concurso de mérito para buscar un sitio y diseñar el relleno sanitario para Bogotá, Funza, Madrid y Mosquera, el cual fue adjudicado al consorcio colombo americano INGESAM-URS.

Después de un estudio concienzudo se encontró el sitio donde hoy opera el relleno sanitario Doña Juana y se diseñó la obra correspondiente.

El relleno sanitario Doña Juana (RSDJ) inició labores el 1 de noviembre de 1988, en el sitio donde existe actualmente un obelisco conmemorativo de esa inauguración, recibiendo y disponiendo 1.700 toneladas de basura diariamente. En el próximo mes de noviembre, este relleno sanitario cumplirá 2 años de operación.

En general el RSDJ ha operado bien, con algunas excepciones. Tuvo un deslizamiento grave en 1997 y ha tenido algunos momentos difíciles, por descuidos en la operación, que se han corregido. Sin embargo, han causado malestar en la comunidad vecina. Recién inaugurado, era tal la limpieza, que se le solicitó a un sacerdote que celebrara la santa misa y él muy amablemente aceptó; cuando llegó a la ceremonia, se hizo acompañar de dos respetables monjas para que "espantaran" las moscas. No hubo ningún problema con el Sagrado Vino, porque el sacerdote confesó "que no vio ninguna mosca" y se tranquilizó.

A diciembre de 2011 el RSDJ tendrá alrededor de 39.722.353 toneladas de residuos sólidos que equivalen a 36.111.230 metros cúbicos. Si se distribuyeran estos residuos uniformemente en las 189 hectáreas que tiene el RSDJ, alcanzarían una altura de 19 metros.

Con los diseños presentados en el proyecto "Plan Director del RSDJ", el relleno sanitario duraría hasta el 27 de diciembre del año 2030.

El volumen total de basura que se podrá disponer en el RSDJ desde su inauguración el 1 de noviembre de 1988 hasta diciembre del año 2030 será de 87.413.879 metros cúbicos, que equivale a utilizar toda el área del Parque Simón Bolívar en la ciudad de Bogotá D.C. con una altura de 22 metros o construir un edificio en un área de 400 hectáreas (Parque Simón Bolívar) con 9 pisos.

El proyecto "Plan Director del RSDJ" tiene un soporte geotécnico muy completo, para asegurar que con las alturas de basura que se van a construir de hasta 85 metros (zona de optimización fase 2), no se derrumbará.

El cálculo de lixiviados dice que se pueden estar produciendo actualmente 21 litros por segundo y que para el año 2030 este caudal llegaría a 55,45 litros por segundo, lo que implica que, en un futuro, se tendrá que aumentar la capacidad de la actual planta de tratamiento. Para dar una idea de lo anterior, actualmente es como si los lixiviados llenaran diariamente una piscina olímpica (de 50 metros de largo por 25 metros de ancho por 2 metros de profundidad), mientras que en el año 2030 llenaría dos piscinas y media. Sin embargo, esperamos que en un futuro muy cercano la producción de lixiviados baje, gracias a las campañas propuestas para disminuir la producción de desechos de comida.

Con relación a los gases, actualmente se producen 1.797.946 metros cúbicos por día a condiciones del lugar (a.c.d.l.); en el año 2030 se pueden producir 4.432.095 metros cúbicos por día (a.c.d.l.). Se observa que la producción de gas será mucho mayor y, si continúa el programa de recuperación, los barrios vecinos se pueden beneficiar más, puesto que el recurso energético aumentará 2,4 veces.

Con relación al "uso futuro del RSDJ", es claro lo dicho desde 1988 cuando se inauguró y que "será el parque más grande de Bogotá, mayor que el Parque Nacional". En ese tiempo había un programa en televisión de nombre *¡Cómo le parece!*, dirigido por un periodista llamado José Fernández Gómez, quien visitó el RSDJ e hizo una magnífica reseña de él, anotando que "será el parque más grande de Colombia".

El futuro previsto para el RSDJ incluye un parque con senderos ecológicos, zonas de permanecer, muros de escalar, arborismo, pista de bicicross, canopy, un mirador, lago para remar, vivero forestal, sala de conferencias, cafetería, parqueadero, baños y, necesariamente, una buena administración.

¿Qué pasará dentro de 19 años cuando se termine la vida útil del actual RSDJ? La respuesta es muy incierta, porque dentro de este plazo tendremos que haber reducido la producción de basura; no podemos estar botando algo más de 2.000 toneladas diarias de materia orgánica en el RSDJ, tenemos que "educar" a la po-

En resumen
la vida útil del RSDJ
a partir del
1 de enero de 2012
es de 19 años.

blación bogotana para que disminuya la producción de basura orgánica, ese dicho popular que “donde comen dos, comen tres” hay que renovarlo porque “donde comen dos no debe alcanzar para comer tres”; eso quiere decir que se está haciendo más comida de la necesaria y esa poca cantidad de materia orgánica que “botan” en una familia, si se multiplica por el total de las familias en Bogotá, justifican las algo más de 2.000 toneladas diarias de desechos de comida que llegan al RSDJ que son la causa de la mayor producción de gases y lixiviados, además de acortar la vida útil del relleno sanitario.

El problema de la basura no es solamente de las empresas de aseo que la recolectan y la disponen, sino también del sector educativo. Debemos educar a infantes, jóvenes y adultos para que no produzcan basura innecesariamente, y para que la depositen en los recipientes especiales y no en la calle, ni en los ríos, ni en las alcantarillas; por otra parte, los programas de recuperación de basura en Bogotá son un éxito: se estima que en esta ciudad se están reciclando algo más de 2.000 toneladas diarias de basura. Si este plan se mantiene, el crecimiento de la producción de basura, como ya se está observando desde el año 2005, disminuirá; por esto es muy importante mantener esta campaña para evitar que el problema aumente y prolongar la vida útil del RSDJ.

Se están estudiando otros métodos para disminuir la basura que llega al sitio de disposición final, como por ejemplo la recuperación de energía, que parece ser una solución próxima futura; algunos métodos nuevos que se están analizando como bajar con tecnología los costos de la pirolización de la basura y otros. En fin, la ingeniería siempre ha dado respuesta a los problemas de la comunidad (algunas veces tarde pero ha llegado): justamente debemos recordar que la palabra “ingeniería” viene de “ingenio”. Tenemos que resolver este problema, no solamente con ingenio, sino con mucha educación, como lo están demostrando los japoneses que están bajando la producción de basura por habitante, a base de educación.

En el caso del RSDJ se deben tener en cuenta, y estudiar con detenimiento su validez, algunas soluciones de posibles áreas aledañas para utilizar dentro de 19 o más años, como por ejemplo las zonas cercanas al actual RSDJ donde hay ladrilleras que han deteriorado los terrenos extrayendo arcilla sin planes de recuperación, como sí lo hace el RSDJ.

Finalmente, Bogotá es quizás la única ciudad de Colombia que no tiene problemas inmediatos en el futuro próximo de la disposición final; tenemos diecinueve años o más en el RSDJ. Después de que se termine éste, podríamos utilizar las zonas aledañas durante unos veinte años adicionales; hay otras alternativas, como el uso de la zona denominada Zabriskie Point en la vía hacia el municipio La Mesa, que puede ser un gran relleno sanitario que reciba la basura de la ciudad durante otros 30 o más años.

Bogotá, septiembre 9 de 2011.

En total Bogotá tiene aproximadamente setenta años o algo más, para disponer adecuadamente la basura que produzca el Distrito Capital.

Bibliografía

La casi totalidad de la información de este artículo fue tomada del informe final del proyecto denominado “Plan Director del Relleno Sanitario Doña Juana”, elaborado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) en Bogotá, D.C., agosto de 2001.

Vistazos

Sobre las similitudes y diferencias entre la investigación científica y la investigación tecnológica

HENRY ARTURO BASTIDAS MORA

Ingeniero Electricista, Especialista en Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, Máster en ingeniería de Telecomunicaciones. Docente Investigador de la Universidad Piloto de Colombia. Líder del grupo de investigación de Redes e Interconexión. Bogotá, Colombia.
henry-bastidas@unipiloto.edu.co

¿Son los métodos de la ciencia los mismos métodos de la tecnología? ¿Son las motivaciones de la ciencia cercanas a las motivaciones de la tecnología?

¿Es la investigación y desarrollo en la ciencia igual a la investigación y desarrollo en tecnología?

¿Es tan perversa la tecnología, como algunos exponentes eminentes de la teoría de la complejidad lo manifiestan?

Este ensayo pretende dar una discusión inacabada, que se espera resulte medianamente esclarecedora, sobre algunos paradigmas, conceptos, métodos y motivaciones, y las similitudes y diferencias epistemológicas respecto a la investigación científica y a la investigación tecnológica.

Introducción

Sin pretender ser exhaustivo en las definiciones valga la pena, a manera introductoria, recrear los conceptos básicos sobre ciencia, técnica y tecnología.

La ciencia se propone descubrir leyes a fin de comprender la realidad. Es el conjunto de conocimientos y leyes que rigen la dinámica de la naturaleza y de la sociedad. En un sentido más pertinente, y según las palabras de Jacob Bronosky (1997)

La ciencia es una tentativa de representar el mundo conocido como un sistema cerrado por medio de un perfecto formalismo. El descubrimiento, la investigación científica es un constante proceso de disidencias por el cual se rompe con los límites impuestos al sistema, se abre el sistema y se lo cierra rápidamente una vez que ya se ha hecho la obra en particular.

Los pasos decisivos que ha dado la humanidad en su desarrollo han estado siempre ligados al avance de la ciencia. En esta misma dirección apunta Popper (1997):

La convicción de que el conocimiento científico es, a pesar de su falibilidad, uno de los mayores logros de la racionalidad humana, y de que, mediante el uso libre de nuestra razón, siempre falible, podemos comprender, no obstante, algo acerca del mundo y, tal vez, incluso cambiarlo para mejorarlo.

La técnica estuvo inicialmente asociada a los inventos. La mayoría de ellos nacieron por observación e intuición, o por la manipulación de objetos a fin de satisfacer alguna necesidad de aplicación práctica, sin rigor científico. Con anterioridad a la Revolución Industrial, la técnica gozaba de una primacía respecto a la ciencia, pero a partir del siglo XIX cambió radicalmente esa correlación.

La tecnología aparece en el siglo XVIII para diferenciar las técnicas tradicionales, heredadas de generación en generación, originadas en la cultura científica occidental emergente. Según Antonio Hidalgo Nuchera (2005),

La tecnología puede definirse como el medio para transformar ideas en productos o servicios permitiendo, además, mejorar o desarrollar procesos. Sin embargo, y aunque su raíz etimológica la reduce a la ciencia de las artes industriales, no consiste únicamente en métodos, máquinas, procedimientos, instrumental, métodos de programación, materiales y equipos que pueden comprarse

o intercambiarse, sino que es también un estado de espíritu, la expresión de un talento creador, y la capacidad de sistematizar los conocimientos para su aprovechamiento por el conjunto de la sociedad.

Tentativa de elucidación sobre los conceptos

Estas definiciones permiten apreciar algunas diferencias entre la ciencia y la tecnología. El conocimiento científico se valida por la rigurosidad del método seguido para lograrlo. La ciencia es una actividad creada y desarrollada por las estructuras académicas de los países, con ciertas características universales. El conocimiento y la información científica son entonces, por naturaleza, de libre acceso intelectual. La producción tecnológica, en cambio, se legitima por el éxito de su aplicación, cualquiera haya sido el método de su obtención, que puede incluir la imitación, la copia y, aun, la apropiación furtiva de ideas, conceptos, experiencias y procesos. La tecnología y la información tecnológica son esencialmente una creación de la sociedad moderna y, particularmente, de su estructura económica; y ambas son consideradas como bienes comercializables y negociables.

La tecnología tiene una clara orientación práctica y retroalimenta a la ciencia. Plantea la ciencia como uno de los insumos de la creación tecnológica, pero no necesariamente su única generadora. Para la tecnología la ciencia es un medio, no un fin. La originalidad, en el sentido epistemológico, es crucial en el quehacer científico, pero irrelevante en la actividad tecnológica, donde cuenta casi exclusivamente su conveniencia económica. La coherencia lógica es un requisito estricto del desarrollo científico. En el tecnológico lo que importa más es su introducción en la estructura productiva para llevarlo



a la industria y luego al mercado. Ciencia y tecnología se pueden producir en laboratorios y plantas similares, pero científicos y tecnólogos obran por motivaciones diferentes.

Esto condiciona los recursos y las motivaciones del proceso de búsqueda de conocimiento científico-tecnológico y su aplicación a la estructura productiva.

En la actualidad el sistema productivo está compuesto ya no de tres, sino de cuatro sectores: primario (materias primas), secundario (manufactura), terciario (servicios) y cuaternario (empresas de bases tecnológicas); basa su mayor desarrollo, y generación de riqueza, en este último sector, en los productos y servicios basados en el conocimiento. La tecnología se ha convertido en el factor de producción que más aporta al desarrollo económico de los países. En general, las tecnologías se transforman y modernizan por la

incorporación del conocimiento científico. La tecnología posee una característica particular, no necesariamente se gasta con su uso, sino que, por el contrario, puede enriquecerse a través de innovaciones de adaptación menores o innovaciones tecnológicas mayores derivadas de la experiencia en su utilización o adaptación a condiciones disímiles a aquellas en que se originó.

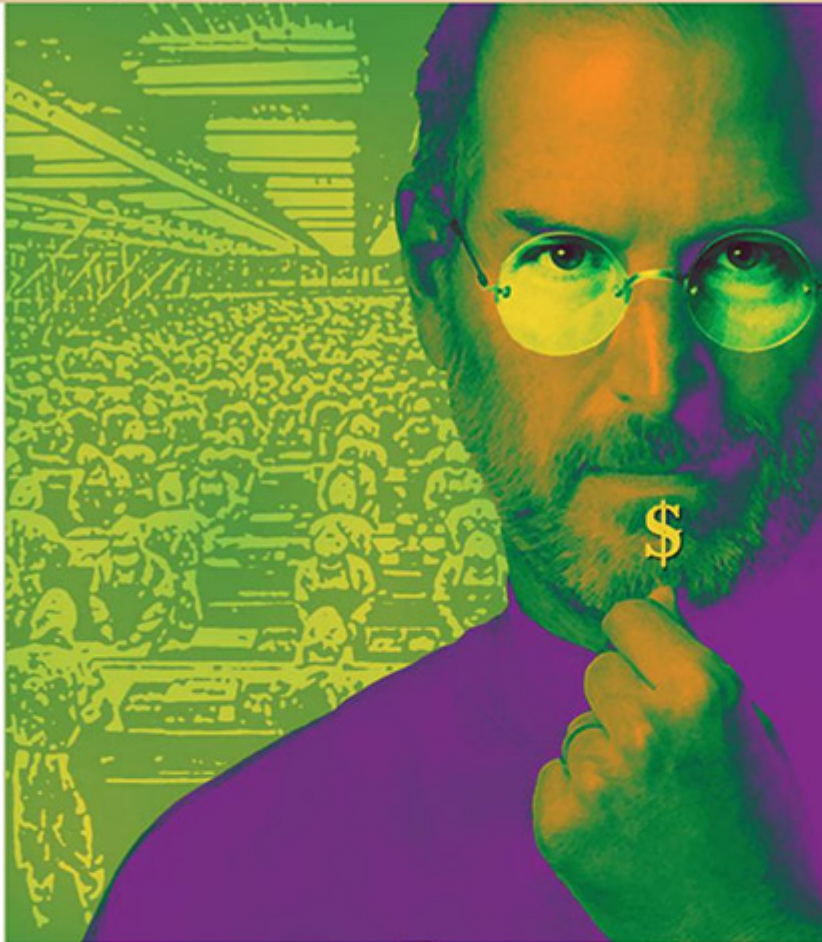
Sin embargo, en este punto es muy importante considerar, tal como lo propone Edgar Morin (1998), la imposibilidad actual de separar el concepto de tecnología del concepto de ciencia:

Creo que desde el punto de vista epistemológico es imposible aislar la noción de tecnología o *techné*, pues bien sabemos que hay un vínculo que va de la ciencia a la técnica, de la técnica a la industria, de la industria a la sociedad, de la sociedad a la ciencia, etc.

Algunas consideraciones sobre los métodos de la ciencia y los métodos de la tecnología

Vistos algunos conceptos sobre ciencia, técnica y tecnología y sobre las motivaciones de cada una, se plantean ahora algunos conceptos relativos a los métodos de la ciencia y a los métodos de la tecnología.

El método es la manera de hacer, es el camino, que actualmente se considera ya no como un trazo hecho, sino como una serie de posibilidades que serán elegidas pertinentemente y que construirán una combinación única para cada situación y organización que enfrente la solución de un problema dado; tal como lo expresa con acierto tan bella y sabiamente Antonio Machado en su poema: "caminante no hay camino, se hace camino al andar". El viaje no se inicia con un método sino con la búsqueda del método, y cada viajero podrá elegir su ruta



propia para cada viaje en específico, haciendo poco probable la presunción de plantillas de solución aplicables de manera indistinta, sino de acuerdo a su entorno y condiciones específicas.

Por años, el camino predilecto fue y sigue siendo el de la lógica formal, que está basada en una estructura de pensamiento deductivo y que llegó a convertirse en lo que se llamó lógica científica, centrada en la tradición de las disciplinas y en la medición para demostrar la validación de las hipótesis. No se puede desconocer que, desde hace más de tres siglos, el conocimiento científico ha probado con suficiente claridad sus bondades respecto a los demás modos de conocimiento. El conocimiento científico, a su vez, ha producido progresos tecnológicos sin precedentes; pero, contradictoriamente a toda razón, el hombre no ha sido tema central de investigación. ¡Allí está

el gran problema! Se han separado artificialmente las ciencias de la naturaleza de las ciencias antropológicas, lo que agudiza la desigualdad social y el malestar mundial. Como respuesta, aparecen nuevas propuestas tales como la *lógica crítica*, el *estructuralismo*, el *postmodernismo*, etc. Más recientemente, y con nuevas posibilidades de explicación epistemológica, aparece lo que se ha llamado la *teoría de la complejidad*, que basa sus proposiciones en teorías tales como la teoría general de sistemas o la cibernética y recoge aportes de disciplinas aparentemente dispares tales como la física cuántica, la biología celular, la informática, entre otras.

Esta última y valiosa metodología no reduce el método a una actividad programática o a una simple producción de conocimiento, sino que considera que la complejidad humana y el deve-

nir del mundo requieren de un pensar que trascienda el orden de los saberes constituidos. Propugna por un conocimiento integral, que sea alimento para nuestras vidas y no ideas especializadas, precisas y separadas que no informan del sentido del transcurrir humano, o ideas completamente generales pero sin contacto con lo real. Así como deroga el conocimiento objetivo, tal y como se conocía en el razonamiento clásico, y considera que es imposible realizar observaciones sin que la acción de observación afecte el fenómeno observado, aporte traído de la física cuántica, también considera que el bagaje de conocimientos con los que cuenta el observador afecta la interpretación de los elementos observados, así este observador no sea consciente de ello.

Propone el método como estrategia y no como programa. Se trata de una estrategia abierta y evolutiva que puede afrontar lo imprevisto y adaptarse adecuadamente a un mundo cambiante; el programa, en cambio, efectúa repeticiones y necesita de condiciones estables para su ejecución.

La sociedad occidental y sus principales ideologías de la segunda mitad del siglo XX, y principios del siglo XXI, la ideología del *progreso o desarrollo*, la *sociedad del consumo* y la *economía de mercado*, ha provocado fenómenos tales como la mundialización de la economía, factor que no solamente mundializa el desarrollo sino también las crisis económicas, y que ha dado como resultado indiscutible el aumento de la desigualdad a escala global. Estas ideologías se desenvuelven en la disyunción entre lo que Morin denomina el *cuatrimotor*: ciencia, técnica, industria e interés económico por una parte, y las ideas humanistas y emancipadoras del hombre por la otra.

Pobreza, desigualdad, falta de oportunidades, desempleo, etc. evidencian que la otra cara de la carrera por el

crecimiento es la degradación de la calidad de vida; la actual crisis de futuro está provocando la fuga al pasado, suscitando en muchas partes del planeta la aparición de fundamentalismos, prejuicios étnicos y religiosos y fanatismos de diversos tipos que conllevan, a su vez, a producir crisis económica y moral y que, como en una espiral, deterioran la calidad de vida de la humanidad.

Discusión

La teoría de la complejidad, tan esclarecedora como parece ser y como se ha procurado mostrar en este escrito, tiene sin embargo una postura respecto a la tecnología que este ensayo propone revisar, aun a riesgo de parecer impertinente.

Morin (1998) expresa en el siguiente texto el temor a la tecnologización de la epistemología:

El encuentro de tercer tipo no es el de una nave procedente de Alfa de Centauro o de Betelgeuse. Es el encuentro con un monstruo que se ha creado en nosotros y que ha sido creado por nosotros, del que formamos parte y forma parte de nosotros, y contra el cual se va a librar, probablemente, un combate decisivo para toda la historia de la humanidad y quizá de la vida. Creo que la condición primera y decisiva para librar este combate, antes de toda cuestión de acción, de organización, diría incluso que antes de toda forma de conciencia, es pensar de otro modo, es decir, dejar de funcionar según el paradigma dominante, la epistemología tecnologizada que nos conduce a aislar el concepto de técnica, que nos conduce a poner en disyunción y aislar lo que debemos pensar en conjunto. Dicho de otro modo, la resistencia a la tecnologización de la epistemología es un problema no sólo especulativo, sino vital para la humanidad.

Pero entonces surge la pregunta: ¿Qué podemos hacer?, si la tecnología está allí, si vive con nosotros y con los científicos y con los tecnólogos. La tecnología es uno de los hechos culturales básicos de nuestra especie humana. Así, la tecnología presenta un aspecto interdisciplinario particular. En ella se cruzan no solo los factores científicos-tecnológicos, sino también los económicos, los

políticos, los sociales, los educativos, los culturales, los de comportamiento, los ecológicos y los éticos. La tecnología posible es mucho mayor que la económicamente viable y la socialmente aceptable. Esta es una realidad que no se puede desconocer.

La tecnología, por ejemplo, desde la perspectiva de su impacto en la educación, posibilita nuevos procesos de transmisión del conocimiento y del aprendizaje pero exige nuevas habilidades y destrezas que, a la postre, producirán un cambio profundo del sistema educativo. Y con este cambio del sistema educativo y de la manera de pensar y de actuar posiblemente la tecnología terminará siendo semilla para un mundo más esperanzador.

La irrupción, a partir de la década de los ochenta, de un escenario caracterizado por el dinamismo del avance tecnológico, la entrada de nuevos y numerosos competidores, la globalización de los intercambios, la rápida renovación y multiplicación del conocimiento y la reducción del tiempo de desarrollo del producto, está obligando a las industrias y empresas a gestionar lo mejor posible los recursos tecnológicos, ya que la tecnología se ha convertido en un componente básico de la competitividad de las empresas y de las naciones.

Sin embargo, también es válido que la mayor complejidad en la estructura del conocimiento contemporáneo — que, según Edgar Morin (1998), solo puede ser asumida por el *pensamiento complejo*— impone la interdisciplinariedad como la manera adecuada de dar respuesta a esa complejidad:

La supremacía de un conocimiento fragmentado según las disciplinas —nos dice Morin— impide a menudo operar el vínculo entre las partes y las totalidades y debe dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos, sus complejidades, sus conjuntos. La interdisciplinariedad implica complementariedad, enriquecimiento mutuo y conjunción de los conocimientos disciplinarios.

La estructura misma del conocimiento está sujeta a cambios. Como dice Ilya Prigogine (1997): “venimos de un pasado de certidumbres conflictivas —ya estén relacionadas con la ciencia, la ética, o los sistemas sociales— a un presente de cuestionamientos”. Es decir que en la búsqueda de leyes inmutables, globales, generales, hemos descubierto lo mutable, lo temporal y lo complejo.

De todo esto se desprende que, en la época actual, es imperioso para un país o una región incorporar la ciencia y la tecnología como un valor estratégico cultural en la sociedad. Sin temor, con ímpetu y pertinencia. Pero además, tener presente que la tecnología posee un valor estratégico económico y es fundamental para un desarrollo integral que posibilite también el cierre de lo que se ha llamado la *brecha digital* y ofrezca mejores posibilidades de crecimiento al conjunto de la sociedad. Es del uso que se les dé a la ciencia y a la tecnología que podríamos tener un futuro mejor, seguramente ya no el futuro ilusorio del progreso lineal prometido por la ideología de *desarrollo*, pero sí otro más estocástico e incierto pero también más pertinente, sostenible y holístico.

Bibliografía

- Bronosky, J. (1997), *Los orígenes del conocimiento*, México, Pedisa.
- Hidalgo, A. (2005), *La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial*, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- Morin, E. (1998), *Ciencia con conciencia*, Barcelona, Anthropos.
- Popper, R. (1997), *El mito del marco común: En defensa de la ciencia y la racionalidad*, Barcelona, Paidós.
- Prigogine, I. (1997), *El fin de las certidumbres*, Santiago de Chile, Editorial Andrés Bello.

BIOPELÍCULAS BACTERIANAS Y SU IMPORTANCIA CLÍNICA

MÓNICA GABRIELA HUERTAS VALERO

BACTERIÓLOGA, ESPECIALISTA EN MICROBIOLOGÍA MÉDICA.
ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN. CORPORACIÓN CORPOGEN.
CANDIDATA PHD CIENCIAS BIOLÓGICAS,
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

mhuertas@corpogen.org, mhuertas@javeriana.edu.co

MARÍA MERCEDES ZAMBRANO EDER

BIÓLOGA, PHD. DIRECTORA CIENTÍFICA CORPORACIÓN CORPOGEN.

mzambrano@corpogen.org, mechaszambrano@gmail.com

Introducción

Las bacterias son organismos microscópicos que juegan un papel fundamental en diferentes aspectos de la vida en nuestro planeta. En primer lugar, los microorganismos han sido determinantes para la formación de nuestra biósfera moderna y hoy en día se reconoce que son esenciales para el sostenimiento de los ecosistemas por su importancia en procesos como ciclaje de nutrientes. A pesar de esto, los microorganismos son más ampliamente conocidos por ser agentes causales de enfermedades. Muchos de estos organismos patógenos han sido los responsables de epidemias que han marcado la historia de la humanidad, como la plaga bubónica (muerte negra) y, aun hoy en día, continuamos constantemente amenazados por enfermedades infecciosas como la disentería, la fiebre tifoidea y el cólera. Otro ejemplo importante es el bacilo de la tuberculosis que aun cobra un número importante de vidas cada año, pese a los numerosos estudios y esfuerzos para combatirlo.

Otro de los problemas más agudos hoy en día es el de las llamadas infecciones intrahospitalarias o aquellas adquiridas precisamente en hospitales donde se busca combatir las enfermedades. En ambientes hospitalarios aumenta la probabilidad de adquirir infecciones por agentes patógenos que, además, tienden a ser más resistentes a los tratamientos con antibióticos, lo cual incrementa el riesgo para los pacientes. Por consiguiente, las enfermedades infecciosas requieren de vigilancia y seguimiento. Hay una constante preocupación debida al frecuente aumento de resistencia a los antimicrobianos, pues existe el riesgo de que un día nos quedemos sin protección ante estos microorganismos. Un factor que contribuye a la adquisición de infecciones bacterianas, y dificulta su erradicación con agentes antimicrobianos, es la facilidad que tienen los microorganismos para adherirse a superficies y formar estructuras multicelulares conocidas como biopelículas. Se estima que las biopelículas son responsables del 65% de las enfermedades infecciosas a nivel hospitalario y que sirven como reservorio para la diseminación de infecciones.

En los últimos años ha aumentado la investigación orientada a entender estas estructuras bacterianas con el fin, a más largo plazo, de bloquear la formación de las mismas y encontrar soluciones para combatir eficientemente las infecciones intrahospitalarias o Infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). Aunque en el ambiente las biopelículas pueden estar compuestas por múltiples especies, en el laboratorio se estudian por lo general los mecanismos moleculares que regulan la conformación de estas estructuras utilizando microorganismos modelo o de interés clínico, como *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Vibrio cholerae*, entre otros (O'Toole, G. *et al.*, 2000; Watnick, P. y Kolter, R., 2000; Lopez, D. *et al.*, 2010).

¿Qué es una biopelícula bacteriana?

Una biopelícula bacteriana se puede definir como una población heterogénea de microorganismos asociados a una superficie, o sésiles, que por lo general se encuentran rodeados de una matriz de sustancias poliméricas extracelulares que ellos mismos han producido (O'Toole, G. *et al.*, 2000; Donlan, R.M. y Costerton, J.W., 2002). En la biopelícula, las células adquieren propiedades que las distinguen de las células en estado planctónico. Así, las biopelículas están compuestas por subpoblaciones de células que pueden cumplir diferentes funciones pero que trabajan en conjunto para un beneficio común. Bajo condiciones ambientales adecuadas, y gracias a su versatilidad metabólica, todos los microorganismos pueden ser capaces de colonizar superficies bióticas, abióticas, hidrofóbicas o hidrófilicas

y formar biopelículas (Lasa *et al.*, 2005). Estas comunidades se encuentran en diversos ecosistemas acuáticos y terrestres, así como en el humano donde conforman la placa dental o la microbiota de piel o gastrointestinal, entre otros. En la placa dental, por ejemplo, se han identificado alrededor de quinientas especies diferentes de microorganismos (Costerton, J.W. y Keller, D., 2007). Muchos de los patógenos adquiridos en el hospital pueden formar biopelículas y persistir durante largos períodos de tiempo sobre superficies de envases para medicamentos, en antisépticos y desinfectantes, en equipos con un procesamiento inadecuado, en catéteres y otros dispositivos médicos (Kramer, A. *et al.*, 2006).

Composición y estructura de una biopelícula

Las biopelículas están constituidas por células o biomasa celular en un 15-20% rodeadas por una matriz extracelular que puede ser del 75% hasta un 95% de la estructura (Donlan, R.M. y Costerton, J.W., 2002). Esta matriz está compuesta en su mayoría de azúcares, llamados polisacáridos extracelulares o exopolisacáridos (EPS), producidos por los mismos microorganismos de la biopelícula. La matriz puede contener además proteína, ácido nucleico y productos de lisis bacteriana y, en algunos casos, restos de plaquetas, fibrina, calcio y cristales de sales minerales, entre otros (Donlan y Costerton, 2002; Karatan, E. y Watnick, P., 2009). La matriz extracelular juega un papel fundamental para las biopelículas. Debido a su composición química y estructura tridimensional ésta influye sobre la capacidad de adhesión de las bacterias a las diferentes superficies, evita la desecación y actúa como protector en condiciones de estrés ambiental como rayos ultravioleta, cambios de pH y shock osmótico. Al interior se forman espacios intercelulares o canales debido a la formación de microcolonias que permiten el flujo de agua, nutrientes y oxígeno hasta las zonas más profundas de la organización multicelular. De esta manera se forman ambientes al interior con diferencias en términos de la concentración de nutrientes, pH u oxígeno (Donlan, R.M. y Costerton, J.W., 2002; Stoodley, P. *et al.*, 2002; Ghannoum, M. y O'Toole, G.A., 2004).

¿Cómo se forma la biopelícula?

La formación de una biopelícula involucra una transición de un estado en donde las células se encuentran no adheridas, o estado planctónico, a uno sedentario. Este proceso se da por una variedad de interacciones físicas y por cambios metabólicos que llevan a la adhesión, crecimiento, supervivencia y un subsecuente desprendimiento de las células. En la Figura 1 se mencionan las diferentes etapas para el desarrollo de una biopelícula.

Como primer paso para la formación de una biopelícula, las células deben encontrar y **adherirse** a una superficie formando una monocapa, lo cual también puede suceder en la interfaz entre agua/superficie. Existen factores externos que afectan la adhesión bacteriana como la rugosidad y químicos propios de la superficie, así como propiedades y composición del medio líquido – sólido en donde se encuentran las células. En esta etapa también son importantes estructuras proteicas de la superficie celular, propias de cada especie bacteriana, como las adhesinas, los flagelos y las fimbrias (pili) (Pace, J. *et al.*, 2006; Karatan, E. y Watnick, P., 2009). Una vez se han adherido, las células **colonizan** la superficie mediante interacciones célula-superficie y célula-célula. Estas uniones dependen de diversos factores como fuerzas electrostáticas y de Van der Waals, la carga eléctrica de la bacteria, de las proteínas y glucoproteínas, o de las características de la superficie, ya sea en el ambiente o un hospedero (tejidos) o implante médico (prótesis valvulares, ortopédicas, etc.) (Dunne, W.M., 2002; Pace, J. *et al.*, 2006).

Una vez han colonizado, las bacterias comienzan a dividirse y a extenderse alrededor del sitio de unión, formando microcolonias que se asemejan a setas (*mushrooms*). Estos agregados celulares generan estructuras tridimensionales complejas y producen la matriz extracelular. Los exopolisacáridos que se producen varían entre bacterias, algunos de los cuales incluyen el ácido poli-gamma-DL- glutámico, el

FORMACIÓN DE BIOPELÍCULA

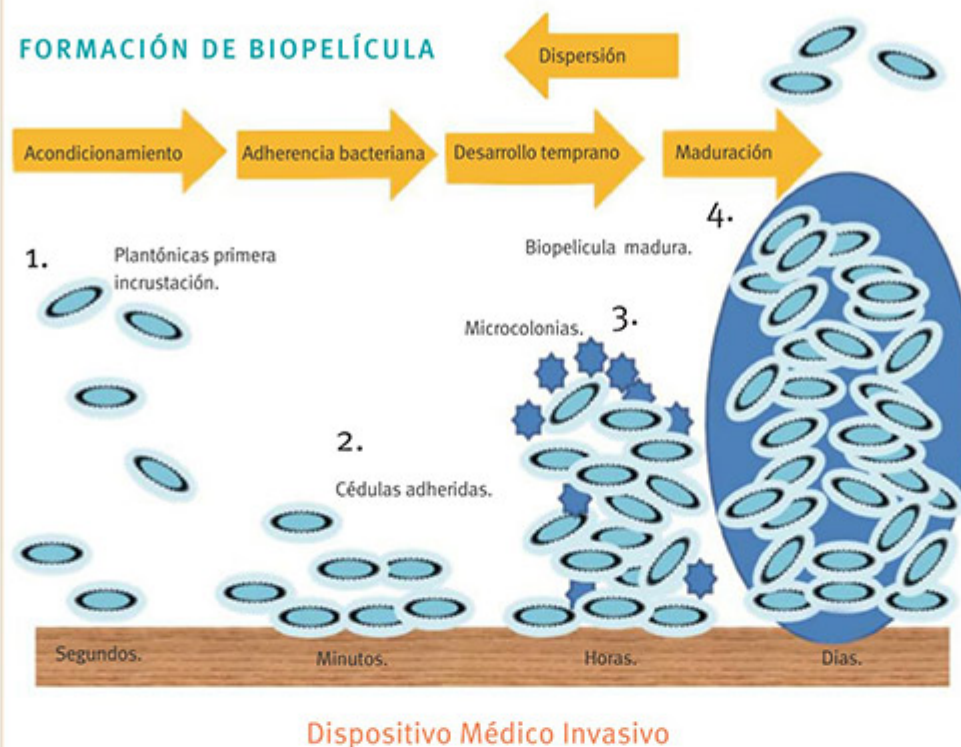


Figura 1.

Etapas de la formación de Biopelícula:

- 1: Acondicionamiento o adhesión inicial.
- 2: Adherencia bacteriana.
- 3: Desarrollo temprano de la arquitectura de la biopelícula.
- 4: Maduración de la biopelícula.
- 5: Dispersión de las células a partir de la biopelícula.

alginato, la celulosa, glucosa y galactosa, entre otros (Stapper, A.P. *et al.*, 2004; Pace, J. *et al.*, 2006; Jonas, K. *et al.*, 2007; Lopez, D. *et al.*, 2010). Los exopolisacáridos mantienen unidas las células, entre ellas y con la superficie, mientras que al interior de la biopelícula se pueden encontrar nichos especializados y bacterias en diferentes estados metabólicos (Pace, J. *et al.*, 2006; O'Toole, G. *et al.*, 2000). Una vez la biopelícula ha alcanzado **madurez** algunas bacterias se pueden liberar para colonizar otras superficies en la fase de separación o **desprendimiento**, cerrando el proceso de desarrollo de la biopelícula. Este comportamiento se puede derivar al parecer por la depleción de nutrientes en el medio o de oxígeno al interior de la biopelícula (Donlan, R.M., 2002).

¿Cómo se regula la formación de una biopelícula?

La formación de biopelículas está guiada por numerosos factores del medio ambiente y señales, algunos aún no identificados. A continuación se mencionan algunos componentes de esta compleja red. Por un lado están los **factores propios** que expresa la bacteria al encontrar una superficie, como la formación del flagelo, fimbrias y la familia de proteínas Bap (Biofilm associated protein), que son un grupo de proteínas de superficie (Multidominio). Hay también **claves nutricionales y metabólicas** de las bacterias, las cuales responden y supervisan la cantidad de nutrientes en el medio ambiente. Se sabe que la glucosa, el indol y las poliaminas regulan el crecimiento y la formación de biopelícula en diversas bacterias. Las **moléculas inorgánicas**, como el hierro y el fosfato, y las **señales derivadas del hospedero**, ya sea moléculas de adhesión o nutrientes, también pueden ser requeridas. Finalmente, están las **señales de Quorum Sensing, segundos mensajeros y redes de proteínas** (Lasa *et al.*, 2005; Karatan, E. y Watnick, P., 2009).

Comunicación celular bacteriana o Quorum Sensing (QS). El sistema de **Quorum Sensing** es un mecanismo de señalización que resulta de la secreción al medio ambiente de moléculas autoinducidas que,

al alcanzar un umbral, suscitan respuestas que llevan a cambios globales en el comportamiento y la expresión de genes, desarrollando como consecuencia un comportamiento social coordinado (Waters, C.M. y Bassler, B.L., 2005). Este sistema de señalización coordina por consiguiente el comportamiento de una población bacteriana, permitiéndole responder a las diferentes condiciones ambientales mediante la activación de genes, que en este caso estarían implicados en el desarrollo de la biopelícula o multicelularidad en procariontas. Los genes activados por QS también pueden estar implicados en procesos de virulencia, de diseminación o dispersión y producción de antibióticos entre otros (Otero *et al.*, 2005; Donlan, R.M., 2002; Hall-Stoodley, L. *et al.*, 2004; Lopez, D. *et al.*, 2010).

Segundo mensajero: c-di-GMP. Entre los diversos mecanismos de transducción de señales desarrollados por las bacterias se encuentran los sistemas de dos componentes y segundos mensajeros en donde encontramos el bis-(2',5')-monofosfato de guanosina cíclico (c-di-GMP). Este segundo mensajero intracelular es ubicuo en bacterias y está involucrado en diversos procesos celulares como señalización célula - célula, formación de biopelículas, virulencia, motilidad, producción de exopolisacáridos y adhesión celular. Por lo general media la transición entre un estado unicelular y mótil a otro caracterizado por ser multicelular y adherido a una superficie (D'Argenio, D.A. y Miller, S.J., 2004; Jenal, U. y Malone, J., 2006; Tamayo, R. *et al.*, 2007).

¿Cómo se deshace la biopelícula?

El cambio de una vida sedentaria a una vida plantónica, que involucra la liberación de células de una biopelícula madura para colonizar nuevas superficies, es el proceso menos entendido. Sin embargo, se conocen algunos factores, como cambios en el estado nutricional y en niveles de oxígeno, óxido nítrico y c-di-GMP. También puede haber procesos como producción de surfactantes (sustancias que bajan la tensión superficial de un líquido), muerte y lisis celular, inducción de motilidad bacteriana y activación de enzimas que degradan el exopolisacárido para liberar las bacterias de la biopelícula (Karatan, E. y Watnick, P., 2009; Francolini, I. y Donelli, G., 2010).

¿Cuál es la importancia de las biopelículas en la infección?

Al referirnos a biopelículas e infección inmediatamente pensamos en enfermedad; sin embargo es importante resaltar que el humano alberga muchas biopelículas que aportan beneficios y que, en algunas ocasiones, tienen un factor protector. Tal es el caso de los lactobacilos, bacterias presentes en la vagina que fermentan el glucógeno, azúcar producida por las células epiteliales al ser inducidas por estrógenos, produciendo ácidos que disminuyen el pH vaginal y previenen la colonización por patógenos como *Gardnerella vaginalis* y otros microorganismos anaerobios. Otro ejemplo es la microbiota intestinal que se sabe actúa como factor protector en muchos casos contra la invasión o crecimiento de patógenos como *Salmonella sp.* y *Shigella sp.*, agentes causales de enteritis gastrointestinal (Hall-Stoodley, L. *et al.*, 2004; Jayaraman, A. y Wood, T., 2008).

Sin embargo, las biopelículas también están involucradas en procesos infecciosos, resistencia a fármacos y enfermedades como la placa dental y la caries, infección periodontal, neumonía, cistitis crónica, endocarditis de válvulas nativas, otitis media, prostatitis y osteomielitis, entre otras (Sanclément, J.A. *et al.*, 2005; Pozo, J.L. y Patel, R., 2007)

Evidencia de esto se ha dado por la observación directa de biopelículas por métodos microscópicos (Lynch, A. y Robertson, G., 2008). La formación de biopelículas sobre dispositivos médicos invasivos como: implantes artificiales, válvulas cardíacas, prótesis articulares, catéteres, tubos endotraqueales, marcapasos, entre otros, tiene gran impacto en la infección hospitalaria. Aunque no hay datos disponibles para todos los casos, se estima que las tasas de infección son de aproximadamente 2% en prótesis articulares, 1-3% en implantes mamarios, 4% para las válvulas cardíacas mecánicas, 4% en marcapasos

ENFERMEDAD INFECCIOSA	BACTERIA FORMADORA DE BIOPELÍCULA
Fibrosis quística Endocarditis valvular	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Burkholderia cepacia</i> <i>Streptococos del grupo viridans</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
Otitis media	<i>Streptococcus pneumoniae</i> <i>Haemophilus influenzae</i> <i>Moraxella catarrhalis</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Caries dental, Periodontitis Gingivitis	<i>Streptococcus sp</i> <i>Fusobacterium sp</i> <i>Lactobacillus sp</i> <i>Bacteroides sp</i> <i>Porphyromonas gingivalis</i> <i>Peptostreptococcus</i> <i>Bacterias anaerobias gramnegativas</i>
Osteomielitis	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i>
Espondilitis anquilosante	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Infecciones intrahospitalarias asociadas a dispositivos médicos invasivos	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Acinetobacter sp</i> <i>Enterococcus faecalis</i>

Tabla 1.

Microorganismos formadores de biopelículas asociados a enfermedades infecciosas específicas.

y desfibriladores, 10% para derivación ventricular, 40% para los dispositivos de asistencia ventricular y de 10 a 30% para catéteres urinarios (Pozo, J.L. y Patel, R., 2007; Lynch, A. y Robertson, G., 2008). En estos casos, los microorganismos pueden proceder de la piel del propio paciente, del personal sanitario o del ambiente, haciendo biopelículas que pueden estar formadas por una única especie o por múltiples especies. En algunos casos las proteínas del plasma y de los tejidos (como fibronectina, fibrinógeno y laminina) recubren los dispositivos médicos y favorecen la unión de las bacterias. En otros casos las bacterias se unen directamente al material del implante (Lasa, I. *et al.*, 2005; Pozo, J.L. y Patel, R., 2007).

Una vez se forma una biopelícula sobre un implante, ésta actúa como fuente de infección que además resiste mejor la acción del sistema inmune y de los antibióticos. Las células en biopelículas son más difíciles de erradicar que sus contrapartes planctónicas, por lo tanto estas comunidades representan una fuente potencial para infecciones hospitalarias (IAAS) constituyendo un nicho para la aparición de bacterias multirresistentes a la terapia antimicrobiana. (Kramer, A.I. *et al.*, 2006; Mah, T.F. y O'Toole, G.A., 2001; Pozo, J.L. y Patel, R., 2007; Lopez, D., *et al.*, 2010).

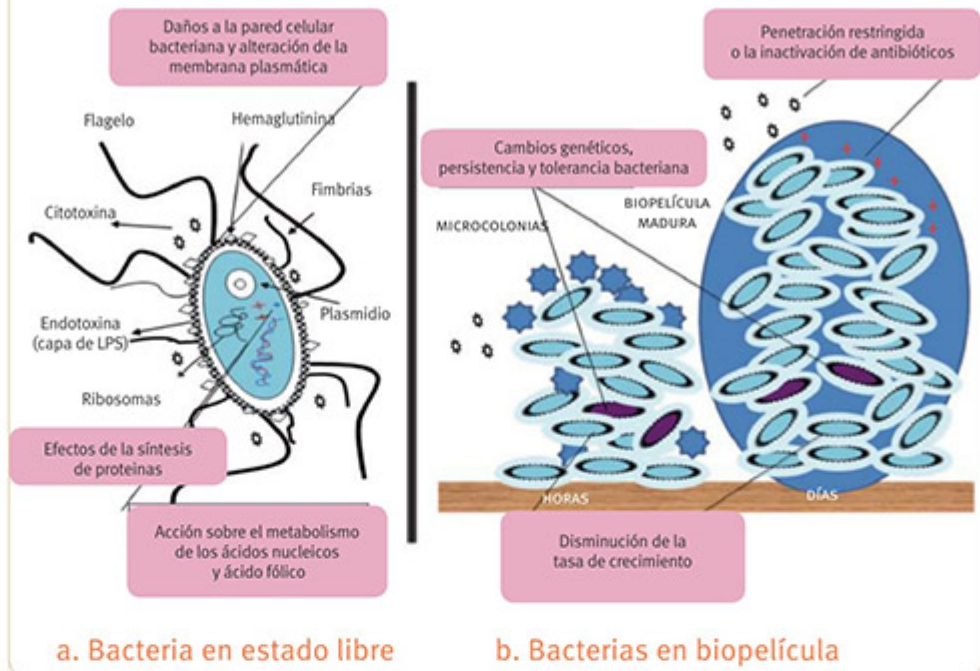
Biopelículas y resistencia antimicrobiana

Las bacterias que conforman biopelículas pueden ser entre 10 y 1.000 veces más resistentes que las bacterias planctónicas a diferentes antibióticos y biocidas oxidantes del tipo del cloro, el yodo o el ozono. Las células bacterianas en biopelículas pueden tener más de un mecanismo de resistencia a los antimicrobianos que pueden además actuar de forma simultánea y, en algunos casos, sinérgicamente. Una de las razones del aumento de la resistencia bacteriana en biopelícula, es que estos mecanismos son diferentes a los de las bacterias en estado libre y propios de cada especie o adquiridos por transferencia horizontal (Figura 2).

Se han planteado diversas hipótesis para explicar los mecanismos por los cuales las células en biopelículas son más resistentes: **a) Penetración restringida o la inactivación de antibióticos** como ocurre, por ejemplo, en *K. pneumoniae* que produce betalactamasas que destruyen la ampicilina. **b) Disminución**

Figura 2.

Biopelículas y resistencia bacteriana: A. Mecanismos de resistencia bacteriana en estado libre o planctónico. B. Mecanismos de tolerancia o resistencia a los antibióticos cuando las células están en biopelícula.



de la tasa de crecimiento. Los antibióticos son efectivos por lo general contra las bacterias en crecimiento y no contra bacterias con baja actividad metabólica, como puede ocurrir con subpoblaciones en las biopelículas que tienen limitación de oxígeno y nutrientes. **c) Cambios genéticos.** Las bacterias pueden expresar genes en respuesta a cambios ambientales tales como temperatura, oxidación, baja disponibilidad de oxígeno, que contribuyen a su supervivencia y resistencia a múltiples antibióticos. **d) Persistencia y tolerancia bacteriana.** Esto se puede deber a la existencia de subpoblaciones bacterianas persistentes en un estado fenotípico especial y protegido, similar a la formación de esporas en bacilos Gram positivos (como *Bacillus* sp.), que las hace resistentes a tratamientos (Ghannoum, M. y O'Toole, G. 2004; Lasa, I. *et al.*, 2005; Pace, J. *et al.*, 2006; Pozo, J.L. y Patel, R., 2007; Lynch, A. y Robertson, G., 2008; Lopez, D., *et al.*, 2010).

Conclusión

Es indudable que las biopelículas bacterianas juegan un papel importante en diversos procesos, algunos importantes para el sostenimiento de nuestro planeta y otros desafortunadamente desventajosos para nuestro bienestar. En particular, nos preocupa hoy en día su relevancia en procesos infecciosos, lo cual depende de factores específicos de cada especie bacteriana así como del ambiente donde se encuentre. Gracias a esfuerzos recientes, la investigación sobre ciertos microorganismos ha generado conocimiento muy valioso acerca del proceso de formación y los requerimientos ambientales y genéticos involucrados en la formación de biopelículas en microorganismos modelo. Sin embargo, aún queda mucho trabajo para entender la dinámica de formación bajo diferentes condiciones, tanto naturales como en el ambiente clínico, que nos puedan contribuir a controlar su formación e impacto negativo sobre la salud humana.

Bibliografía

Costerton, J. y Keller D. (2007), "Oral periopathogens and systemic effects", en *Gen Dent*, 55(3):210-5.
D'Argenio, D.A. y Miller, S.I. (2004), "Cyclic di-GMP as a bacterial second messenger", en *Microbiology*, 150(Pt 8):2497-502.

- Donlan, R.M. (2002), "Biofilms: microbial life on surfaces", en *Emerg Infect Dis.*, 8(9):881-90.
- Donlan, R.M. y Costerton, J.W. (2002), "Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms", en *Clin Microbiol Rev*, 15(2):167-93.
- Dunne, W. M. (2002), "Bacterial adhesion: seen any good biofilm lately?", en *Clinical Microbiology Rev*, 15(2):155-66.
- Francolini, I y Donelli, G. (2010), "Prevention and control of biofilm-based medical-device-related infections", en *FEMS Immunology Medical Microbiology*, 59:227-238.
- Ghannoum, M. y O'Toole, G.A. (2004), *Microbial Biofilms*. Primera edición, Washington, Sociedad Americana de Microbiología, p. 426.
- Hall-Stoodley, L.; Costerton J.W. y Stoodley, P. (2004) "Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases", en *Nat Rev Microbiol*, 2(2):95-108.
- Jayaraman, A. y Wood, T. (2008), "Bacterial quorum sensing: signals, circuits, and implications for biofilms and disease", en *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 10:145-67.
- Jenal, U. y Malone, J. (2006), "Mechanisms of cyclic-di-GMP signaling in bacteria", en *Annu Rev Genet*, 40:385-407.
- Jonas, K.; Tomenius, H.; Kader, A.; Normark, S.; Römling, U.; Belova, L.M. y Melefors, O. (2007), "Roles of curli, cellulose and BapA in Salmonella biofilm morphology studied by atomic force microscopy", en *BMC Microbiol*, 7:70.
- Karatan, E. y Watnick, P. (2009), "Signals, regulatory networks, and materials that build and break bacterial biofilms", en *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, p. 310.
- Kramer, A.; Schwebke, I y Kampf, G. (2006), "How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review", en *BMC Infect Dis*, 6:130.
- Lasa, I.; Del Pozo, J.L.; Penadés, J.R. y Leiva, J. (2005), "Bacterial biofilms and infection", en *An. Sist. Sanit. Navar.*, 28(2).
- Lopez, D.; Vlamakis, H. y Kolter, R. (2010), "Biofilms", en *Cold Spring Harb Perspect Biol*, 2:a000398.
- Lynch, A. y Robertson, G. (2008), "Bacterial and fungal biofilm infections", en *Annu. Rev. Med.*, 59:415-28.
- Mah, T.F. y O'Toole, G.A. (2001), "Mechanisms of biofilm resistance to antimicrobial agents", en *Trends Microbiol*, 9(1): p. 34-9.
- Otero, A.M.; Muñoz, A.; Bernardez, M.I. y Fabregas, J. (2005), *Quorum sensing: El lenguaje de las bacterias*. Primera edición. España, Acribia, p.120.
- O'Toole, G.; Kaplan, H.B. y Kolter, R. (2000), "Biofilm formation as microbial development", en *Annu Rev Microbiol*, 54:49-79.
- Pace, J.; Rupp, M. y Finch, R. (2006), *Biofilms, infection, and antimicrobial therapy*, EEUU, Taylor-Francis, p.494.
- Pozo, J.L. y Patel, R. (2007), "The challenge of treating biofilm - associated bacterial infections", en *Clinical pharmacology & therapeutics*, 82(2):204-209.
- Sanclément, J.A.; Webster, P.; Thomas, J. y Ramadan, H.H. (2005), "Bacterial biofilms in surgical specimens of patients with chronic rhinosinusitis", en *Laryngoscope*, 115(4):578-82.
- Stapper, A.P.; Narasimhan, G.; Ohman, D.E.; Barakat, J.; Hentzer, M.; Molin, S.; Kharazmi, A.; Høiby, N. y Mathee, K. (2004), "Alginate production affects Pseudomonas aeruginosa biofilm development and architecture, but is not essential for biofilm formation", en *J. Med. Microbiol.*, 53(Pt 7):679-90.
- Stoodley, P.; Sauer, K.; Davies, D.G. y Costerton, J.W. (2002), "Biofilms as complex differentiated communities", *Annu. Rev. Microbiol.* 56:187-209.
- Tamayo, R.; Pratt, J. y Camilli, A. (2007), "Roles of cyclic diguanylate in the regulation of bacterial pathogenesis", en *Annu. Rev. Microbiol.*, 61:131-48.
- Waters, C.M. y Bassler, B.L. (2005), "Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria", en *Annu Rev Cell Dev Biol*, 21:319-46.
- Watnick, P. y Kolter R. (2000), "Biofilm, city of microbes", en *J. Bacteriol*, 182(10):2675-9.

Educación



Cadenas de formación y ciclos propedéuticos

GILBERTO CARDOZO BARRETO

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN GESTIÓN Y EVALUACIÓN EDUCATIVA,
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA; MAGÍSTER EN PEDAGOGÍA DE LA TECNOLOGÍA,
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL; LICENCIADO EN EDUCACIÓN INDUSTRIAL,
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA; INVESTIGADOR EN
FORMACIÓN PARA EL TRABAJO Y EN GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
PARA LA INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN.

gicaba21@gmail.com

Este texto ha sido tomado y actualizado del primer capítulo del Trabajo de Grado que el autor presentó en 2007 como requisito para acceder al título de Magíster en Educación con énfasis en Gestión y Evaluación Educativa en la Universidad Externado de Colombia.

Resumen

El autor presenta un mapa de la evolución de las cadenas de formación y los ciclos propedéuticos en la educación superior, de acuerdo con lo establecido en la legislación colombiana en esta materia.

...ni el colonialismo español, ni la falta de recursos naturales, ni la hegemonía de Estados Unidos, ni ninguna otra teoría producto de la victimización eterna de América Latina explican el hecho de que nos rehusemos a aumentar nuestro gasto en innovación, a cobrarle impuestos a los ricos, a graduar profesionales en ingenierías y ciencias exactas, a promover la competencia, a construir infraestructura o a brindar seguridad jurídica a las empresas. Es hora de que cada palo aguante la vela de su propio progreso.

OSCAR ARIAS, expresidente de Costa Rica

Introducción

Las inquietudes generadas en el ámbito académico por causa del reconocimiento, por parte del Ministerio de Educación Nacional (MEN), a 74 programas de tecnólogos del SENA, invitan a reflexionar sobre el origen y alcances de las cadenas de formación y los ciclos propedéuticos, la articulación de la formación profesional integral, la educación para el trabajo y el desarrollo humano (ETDH) y la educación formal, establecidos en la legislación colombiana, y su incidencia en la calidad de la educación superior.

Si bien es cierto lo ideal es que una persona ingrese a un único ciclo profesional en educación superior, también lo es que las necesidades de desarrollo del país han conducido a que las leyes en materia educativa se hayan venido flexibilizando con el fin de brindarle más oportunidades de acceso a la educación superior a la población colombiana. Desafortunadamente, en el afán de dar respuesta oportuna a estos requerimientos se ha caído en una oferta indiscriminada de títulos sin unos claros criterios de calidad que permitan diferenciar las competencias que debe tener una persona egresada de la educación formal, las de aquella egresada del SENA y las de una egresada de la ETDH.

Si de lo que se trata es de permitirle al egresado del SENA y de las demás instituciones de ETDH continuar con su formación en la educación superior formal, lo que se requiere es que estas instituciones y las universidades, en el marco de su autonomía institucional, establezcan mecanismos para contar con elementos de juicio claros a la hora de identificar y evaluar las competencias desarrolladas en cada uno de estos tipos de formación, y susceptibles de serles reconocidas a los aspirantes a los ciclos propedéuticos en la educación superior formal.

Génesis y desarrollo

Mediante la expedición del Decreto 80 de enero 22 de 1980, se crearon en Colombia tres ciclos de formación en educación superior: *intermedia profesional*, de carácter predominantemente práctico para el ejercicio de actividades auxiliares o instrumentales concretas; *formación tecnológica*, orientada al ejercicio de actividades tecnológicas con énfasis en la práctica y con fundamento en los principios científicos que la sustentan; y *formación universitaria*, caracterizada por su amplio contenido social y humanístico y por su énfasis en la fundamentación científica e investigativa, tanto de carácter académico para el cultivo del intelecto y el ejercicio académico, como para el desarrollo de la dimensión instrumental de las profesiones.

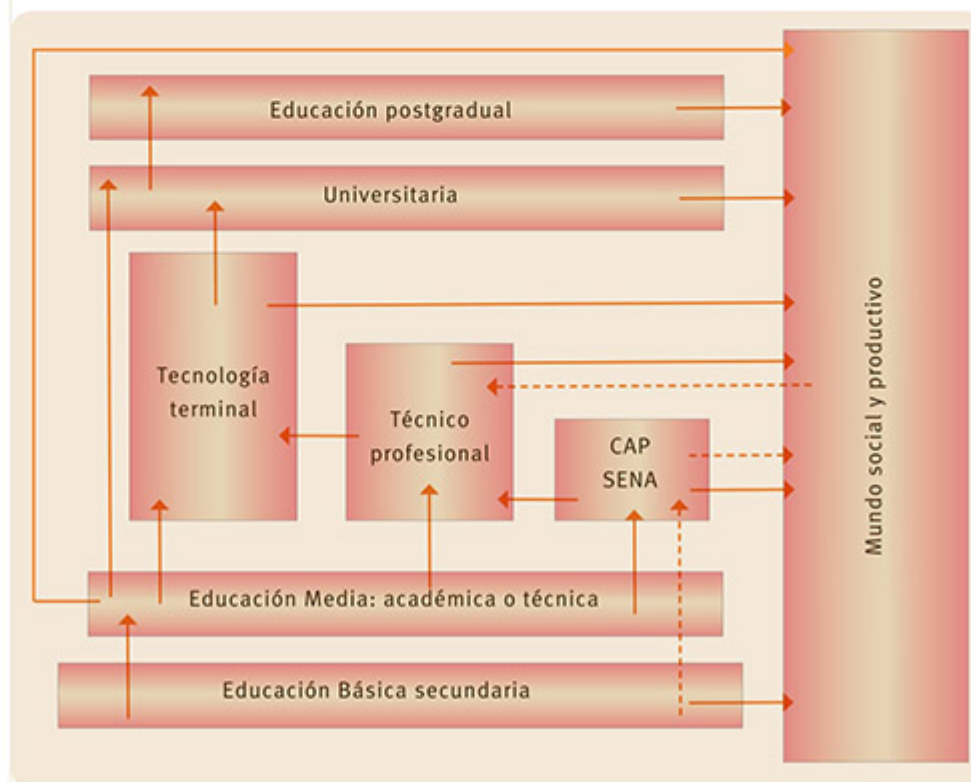
Una de las razones previas para la expedición de este decreto fue la necesidad de reorganizar "...los estudios de pregrado para incluir la posibilidad de un título intermedio al término de los tres primeros años que [permitiera] la provisión de mandos requeridos por la economía" y el favorecimiento "a los estudiantes que, por diversas causas, no [podían] completar sus estudios universitarios" (Téllez, 2001: 21).

Si bien es cierto a este decreto lo animaba un espíritu social, en el fondo "...oficializó una demanda fragmentada de la educación superior por la vía de los centros tecnológicos y las universidades nocturnas mediante la cual las capas medias bajas y los sectores populares encontraron un nivel de formación profesional inferior al convencional..." (Parra, citado por Téllez, 2001: 333). Hoy, las motivaciones y consecuencias de este decreto mantienen su vigencia.

Más adelante, la Ley 30 de diciembre 28 de 1992 actualizó el concepto e intencionalidad de estos ciclos y estableció tres programas para pregrado: *técnico profesional*, orientado a la formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción; *tecnología terminal*, para formar en profesiones o disciplinas y programas de especialización; y *universitario*, para la formación en actividades científicas o tecnológicas, en profesiones y disciplinas y para la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional. Esto dio origen a un primer intento de cadena de formación, como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1.

Diagrama de la cadena de formación en la educación superior formal. Fuente: Colombia, 1992, Ley 30 y 1994, Ley 115.



Desde la educación media se podía ingresar (líneas continuas): i) a un programa técnico profesional, continuar con el tecnológico y terminar en el universitario; ii) a un programa tecnológico y continuar con el universitario y iii) directamente al universitario en un solo ciclo. Esta Ley también establecía como requisito alternativo para ingresar a un programa técnico profesional la educación básica secundaria en su totalidad, un Certificado de Aptitud Profesional (CAP) expedido por el SENA y haber laborado en el campo específico de esta capacitación un periodo no inferior a dos años, con posterioridad a la obtención de este CAP (líneas punteadas).

En este sentido, la ley dejó un vacío en la cadena de formación, pues si el aspirante a un programa de tecnología provenía por este camino, chocaba con el requisito de ingreso (educación media aprobada) ya que la básica secundaria aprobada y los años de trabajo no homologaban el título de bachiller.

Posteriormente, y debido a los cambios en las pautas competitivas y el progreso técnico, así como en las políticas de contratación, las empresas comenzaron a demandar de los trabajadores unas destrezas más flexibles y más adaptables a dichos cambios, y una intensificación en la formación de la mano de obra. Se vio, entonces, la necesidad de articular los niveles educativos (básica, media y superior) en cadenas de formación, así como la de validar y homologar los diferentes tipos de educación (formal, no formal, informal y formación profesional) en un solo sistema educativo que le sirviera a la persona para su educación a lo largo de la vida, de tal manera que pudiera tener acceso a oportunidades de aprendizaje a la medida de sus intereses y necesidades.

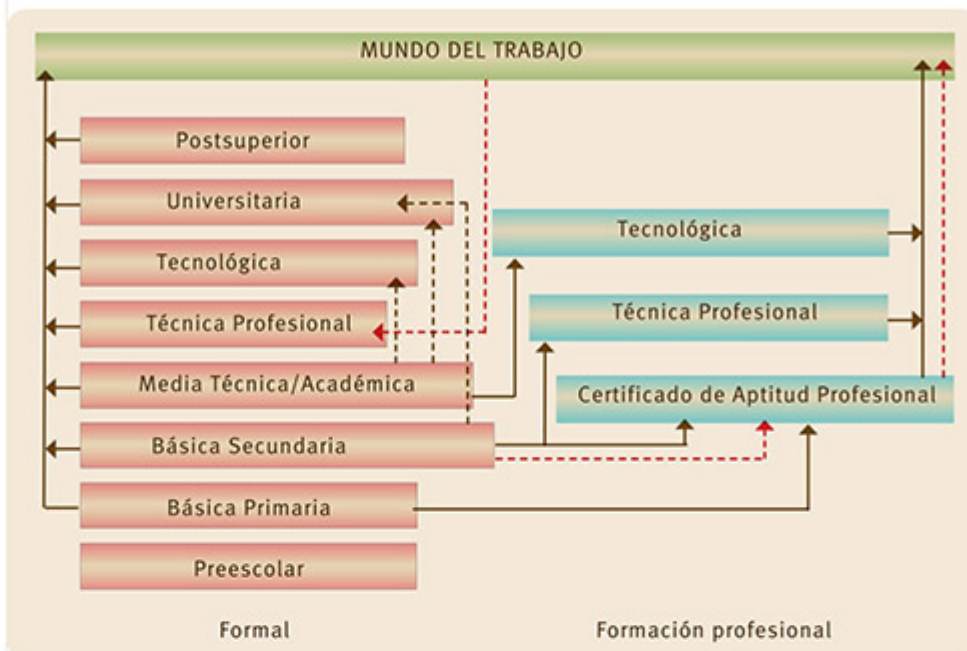
Como respuesta a esta situación, los países industrializados comenzaron, como condición *sine qua non*, a consolidar modelos de evaluación y certificación de competencias de los trabajadores y modelos de formación con base en competencias. Para ello han estado creando y consolidando sistemas de formación para el trabajo (SFT), formados por Estado, empresas, instituciones de educación y los centros de formación de las empresas cuya oferta educativa concuerde con pertinencia, contenido, nivel y calidad. (Vargas, 2006).

Una característica común de estos SFT es la importancia atribuida al reconocimiento de las competencias de las personas, sin importar cómo, dónde ni cuándo las desarrollaron, sino su desempeño real en una función productiva (Ibid). Otra característica es la articulación con los diferentes niveles, modalidades y tipos de educación, de tal manera que se garantice el ascenso en una cadena de formación, así como la posibilidad de ingresar y reingresar a un único sistema educativo. Y una tercera característica es la importancia que cobra el concepto de nivel de rendimiento articulado al concepto de resultados de aprendizaje, agrupados en unidades de créditos o cualificaciones relacionadas con las exigencias profesionales (Parkes, 1994: 24).

Las anteriores consideraciones fueron algunos de los factores que llevaron a que en 1994 se expedieran la Ley 115 de febrero 8, que reestructuró la educación formal básica y media, y la Ley 119 de febrero 9, para la reestructuración de la formación profesional integral del SENA. En la primera, entre otros aspectos, se establecían, describían y caracterizaban los ciclos de educación formal: preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, que podía ser académica o técnica. En la segunda, además de su reestructuración, se facultaba al SENA para incluir en su oferta educativa "...programas de formación tecnológica y técnica profesional, en los términos previstos en las disposiciones legales respectivas"; para asesorar al MEN "...en el diseño de los programas de educación media técnica, para articularlos con la formación profesional integral"; y para la consolidación del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo (SNFT), con el fin de hacer congruentes las ofertas de formación de las entidades que hicieran parte de éste, articular la oferta con las necesidades del mundo del trabajo y con el sistema educativo formal, mediante mecanismos transparentes de equivalencias y homologaciones (Colombia, 1994: 5). Esta nueva situación dio origen a un segundo intento de cadena de formación, como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2.

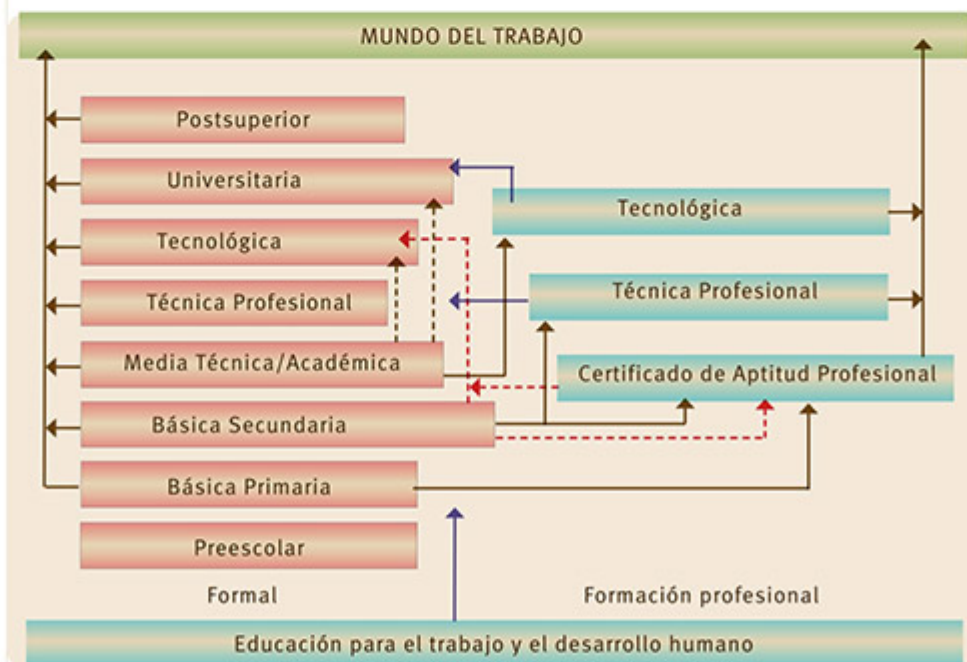
Diagrama de las cadenas de formación de la educación formal y la formación profesional. Fuente: Colombia, 1992, Ley 30; 1994, Ley 115 y 1994, Ley 119.



En este diagrama se muestran, en primer lugar, los ciclos propedéuticos de la educación superior formal (línea punteada) en que, luego de la educación media, la persona puede ingresar al programa: i) técnico profesional, continuar con el tecnológico y seguir el universitario; ii) tecnológico y continuar con el universitario; y iii) universitario como ciclo único. En segundo lugar, los niveles en la cadena de la formación profesional del SENA. El diagrama muestra también que desde la educación formal la persona puede seguir una cadena de formación con el SENA (línea continua), mientras que en el caso contrario no existe esta posibilidad, salvo en el caso del requisito alternativo para ingresar al técnico profesional y su consecuente vacío, como ya se dijo renglones atrás (líneas de eje de color rojo).

Figura 3.

Diagrama de las cadenas de formación entre educación formal, formación profesional y educación para el trabajo y el desarrollo humano. Fuente: Colombia, 1994, Ley 115; 1994, Ley 119; 2002, Ley 749; y 2006, Ley 1064; Colombia, Presidencia de la República, 2004, Decreto 249.



Con la expedición de la Ley 749 de julio 19 de 2002, del Decreto 249 de enero 28 de 2004, lo planteado en la Recomendación 195 de junio de 2004 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2004) y la expedición de la Ley 1064 de julio 26 de 2006, mediante la cual se transforma la anterior educación no formal en Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (ETDH) y sin discriminación alguna entra a formar parte integral del servicio público educativo, se ha dado origen al tercer intento de cadena de formación, como se ve en la Figura 3.

En esta cadena se integran los ciclos propedéuticos de la educación superior formal y la cadena de formación del SENA, así como la integración de la formación profesional con la educación media, con la que se le garantiza a la persona la certificación en la competencia materia de formación y la continuación en cadena de formación en el SENA, en los ciclos propedéuticos de la educación formal, o su vinculación directa al mundo productivo.

Lo de considerar en esta propuesta es que la Ley 749 de julio 19 de 2002, si bien mantiene la aprobación de la educación básica secundaria y el CAP del SENA como requisito académico alternativo para acceder al nivel de Técnico Profesional, se ha suprimido el requisito de haber laborado en el campo específico de esta capacitación un periodo no inferior a dos años.

Este nuevo escenario, que está en construcción (línea gruesa de color púrpura), puede garantizar la movilidad entre la educación formal, la formación profesional y la ETDH en un único sistema educativo, y su permanencia en él. De esta manera se le daría vida a la formación con base en competencias, cuyos fundamentos le garantizan a la persona, entre otros aspectos, el reconocimiento de sus aprendizajes previos, el respeto a su ritmo y estilo de aprendizaje y una respuesta oportuna a su interés y necesidad de formación específicos.

Conclusión

Como se desprende de lo anterior, si bien es cierto el espíritu de las diferentes leyes relacionadas con el tema busca flexibilizar el proceso educativo para que cada vez más colombianos puedan acceder a la educación superior formal, aún se aprecian vacíos e inconsistencias a la hora de hacer realidad su aplicación por parte de las universidades.

Así las cosas, el reto de crear un único sistema educativo en Colombia requiere la reglamentación de un mecanismo que, además de estar relacionado con pruebas de conocimiento, pueda verificar y evaluar las competencias en cada nivel de formación, en estrecha relación con el grado de responsabilidad de cada nivel de la escala productiva, según lo establecido en la Clasificación Nacional de Ocupaciones.

Este mecanismo deberá evaluar las capacidades de la persona para formular preguntas, observar, analizar, sintetizar y sistematizar información proveniente de diferentes fuentes, como base fundamental para el desarrollo de la inteligencia lógico-matemática, que le permita a la persona organizar sus ideas, comunicarlas coherentemente y ser capaz de participar críticamente y de emprender acciones colectivas que conduzcan a la creación o innovación de soluciones a problemas de su entorno social y productivo.

Como se trata es de reestructurar todo el sistema educativo, una propuesta que contribuiría a solucionar en parte el problema de la calidad en la educación superior en cadenas de formación o por ciclos propedéuticos consiste en fusionar el nivel técnico profesional con la educación media, aumentarla a tres años (10°, 11° y 12° grados) y cambiar la actual clasificación de educación media técnica y académica por un *Bachillerato con énfasis en...*, según la vocación en el área de conocimiento que tenga la institución educativa.

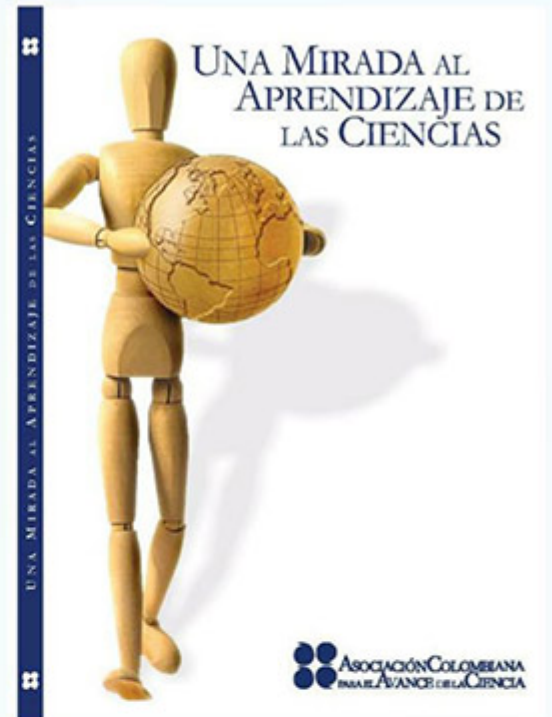
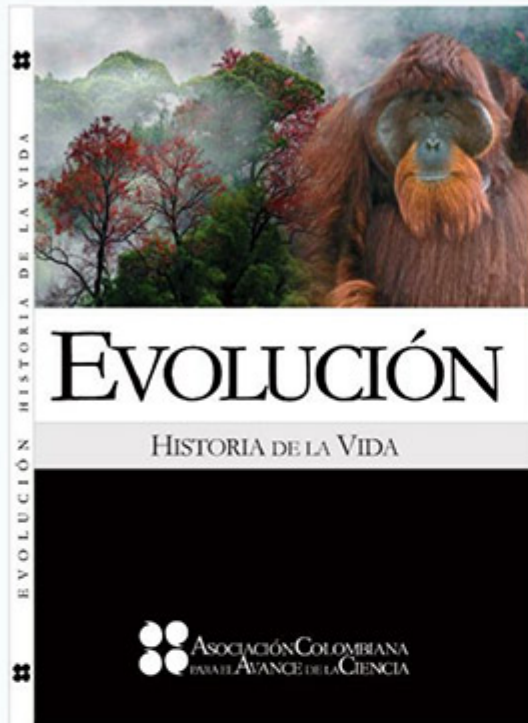
De esta manera, las universidades, el SENA y demás instituciones contarían con indicadores y criterios claros para evaluar las capacidades de ingreso de los aspirantes a cada uno de los ciclos propedéuticos de la educación formal, o a los niveles de la cadena de formación del SENA.

1. "...la educación, la formación y el aprendizaje permanente contribuyen de manera significativa a promover los intereses de las personas, las empresas, la economía y la sociedad en su conjunto [...]"; dejando en claro que "los actores sociales tienen funciones que desempeñar y compromisos que cumplir en apoyo del aprendizaje permanente [...]", reconociendo "que las empresas desempeñan un papel cada vez más destacado en el fomento de la inversión en cuestiones de formación y en la provisión de programas de aprendizaje y formación en el lugar de trabajo [...]", e instando, además, "a los Estados Miembros a que reconozcan formalmente tal aprendizaje, ya se imparta éste por cauces oficiales o extraoficiales, así como la experiencia laboral".

Bibliografía

- Colombia (1992), *Ley 30 de diciembre 28 de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior*, Ministerio de Educación Nacional, Recuperado el 6 de mayo de 2011 de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86437_Archivo_pdf.pdf
- Colombia (1994), *Ley 115 de febrero 8 de 1994, por la cual se expide la ley general de educación*, Ministerio de Educación Nacional, Recuperado el 6 de mayo de 2011 de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Colombia (1994), *Ley 119 de febrero 9 de 1994, por la cual se reestructura el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se deroga el Decreto 2149 de 1992 y se dictan otras disposiciones*, Bogotá, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Publicaciones SENA, 24 p. Disponible en <http://www.sena.edu.co/downloads/Normas%20SENA/ley-119-de-1994.pdf>
- Colombia (2002), *Ley 749 de julio 19 de 2002, por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica, y se dictan otras disposiciones*, Ministerio de Educación Nacional, Recuperado el 6 de mayo de 2011 de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86432_Archivo_pdf.pdf
- Colombia (2006), *Ley 1064 de julio 26 de 2006, por la cual se dictan normas para el apoyo y fortalecimiento de la educación para el trabajo y el desarrollo humano establecida como educación no formal en la Ley General de Educación*, Ministerio de Educación Nacional, Recuperado el 6 de mayo de 2011 de http://www.gobcesar.gov.co/media/Archivos/Normatividad/Leyes/Ley_1064_de_2006.pdf Disponible también en http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2006/ley_1064_2006.html
- Colombia. Presidencia de la República (1980), *Decreto 80 de enero 22 de 1980, por el cual se organiza el sistema de educación postsecundaria*, Documento fotocopiado, Disponible en http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-102556_archivo_pdf.pdf
- Colombia. Presidencia de la República (2004), *Decreto 249 de enero 28 de 2004, por el cual se modifica la estructura del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA*. Recuperado el 6 de mayo de 2011 de <http://www.sena.edu.co/downloads/2004/juridica/decreto-249-de-2004.pdf>
- Colombia. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2001), *Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. Modelo Colombiano*. Bogotá, C. C., Publicaciones SENA.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2004). *R195 Recomendación sobre el desarrollo de los recursos humanos, 2004*, Recuperado el 15 de noviembre de 2004 de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/temas/dialogo/inf_act/rec195.pdf Disponible en <http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convds.pl?R195>
- Parkes, D. (1994), "Competencia y contexto: Visión global de la escena británica", en *Revista Europea de Formación Profesional*, 1(94): 24-30.
- Téllez U., G. (2001), *Proyecto Político Pedagógico de la Nación: Itinerario y Construcción*, Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.
- Vargas, F. (2004), *Cuarenta preguntas sobre competencia laboral*, Montevideo, OIT/Cinterfor, 135 p., Recuperado el 11 de mayo de 2006 de: <http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/temas/complab/xxx/esp/xxv.htm#3> Disponible en <http://www.oitcinterfor.org/publicaci%C3%B3n/40-preguntas-sobre-competencia-laboral>





CULTURA CIENTÍFICA: FACTOR DE SUPERVIVENCIA NACIONAL - José Luis Villaveces
 LA EPISTEMOLOGÍA Y LA HISTORIA EN LA PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS NATURALES - Germán Cubillos Alonso
 LA ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO - Juan Ignacio Pozo
 EL MUNDO NO ES COMO LO PINTAN - Beatriz Helena Robledo
 LA COMPRENSIÓN Y LA EXPLICACIÓN - V CONGRESO NACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA - Dino De Jesús Segura Robayo
 HISTORIA DE LA ELECTROSTÁTICA
 RECONTEXTUALIZACIÓN DE SABERES EN LA ENSEÑANZA - Edwin Germán García
 EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA INVESTIGATIVA - Hugo Cerda Gutiérrez
 LA ACAC EN EL DESARROLLO DE LA CONCIENCIA CIENTÍFICA COLOMBIANA - Teresa León Pereira

LA EVOLUCIÓN COMO PROCESO CREADOR - Francisco J. Ayala
 LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA. ALGUNAS TESIS DE COMPRENSIÓN - Germán Amat García y Orlando Vargas Ríos
 ESPECIE: ¿ES O SON? - Fernando Fernández, Julio Mario Hoyos y Daniel Rafael Miranda Esquivel
 LOS VIRUS DE ARN COMO MODELOS PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN EXPERIMENTAL - Andrés Moya y José Manuel Cuevas
 FILOGENIA GENÓMICA EN MOSAICO EN BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO - Daniel Piñero Dalmau
 FILOGENIA, FORMA Y FUNCIÓN - Susana E. Freire y Liliana Katinas
 MORFOLOGÍA, MOLÉCULAS Y LA HISTORIA DE LA VIDA DE ORTODOXIAS Y HEREJÍAS - Jorge V. Crisci y Juan J. Morrone

Valor: 25.000 c/u
 20% de descuento
 para nuestros asociados

INFORMES

Tel: 315 0734

E-mail. innovacionyciencia@acac.org.co
divulgacion@acac.org.co

EL LUGAR DE LA DIFERENCIA CULTURAL: CAMBIOS EN LA DEFINICIÓN DE LA NACIÓN



MYRIAM JIMENO

PROFESORA TITULAR CENTRO DE ESTUDIOS
SOCIALES CES/DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGÍA,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

msjimenos@unal.edu.co

Cuando recibí la invitación de la XVIII Convención Científica Nacional organizada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC, me sentí muy halagada y también desafiada, pues la invitación me pedía detenerme en el impacto de la investigación de las ciencias sociales sobre el desarrollo productivo del país.

Mi respuesta enfoca a un protagonista central del desarrollo y el avance en ciencia y tecnología: la sociedad. En particular me detendré en ciertos cambios ocurridos durante las tres décadas pasadas en la conciencia nacional frente a la diferencia cultural. La idea que propongo es que este es el principal aporte de las ciencias sociales al país.

Creo que el desarrollo nacional se construye no sólo en función de las condiciones materiales y tangibles, sino que también depende de la capacidad de involucrar a sectores relegados de la sociedad. Esto significa crear condiciones políticas e ideológicas y también condiciones de vida, que liberen en los individuos y en los grupos las fuerzas necesarias para las tareas del desarrollo. Son bien conocidos los trabajos históricos que muestran que los grandes avances tecnológicos y productivos europeos en los siglos XVII al XIX caminaron de la mano de cambios en la libertad individual, en la garantía de los derechos personales, en los límites al poder del soberano y en la participación política, que redefinió el concepto de ciudadanía. Se abrió un nuevo papel para la educación y la producción de conocimientos remodeló la institución universitaria europea. Algunos de estos estudios muestran que fueron estos factores los que decidieron la suerte del desarrollo de Europa occidental en contraste con el declive de milenarias civilizaciones orientales. Por ejemplo, la decadencia del imperio turco-otomano, cuyos adelantos en muy diversos campos del arte y la técnica superaban a los europeos en el siglo XV.

Mi propuesta, entonces, es que la contribución más notable de las ciencias sociales en Colombia no son los numerosísimos estudios, informes, evaluaciones y recomendaciones sobre los más variados temas del desarrollo realizados desde su consolidación en los últimos cincuenta años, sino que su contribución central al país es que ha incidido y continúa trabajando en la redefinición de una nación más incluyente. En particular, en una nación más incluyente de la diferencia cultural mediante la crítica del racismo y la exclusión y subordinación étnico cultural. La cosecha será la participación de la variedad étnico cultural que cobijamos como aliados en un proyecto de desarrollo nacional. Ya no vistos como rezagos que nos pesan o nos obstruyen, como personas que viven encerradas en sus propias tradiciones, sino como lo que en verdad son: pueblos dinámicos, entrecruces de siglos de intercambio, que desean y luchan por tener un lugar digno y apropiado en la nación colombiana.

Voy entonces a referirme de manera breve al papel de la diferencia cultural en la dinámica de las sociedades y, en segundo lugar, a uno de los ejemplos de estos logros en Colombia, la Constitución Política de 1991.



Tzvetan Todorov es un filósofo búlgaro-francés que recibió hace dos años el premio Príncipe de Asturias en Ciencias Sociales por su obra, en especial por su libro *El miedo a los bárbaros* (2008). “El miedo a los bárbaros es lo que amenaza con convertirnos en bárbaros” (pp. 18). Esa es su tesis central. Vivimos en un mundo en el que la revolución tecnológica ha puesto en contacto los más disímiles pueblos y las sociedades del planeta se relacionan mucho más entre sí. Pero esta situación lo que ha provocado es “la yuxtaposición de contrastes en la que lo arcaico cohabita con lo ultramoderno” (pp. 14). Digamos la tanga con el velo o la burka. Y esto le abrió la puerta a nuevos conflictos.

Así que podemos decir que el desarrollo ahora depende de nuestra capacidad para resolver estos nuevos conflictos. Y de resolverlos, no como bárbaros, sino como civilizados. Civilizados, nos propone Todorov, no son los que más han estudiado ni los que saben más. Civilizados son los que reconocen al otro, al que no habla, ni viste ni piensa como nosotros, como un igual digno de respeto. Civilizados son los que admiten que el otro puede tener un lugar en nuestro propio mundo. Bárbaro es quien combate la diferencia por miedo, por interés u otras razones, y le niega la igualdad en la convivencia. Bárbaro también es un fanático, que como lo explica el escritor israelita Amos Oz (2002), piensa en absolutos y pretende homogeneizar a los otros en nombre de su propio bien y desde una pretendida superioridad moral.

Contra la barbarie hay que asentar la civilización, que es la aceptación de que la diferencia cultural hace parte de la condición humana. El contraste entre los modos de vida, entre las formas de pensar y de actuar en las sociedades humanas, es decir, la diferencia cultural, es justamente lo que ha dado lugar a su inmensa variedad y extensión planetaria. No obstante, esa misma pluralidad ha servido para marcar distinciones entre unas y otras sociedades e incluso ha sido medio de jerarquización y subordinación. Aunque el contraste cultural escapa de la intención calculada, sí puede ser usado de manera deliberada de formas muy variadas.

En Colombia, las ciencias sociales, y en especial la antropología por su razón de ser disciplinaria, han abordado la diferencia desde dos grandes ángulos: por un lado como conocimiento de las formaciones sociales y sus particularidades; por el otro como crítica del racismo y la exclusión. Conocimiento y crítica confluyeron al lograr, de forma paulatina y por supuesto aún incompleta, incidir sobre las formas de pensar y los mecanismos de la exclusión y la discriminación étnico cultural. Uno de sus frutos fueron los cambios constitucionales de 1991. En ese entonces las organizaciones indias e intelectuales de diversas áreas, apoyaron la formulación de derechos especiales para las sociedades indias y sentaron las bases para los de otras, como los afrocolombianos. Detengámonos brevemente en ese proceso.

El proceso de la Constitución de 1991

En 1973, con ocasión de uno de los primeros encuentros realizados entre indígenas, un grupo de éstos, proveniente de distintos lugares de Colombia, ocupó un recinto hasta entonces reservado para las grandes ocasiones y los grandes personajes: el Paraninfo de la Universidad del Cauca en la señorial ciudad de Popayán, al sur occidente de Colombia. Detrás de la mesa principal lucía un gran fresco de próceres de mostacho y prelados en ropas púrpura, orgullo de la que fuera una región de primera importancia en el orden colonial hispánico. Ningún rostro indígena entre ellos. En ese momento el uso del Paraninfo para la reunión de indios simbolizó el anhelo de sectores sociales —tanto indios como no indios— por ganar respeto y equidad en la relación entre los pueblos indígenas y el conjunto de la sociedad nacional. Representó también la osadía con la que encaraban el reto político, que desde ya se vislumbraba como necesidad de recrear los marcadores simbólicos nacionales. Los indios, y el puñado de activistas e intelectuales que los apoyaban, estaban convencidos de que la suya era una lucha por ampliar la democracia en el país y que implicaba reconocer derechos particulares a las poblaciones amerindias.

Pero buscar un mejor lugar para los pueblos indígenas significaba lograr convencer a muchos de que este no era tan sólo un tema de justicia social. Quisiera proponer que la cuestión indígena en Colombia, donde la población indígena es una pequeña minoría demográfica regada por el territorio nacional, es una arena de negociación, confrontación e intercambio entre muy diversos actores sociales y no meramente un asunto de confrontación entre Estado nacional e indígenas. Desde mi punto de vista la cuestión indígena no está pues encapsulada en las organizaciones indias, hoy en día relativamente consolidadas, ni en la acción, omisión y reacción institucional frente a determinados asuntos, como tampoco en la letra de la ley. Además de ser un campo cruzado por múltiples agentes sociales en disputa, es un terreno de activa creación simbólica. En torno al tema indígena convergen y se debaten intereses y aspiraciones de sectores sociales muy diversos, que acuñan en el proceso nuevas representaciones e interpretaciones y ensayan lenguajes renovados. Este es un terreno de luchas de política



© Susana Carrié

cultural en el que ganar espacio implica obtener el respaldo de muchos no indígenas dentro del país y, por supuesto, en escenarios internacionales. Por esto el reconocimiento de derechos no es un simple derivado de una orientación constitucional o de otra normatividad. Más bien al revés, la normatividad testimonia el momento que atraviesa esa lucha cultural, incluso en la carencia de una imposible coherencia integral. La multiplicidad de actores en convergencia, y al mismo tiempo en divergencia, hace difícil sostener sin conflictos los logros de un momento y hace necesario renegociaciones sucesivas. No se obtienen logros definitivos en este campo móvil por su naturaleza misma plural y política. Este es el caso de los avances en el reconocimiento de la diversidad cultural por la Constitución Política de 1991 en Colombia. Fue en razón de una lucha de política cultural amplia, como fue posible que tan sólo dos representantes indios entre los 72 que conformaron la constituyente que modificó la Constitución Política de Colombia en 1991, lograran un conjunto de disposiciones que plasmaron anhelos de décadas de lucha. Y los logros constitucionales, importantes como lo han sido, se acotan en la dinámica social, de la que surgen nuevos retos.

Valen la pena unas pocas palabras para recordar que la Constitución Política de 1991 no sólo consideró lo indígena o amerindio, sino que colocó el respeto a la diversidad cultural de la nación colombiana como un marco general de referencia. Reconoció “la igualdad y dignidad de todas las culturas que conviven en el país” y caracterizó al país como “multiétnico y pluricultural”. Fue así como otros grupos étnico culturales tales como las poblaciones negras, lucharon por su propio reconocimiento. Carentes en ese momento de la fuerza organizativa y la acumulación simbólica indígena, sus logros no son aún comparables con los de los indígenas. No obstante, el debate que se extendió por el país, a través de mesas preparatorias, sirvió como amplificador del movimiento de negritudes que desde entonces se reivindicó como *afrocolombiano*. Su logro más importante fue la ley de Comunidades Negras expedida en 1993 como desarrollo de un pequeño inciso, artículo 55 transitorio, en la Constitución Política (véanse Arocha, J. comp., 2004; Arocha, J., 2004; Restrepo, E., 1998).

La constitución y los pueblos indios

Los cambios en el marco jurídico nacional respecto a los indios fueron el fruto de al menos dos décadas precedentes de organización, reclamos, argumentos y movilizaciones en las que confluían indígenas, activistas políticos e intelectuales de muchas partes del mundo. Se enmarcaron en el auge de reivindicaciones indias en toda América Latina en el comienzo de los años setenta (Jimeno, M., 2006; Rappaport, J., 2005; Gros, C., 1993). El logro de consolidar las reivindicaciones ha sido producto de organizaciones locales que alcanzaron proyección nacional mediante un proceso de activa producción cultural en el cual construyeron un imaginario político con sentido para sectores urbanos de la población. Así, algunos no indios encontraron en las aspiraciones étnicas un lenguaje con el cual expresar deseos de ampliación de la democracia e ideales de resistencia cultural: esto permitió colocar el respeto a la diversidad cultural en la agenda política colombiana. Por esto, más allá de obtener interlocución con agencias estatales y demandar reivindicaciones puntuales, les fue preciso adentrarse en el terreno de las luchas por la representación de la diferencia cultural, las luchas simbólicas por la clasificación social como las llamó Bourdieu (1982). Esto implicó modificar las categorías de auto identificación india y también influir en las apreciaciones, percepciones y actitudes de los otros, pues la reivindicación identitaria, como Virginie Laurent (2005) lo plantea, tiene como trasfondo cambios más amplios en las representaciones del poder.

El reconocimiento constitucional de la diversidad cultural en la Constitución Política del año 91 se concretó en derechos particulares y específicos para los pueblos indígenas: a la tierra, la educación, la salud, la cultura, la jurisdicción en su territorio, la lengua, pero, sobre todo, adoptó la forma de *derechos colectivos para sujetos colectivos* como lo ha planteado Esther Sánchez (2004 y 2006). La Corte Constitucional como vigilante del cumplimiento de la norma ha dicho en algunas sentencias que el cumplimiento de estos derechos "tiene imperio y preferencia" cuando entran en conflicto con otras disposiciones nacionales. No obstante, los derechos especiales tienen un desarrollo dispar mediado por la capacidad organizativa y de acción de cada grupo, por la heterogeneidad de situaciones locales, así como por los intereses múltiples que entran en juego en cada caso.

Acontecen, entonces, negociaciones complejas en las que se protegen, al tiempo, la diferencia y el asumir funciones estatales. Por ejemplo, atribuciones en relación con impartir justicia o proteger el territorio; o dirimir entre indios con credos católicos y los que practican otros, entre la cosmovisión indígena y los grupos armados. Se ponen así en evidencia los circuitos múltiples con los cuales los pueblos indios se conectan con el Estado y la sociedad dominante, que hacen necesaria la traducción de conceptos y el ajuste de estrategias de la sociedad dominante.

Por otra parte, como lo vemos con el ejemplo de los afrocolombianos en el Litoral del Pacífico, los derechos colectivos particulares están mediados, sin duda, por la intensidad variable del conflicto interno colombiano. Los grupos armados opuestos se disputan el control de zonas enteras y la población civil es apenas un peón en el juego mortal de la confrontación. En la actualidad es urgente detener el acoso armado que muchos pueblos sufren y que ha significado ocho mil familias indígenas inscritas como desplazadas, cerca de dos mil quinientas con atención humanitaria, dirigentes muertos y medidas cautelares de protección de derechos humanos para siete pueblos distintos: kankuamo, wiwa, embera chamí, pijao, paez y wayú (habitan en Cesar, Córdoba, Caldas, Tolima, Cauca y Guajira según datos del Ministerio del Interior y de Justicia).

Una breve revisión de las sociedades indígenas actuales

En Colombia, las sociedades indígenas son una minoría bastante heterogénea y diversificada: las fuentes oficiales hablan de 850.000 indígenas pertenecientes a 82 pueblos diferentes, con 64 lenguas habladas (14 familias lingüísticas). La variedad de sus culturas y la dispersión de su localización es un rasgo peculiar de la situación indígena en Colombia (véanse Jimeno y Triana, 1985; Arango y Sánchez, 1998; Laurent, 2005). Si los colombianos somos cerca de 43 millones, la población indígena representa el 2% del total nacional. La mayor parte de la población indígena en Colombia reside en el occidente y sur occidente (Departamentos de Cauca, Nariño y Chocó) y la península de la Guajira, límite con Venezuela. Algo más de la mitad vive en la región andina, la costa Caribe y los valles interandinos, mientras un cuarto reside en zonas selváticas. El grupo más numeroso son los páez o nasa —su propia denominación— con cerca de 170.000 personas. La mayoría de los nasa ocupa tierras reconocidas desde tiempos coloniales como resguardos indígenas. Precisamente en el Cauca, entre los páez, guambiano y yanacóna, surgió en 1971 la primera organización reivindicativa indígena contemporánea, el Consejo Regional Indígena del Cauca, CRIC. “Tierra y cultura”, fue su lema inicial.

Le siguen en número los guajiro, autodenominados wayú. Sociedad de pastores, ascienden a unos 150.000 individuos que ocupan, cada vez con menos movilidad, las tierras semidesérticas de la península norte de Colombia, la Guajira. Otros grupos demográficamente importantes son los embera (40.000), habitantes de las selvas húmedas del nor occidente del país y de algunas áreas aledañas de la cordillera occidental. Los páez, los wayú, los embera y los indígenas nariñenses, llegan a ser poco más de la mitad de la población indígena colombiana, mientras el resto se divide en 78 grupos distintos.

Los pobladores de la Amazonía tienen un menor número de habitantes pero una gran variedad de grupos étnicos: se registran 62 distintos (Amazonas, Vaupés, Guaviare y Putumayo). La población indígena allí es significativa dentro del conjunto regional: por ejemplo, en el Vaupés son el 75% de la población y en Guanía el 41%. Si bien comparten entre sí numerosos aspectos culturales, se diferencian en la lengua pues son hablantes de diez familias lingüísticas y también por las muchas modalidades de relación con la sociedad nacional. La diversidad lingüística y cultural amazónica es, sin duda, excepcional.

Aparte de los mencionados, existen otros grupos menos densos en población pero igualmente complejos en cuanto a sistemas culturales y manejo ambiental. Habitan rincones del territorio colombiano como la Sierra Nevada de Santa Marta donde están los koguí, los arhuaco o ijka y los kankuamo, los cuna en la frontera con Panamá, los barí, en la de Venezuela. Los U’wa, antes denominados tunebo se asientan desde tiempos prehispánicos en diferentes alturas de una serranía de la cordillera de los Andes (Sierra Nevada del Cocuy), hacia Venezuela y son cerca de cuatro mil personas. Tuvieron una prolongada relación con misioneros católicos. Desde 1992 han sido el centro de un debate continuo, cuando la empresa estatal de petróleo firmó un contrato de exploración de petróleo en el oriente colombiano con la multinacional Occidental Petroleum Company (OXY) que cubría parte del territorio reconocido legalmente como “resguardo” indígena.

En resumen, once artículos de la Constitución pormenorizan los derechos especiales (Osorio y Salazar, 2006; Sánchez, 2004). Un artículo, central, da garantías a la propiedad territorial pues consideró como territorios indígenas aquellas áreas que éstos han poseído “de manera regular y permanente” y que “constituyen el ámbito tradicional de sus actividades sociales, económicas y culturales”. Reafirma que “los resguardos son de propiedad colectiva y no enajenable”. Dentro de estos territorios se reconoce la jurisdicción de las autoridades indígenas tales como los cabildos y otras formas, que tienen competencia de autoridad para velar por el uso del suelo, la protección ambiental y el poblamiento; pueden diseñar planes de desarrollo económico y social, y promover y distribuir las inversiones públicas en coordinación con las entidades del caso. También pueden conformar entidades territoriales indígenas que son equivalentes a una unidad político administrativa. La posibilidad de planificar su futuro con relativa autonomía se reforzó al considerar a los resguardos indígenas como equivalentes

a los municipios, lo que significa que pueden participar de los ingresos del país. Esto ha incentivado la construcción de planes de vida en numerosas comunidades e incluso algunos, como los diseñados por los resguardos del norte del Cauca, se han convertido en modelos con premios internacionales a la autogestión. Esta asignación de recursos, dicen muchos críticos, abrió una competencia entre los propios indígenas por apropiarse de ellos y ha dado lugar a las prácticas muy extendidas en Colombia de corrupción y formación de grupos que intercambian favores o clientelismo.

Adicional a las garantías sobre el territorio, los indígenas tienen derecho a una educación intercultural que valore sus tradiciones y la enseñanza de sus lenguas: “la educación en comunidades con tradiciones lingüísticas propias será bilingüe”, dice la Constitución. Las lenguas nativas son oficiales en sus territorios. Las autoridades propias tales como los cabildos, los consejos, las asambleas, o las autoridades espirituales (chamanes, mamos, taitas, etc.) tienen competencia para resolver conflictos en materias tales como disputas entre vecinos o familiares. Tienen, pues, funciones de autoridad “de conformidad con sus propias normas y procedimientos”, siempre que éstas no sean contrarias a la Constitución y las leyes generales. Esto significa que la autoridad indígena no puede vulnerar los derechos individuales de sus miembros, como atrás se dijo, y que debe existir coordinación con el sistema judicial nacional (Stavenhagen, 2002; Osorio y Salazar, 2006). En cuanto a representación política, la circunscripción nacional especial para las comunidades indígenas permite elegir a tres parlamentarios (Senado y Cámara) al Congreso de la República.

Algunos críticos consideran que las nuevas competencias de los indígenas como autoridades locales son un desplazamiento inaceptable de funciones del Estado y serían un derivado de la política neoliberal de achicamiento y derivación del desempeño estatal (Padilla, 1996). No lo ven así los propios indígenas, más interesados en fortalecer “una política propia” para la que han trabajado por décadas, y no en discusiones altamente abstractas (Rappaport, 2005).

Conclusiones

Así, es relativamente claro que las disposiciones constitucionales y las orientaciones generales se realizan de manera diferencial según las condiciones y las capacidades organizativas de la variedad indígena en Colombia. Las orientaciones legales a menudo no llegan a modificar las fuerzas locales o bien en la práctica se ignoran ciertas disposiciones. Existe entonces un margen amplio de contradicciones y desajustes entre un terreno ideo-político ganado para los pueblos indígenas y el ejercicio de las acciones indigenistas.

Existen también límites propiamente jurídicos a las disposiciones especiales indigenistas; pero entre los límites de hecho, el más inquietante es el derivado de la confrontación interna. Además de los ataques directos a personas por uno u otro grupo armado, las presiones que ejercen sobre los integrantes y dirigentes indios condicionan las reivindicaciones.

Lo que pretendo con esto es poner de presente que Colombia, con el aporte de las ciencias sociales, ha avanzado en el reconocimiento de la diversidad étnico cultural. Hay sin embargo que contar con las dificultades que van aparejadas con la aplicación y desarrollo de las normas constitucionales y con la confluencia de intereses cruzados que no hacen previsible los desenlaces. Me parece tan sólo, para concluir, que desde cuando se inició en los años setenta el movimiento indígena contemporáneo en Colombia, los indígenas han podido trazar sus rostros en el fresco de la imagen nacional. Para lograrlo han tenido que realizar un intenso trabajo de producción e inclusión cultural que permitió, entre otros, un discurso que les hablara a colombianos y extranjeros de ideales de integridad, pureza, conservación ambiental, espiritualidad, encuentro con la naturaleza, democracia participativa.

Esta acción social tuvo el terreno abonado por el conocimiento y la crítica sostenida que hicieron las ciencias sociales desde el fin de los años cuarenta contra el racismo y la exclusión étnico cultural. Las organizaciones indígenas tomaron de ellas elementos, sobre todo el concepto de cultura y la idea de respeto a la diversidad. Esas organizaciones, surgidas desde el inicio de los setenta se originaron en

demandas y reivindicaciones locales: no pago del impuesto de terraje a los dueños de haciendas, recuperación de tierras de resguardo, oposición a la imposición cultural de misioneros católicos, respeto a las lenguas indígenas en la escuela. Pero poco a poco pasaron de organizaciones locales a ser complejas dirigencias y organizaciones nacionales con entronques globales. Sus demandas se volvieron más políticas, menos locales y particulares, e hicieron suyos horizontes de trabajo cada vez más amplios.

La cuestión indígena es ya un campo vasto en el que convergen y se oponen fuerzas múltiples y en el que, por lo mismo, no hay victorias definitivas. No obstante, los pueblos indios han sido los catalizadores de categorías nuevas de identificación positiva, de nuevas formas de conciencia nacional, que fortalecen las condiciones de la democracia en el país. Son contribución a una pintura más incluyente de la historia nacional. Esto es importante porque así construyen mejores condiciones de vida. Pero sobre todo, porque no tendremos otros conflictos que consuman nuestras energías y recursos, además de los que ya nos desgastan. Habremos contenido la barbarie y usado la civilización.

Bibliografía

- Arango, R. y Sánchez, E. (1998), *Los pueblos indígenas de Colombia*, Bogotá, Tercer Mundo, DNP.
- Arocha, J. (2004), "La ley 70 de 1993: Utopía para afrodescendientes excluidos", en *Utopía para los excluidos. El multiculturalismo en África y América Latina* (Jaime Arocha, comp.), pp. 159-178. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Colección CES.
- Arocha, J. (comp.). (2004), *Utopía para los excluidos: El multiculturalismo en África y América Latina*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Colección CES.
- Bourdieu, P. (1982), *Ce que parler veut dire*, Paris, Fayard.
- Gros, C. (1993), *Colombia indígena: Identidad cultural y cambio social*, Bogotá, CEREC.
- Jimeno, M. (2006), *Juan Gregorio Palechor: Historia de mi vida*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Estudios Sociales CES/ CRIC/ ICANH/ Universidad del Cauca.
- Jimeno, M. y Triana, A. (1985), *Estado y minorías étnicas en Colombia*, Bogotá, Cuadernos del Jaguar.
- Laurent, V. (2005), *Comunidades indígenas, espacios políticos y movilización electoral en Colombia, 1990-1998*, Bogotá, Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) e Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA).
- Osorio, L.C. y Salazar, F. (2006), *Derechos humanos y pueblos indígenas en Colombia*, Bogotá, Fundación Hemera/Programa Presidencial de Derechos Humanos.
- Oz, Amos (2002), *Contra el fanatismo*, Madrid, Siruela.
- Padilla, G. (1996). "La ley y los pueblos indígenas en Colombia", en *Journal of Latin American Anthropology*, 1(2): 78-97.
- Rappaport, J. (2005), *Intercultural utopias: Public intellectuals, cultural experimentation, and ethnic pluralism in Colombia*, Durham, Duke University Press.
- Restrepo, E. (1998), "La construcción de la etnicidad: Comunidades negras en Colombia", en *Modernidad, identidad y desarrollo* (María Lucía Sotomayor, comp.), pp. 341-359, Bogotá, ICANH / Colciencias.
- Sánchez, E. (2004), *Derechos propios: Ejercicio legal de la jurisdicción especial indígena en Colombia*, Bogotá, Procuraduría General de la Nación.
- Sánchez, E. (2006), *Entre el juez Salomón y el dios Sira: Decisiones interculturales e interés superior del niño*. Bogotá, UNICEF, Universiteit Van Ámsterdam.
- Stavenhagen, R. (2002), "Los derechos indígenas: Algunos problemas conceptuales", en *Etnopolíticas y racismo: Conflictividad y desafíos interculturales en América Latina* (Carlos Vladimir Zambrano, comp.), pp. 151-173, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales.
- Todorov, T. (2008), *El miedo a los bárbaros: Más allá del choque de civilizaciones*, Madrid, Galaxia Gutenberg.

Insectos invasores en los tiempos del cambio climático

GERMÁN AMAT-GARCÍA

Mg. Sc. PROFESOR ASOCIADO, EN DEDICACIÓN EXCLUSIVA.
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ.
gdamatg@unal.edu.co

EDUARDO AMAT-GARCÍA

Mg. Sc. DOCENTE-INVESTIGADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS FORENSES Y SALUD, TECNOLÓGICO DE
ANTIOQUIA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, MEDELLÍN, COLOMBIA.
ecamat@gmail.com

EDWIN ARIZA-MARÍN

ESTUDIANTE ÁREA CURRICULAR DE BIOLOGÍA.
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ.
erarizam@unal.edu.co

Introducción

Biodiversidad y cambio climático se han convertido en importantes disciplinas del conocimiento científico en la última década; sus postulados teóricos, basados en los datos científicos, le están advirtiendo a la humanidad sobre el carácter finito del universo biológico y su entorno abiótico. La biota del mundo no solo está sometida a la presión acelerada de la extinción, sino a cambios dramáticos en la distribución natural de las especies, con severas consecuencias en la dispersión, replanteándose así el fenómeno invasivo de los organismos vivos. La entomología, disciplina científica que estudia los aspectos biológicos de los insectos, ha demostrado que estos organismos, además de evidenciar fenómenos de diversificación y adaptación biológica (se conocen casi 1.005.000 especies descritas, ocupando el 70% de los hábitats disponibles para el conjunto de seres vivos del planeta), son excelentes indicadores de las invasiones biológicas, desencadenadas principalmente por la transformación del paisaje natural y el agotamiento de los recursos del planeta. En este artículo se exponen las características que hacen de un insecto un invasor, los factores que más inciden en su distribución, sus impactos y un vistazo a las especies reconocidas como invasoras en el país. Se destaca en el presente ensayo el registro que hacen los autores, por primera vez, de dos nuevas especies de insectos invasores en Colombia.

Insectos e invasiones

Se entiende como *invasión biológica* a un proceso de movilización de especies desde su lugar de origen (generalmente los individuos son transportados por el ser humano); en su dinámica ecológica, mas no histórico-evolutiva, se requieren mecanismos de dispersión, introducción y establecimiento de individuos de la población. En esta última fase, si se cumple la reproducción, no deberá haber ninguna injerencia humana y el sobrecrecimiento poblacional deberá generar desequilibrios y nuevos procesos invasivos. Las invasiones biológicas corresponden a la segunda causa de pérdida de su biodiversidad, además de ser un factor de ruptura en el equilibrio ecosistémico y el responsable de grandes pérdidas económicas asociadas a las prácticas agropecuarias y a problemas de salubridad humana. La primera alusión a los insectos como invasores se conoce de Zimmerman (1948), que en su estudio sobre los insectos de Hawaii se refiere a dos grupos de especies: inmigrantes e introducidas; el segundo caso se posibilitó el ingreso de especies por mediación humana para fines de biocontrol.

La categorización de un insecto invasor es problemática dada la complejidad del proceso de invasión, ya que deben tenerse en cuenta factores espaciales, temporales, la biología del insecto invasor y la naturaleza del ecosistema susceptible a ser invadido. Sin embargo, es pertinente adoptar definiciones de referencia para la comprensión y manejo de los eventos invasivos y sus consecuencias (Tabla 1).

Término	Definición	Ejemplo
Insecto nativo	Cuenta con poblaciones dentro del rango de distribución natural conocido para la especie.	Insecto palo andino: <i>Autolyca bogotaensis</i> de la cordillera oriental de Colombia.
Insecto sinantrópico	Especie cuyos hábitats están antropizados en menor o mayor grado.	Mosca doméstica: <i>Lucilia sericata</i> <i>Calliphora vicina</i>
Insecto introducido	Especie con individuos fuera del rango natural de la especie, sus procesos de dispersión están facilitados por acciones humanas, aunque no se conocen muy bien los impactos negativos	Cucaracha doméstica: <i>Periplaneta americana</i> <i>Blattella germanica</i>
Insecto naturalizado	Especie que, después de invadir, es capaz de reproducirse y mantener una población viable sin la intervención humana. No se conocen muy bien sus impactos negativos, pues pueden estabilizarse.	Avispa biocontroladora: <i>Trichogramma spp</i> Escarabajo estercolero: <i>Dichotomius spp.</i>
Insecto invasor	Especie que se dispersa, coloniza y se establece en hábitats naturales o perturbados. Impactos negativos evidenciados.	Pito, vector de la enfermedad de Chagas <i>Rhodnius prolixus</i>
Insecto invasor exótico	Especie invasora con dispersión a gran escala (ámbito intercontinental o biogeográfico). Impactos negativos conocidos.	Mariquita asiática: <i>Harmonia axyridis</i>
Insecto invasor nativo	Especie invasora con dispersión a mediana y pequeña escala (regional y local, respectivamente). Impactos negativos conocidos.	Escarabajo de las palmas: <i>Cyclocephala forsteri</i>
Insecto invasor de hábitats naturales	Especie que se establece en hábitats naturales, competidores ecológicos, se apropian de un nicho y con efectos discretos (ecosistémicos) o altamente negativos (biodiversidad, salud).	Escarabajo estercolero africano: <i>Digitonthophagus gazella</i>
Insecto invasor de hábitats modificados por el hombre	Especie que además de establecerse en hábitats antropizados tiene impactos negativos severos (comportamiento de plaga al reducir considerablemente la productividad primaria disponible para el hombre). Impactos económicos y/o de salud pública.	Broca del café: <i>Hypothenemus hampei</i>

Tabla 1.

Términos, definiciones y ejemplos relacionados con el papel de los insectos en las invasiones biológicas (basado en varias fuentes).

Los mecanismos de invasión en los insectos pueden darse a gran escala (intercontinental o biogeográfica), ocupando áreas de otra región biogeográfica; los individuos de estas especies, una vez introducidos, exhiben patrones de expansión geográfica en áreas donde localmente no son especies nativas; este comportamiento corresponde al de las especies invasoras exóticas. Las especies invasoras nativas lo hacen a mediana y pequeña escala, de manera que son miembros de una biota que no es ajena, pero con un establecimiento poblacional en un ámbito local. El establecimiento de tales especies, ya sean exóticas o nativas, no solo tienen consecuencias negativas en los ecosistemas (naturales o artificiales), sino también en la economía. Los impactos de la invasión del picudo del algodón *Anthonomus grandis*, por ejemplo, ha generado pérdidas de 15 billones de dólares en el período 1893-2002 en los Estados Unidos (Wheeler y Hoebeke, 2009). Es necesario subrayar que un insecto plaga no necesariamente tiene que ser invasor.

Las especies invasoras nativas son las primeras en llegar a los hábitats naturales que han sido intervenidos por acciones humanas como las quemadas controladas, tala de bosques, implantación de cultivos, etcétera. Debido a su amplio rango ecológico (convergente con la alta capacidad de dispersión), invaden nuevas zonas afectando sensiblemente la productividad primaria disponible para el hombre (plagas). El arribo de especies se puede inducir bajo acciones humanas, ya sea de manera intencionada o fortuita; posteriormente, la especie se establece en un territorio, en donde los recursos del nuevo hábitat y la capacidad invasiva de la especie son preponderantes. Como fase final de este ciclo dinámico, la población es viable reproductivamente, con la posibilidad de colonizar e invadir nuevos ambientes similares al invadido inicialmente.

Distribución y biología de insectos invasores

Los insectos invasores, como la mayoría de especies, están regulados en su distribución por factores ecológicos y/o históricos que van desde la cantidad de recursos y la restricción impuesta por los factores ambientales e, incluso, la intervención directa de factores antrópicos o de azar (Figura 1). La manera como han interactuado estos factores a través del tiempo es lo que determina un patrón "x" de distribución en una especie "z" y por regla general se asocia a una área de distribución, casi siempre discontinua y representada en un mapa.

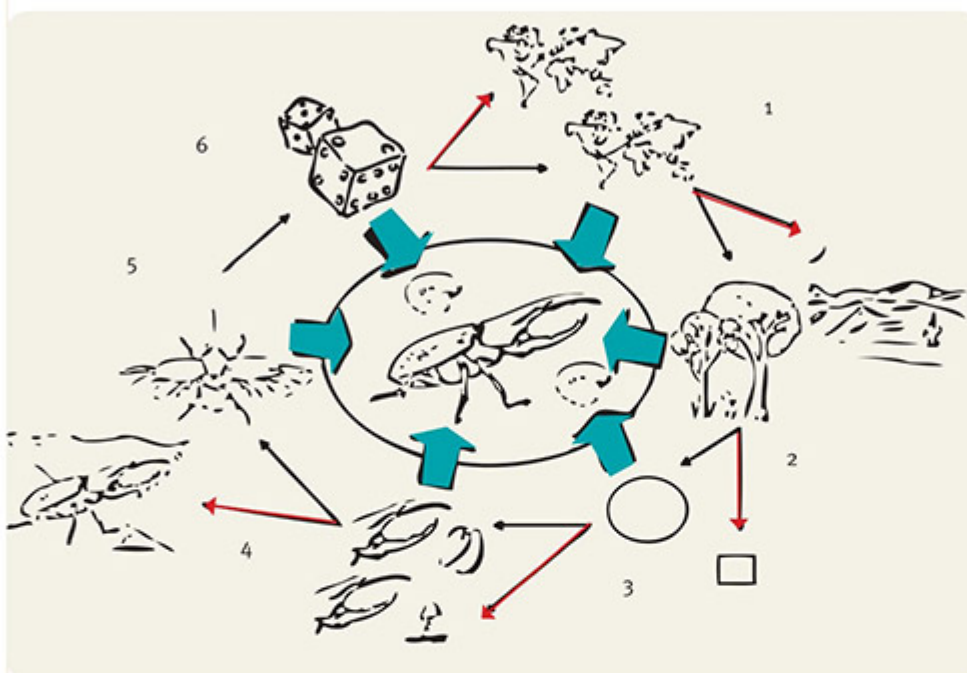


Figura 1.

Principales factores que explican la distribución actual de un insecto invasor: 1) barreras geográficas; 2) factores ambientales y recursos; 3) tamaño de áreas para poblaciones viables; 4) interacciones con otras especies, incluida el hombre; 5) capacidad de dispersión; 6) azar.

La ausencia en la distribución espacial de una especie puede significar, en primera instancia, escasez de recursos y/o factores ambientales altamente restrictivos. Estas interpretaciones le confieren a los estudios sobre distribución de especies, sobre todo invasoras, una gran pertinencia. En estos estudios se pueden reconocer tres fases: una *fase descriptiva*, en la que se identifican patrones; una *fase analítica*, en la cual se explican los procesos responsables en la delimitación de dichas áreas; y una *fase predictiva*, en la cual se proponen áreas con presencia potencial de especies gracias a los sistemas de información geográfica, cuyas bases de datos se apoyan en la información taxonómica, ecológica y biogeográfica.

La capacidad invasiva del insecto es muy exitosa si la especie tiene un amplio rango en sus hábitos alimenticios, una alta capacidad de dispersión, alta tasa de reproducción, baja tasa de mortalidad y una excelente condición de especie competidora. Los insectos con estas características aseguran la colonización de un gran número de hábitats, perfilándose así su condición de invasor modelo.

En Colombia se tienen registros aislados de insectos invasores (Tabla 2), pero no se tiene un inventario completo y organizado que presente las categorías de invasión, con sus referentes geográficos y temporales. El escarabajo estercolero africano o *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae), por ejemplo, corresponde a un insecto invasor exótico (Figura 2); esta especie de origen indo-africano se caracteriza por habitar lugares soleados y abiertos como las sabanas. Esta especie coprófaga (que se alimenta de excremento) fue introducida intencionalmente a los Estados Unidos en 1972 para remover el excremento del ganado y como control biológico de dípteros y helmintos que afectaban de forma negativa a especies de pastoreo y a los humanos. Su éxito como invasor se

explica por su rápido crecimiento poblacional (a tal punto que una hembra puede tener hasta cien descendientes en un lapso de tiempo aproximado de un año) y su alta capacidad de dispersión a través del vuelo (entre 50 y 103 km/año); esto facilitó la dispersión a lo largo de la Costa Pacífica, colonizando Centroamérica y algunos lugares de Suramérica (Barbero y López, 1992). Su presencia en Colombia se registró por primera vez en la Isla de San Andrés y algunos años más tarde se dio a conocer a nivel continental en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Guajira, Cesar, Magdalena y Casanare (Noriega *et al.*, 2006). Se cree que su arribo al país se llevó a cabo por el norte debido a condiciones ambientales similares a las de su hábitat natural; hoy, está comprobado que esta especie afecta la estructura del ecosistema al competir directamente con especies nativas que ocupan su mismo nicho.

Tabla 2.

Presencia de algunas especies de insectos invasores en Colombia (basado en varias fuentes).

Insecto invasor	Información base	Referencia
ORTHOPTERA: Acrididae Langosta llanera: <i>Rhammatocerus schistocercoides</i> .	Insecto herbívoro gregario, voraz y con una alta capacidad de dispersión. Su impacto se conoció al invadir áreas de cultivos y pastos en la Orinoquia en 1994.	Cotes <i>et al.</i> , 1997.
COLEOPTERA: Coccinellidae Mariquita asiática: <i>Harmonia axyridis</i>	Especie introducida a Suramérica para prácticas de biocontrol en Mendoza (Argentina) en 1990. Se dispersó y se convirtió en especie invasora rápidamente. En Colombia se conoció su presencia en febrero de 2011.	Grez <i>et al.</i> , 2010. Este estudio.
COLEOPTERA: Melolonthidae Escarabajo de las palmas: <i>Cyclocephala forsteri</i>	Escarabajo polinizador en ambientes naturales de la Orinoquia. Sus larvas, de hábitos rizófagos, afectan el sistema radicular en plantas de cultivo, a las que invade por escasez de recursos de su población parental. No se conocía en el país hasta marzo de 2011.	Este estudio.
COLEOPTERA: Scarabaeidae Escarabajo estercolero africano: <i>Digitonthophagus gazella</i>	Se conocen sus rutas de dispersión en América. Pudo ingresar al país en 1995, por San Andrés. Especie coprófaga altamente competitiva.	Barbero y López, 1992; Noriega <i>et al.</i> , 2006.
COLEOPTERA: Scolytidae Broca del café: <i>Hypothenemus hampei</i>	Especie originaria de África ecuatorial. Primer registro en América procedente de Sao Paulo, Brasil (1913). A Colombia pudo ingresar por la frontera ecuatoriana en 1988.	Vélez-Ángel, 1997
COLEOPTERA: Curculionidae Picudo del algodón: <i>Anthonomus grandis</i>	Especie originaria de México. Invadió por primera vez áreas de cultivo de algodón en La Guajira, desde donde se dispersó a toda la región Caribe colombiana en 1979.	Marín, 1980
HYMENOPTERA: Formicidae Hormiga loca: <i>Paratrechina fulva</i>	Especie introducida en Fusagasugá, Cundinamarca, en 1969 para el control de la hormiga arriera. Se convirtió en especie invasora de áreas silvestres, cultivos y ambientes urbanos. Desplaza una gran cantidad de especies de artrópodos.	Williams, 1994.
DIPTERA: Tephritidae Mosca del Mediterráneo: <i>Ceratitis capitata</i>	Especie originaria de África occidental. Invadió Suramérica en 1901 y se conocen sus primeros registros en Colombia en 1980. Es la plaga que más pérdidas causa dentro del grupo de las moscas de la fruta	Vélez-Ángel, 1997
DIPTERA: Calliphoridae Mosca de la miasis	Especie invasora responsable de la miasis cutánea ulcerosa y otras infecciones cutáneas en el hombre. Pudo ingresar al país a través de tres vías de dispersión (Andes, Orinoquia y Amazonia).	Baumgartner y Greenberg, 1984; Amat, 2009.



Figura 2.

Escarabajo estercolero africano, *Digitonthophagus gazella* (invasor exótico) colectado en San Andrés, Colombia, en julio de 2004. Ejemplar depositado en la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Foto cortesía de Karen Salazar).

Invasiones a gran escala o el impacto de los insectos exóticos

Las mariquita asiática o *Harmonia axyridis* (Coleoptera:Coccinellidae) es una especie de mariquita de origen asiático, con una distribución natural en los hábitats montañosos de Siberia, el Himalaya, Corea, Japón y el sur de China. Su uso como agente de control biológico en Suramérica la ha convertido en una especie invasora exótica por excelencia. *Harmonia axyridis*, al igual que las otras especies de la familia Coccinellidae, se alimenta de áfidos o pulgones, insectos considerados como una de las principales plagas de cultivos humanos, pues los individuos se alimentan del líquido floemático (savia elaborada) de las plantas. A pesar de que *Harmonia axyridis* es una especie que controla eficazmente los áfidos en un cultivo y previene pérdidas de producción (Koch, 2003), con su introducción en Suramérica no se tuvieron en cuenta aspectos biológicos de la especie y actualmente está categorizada como un insecto invasor exótico en Argentina, Brasil y Chile (Koch *et al.*, 2006).

Los autores de este ensayo detectaron esta especie por primera vez en Colombia a principios de este año en el campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Entre febrero y marzo encontramos aproximadamente 500 individuos entre larvas, pupas y adultos, establecidos en el follaje de cinco individuos de una especie arbórea nativa del bosque andino, *Croton bogotensis* (Euphorbiaceae), llamada localmente "sangregado" o "sangre de toro" (Figura 3). Los árboles, que aún tenían flores, albergaban cientos de áfidos y esta densidad disminuyó progresivamente con las fenofases floración-fructificación. Estamos en la etapa de comprobación si esta diferenciación fenológica se relaciona con la reducción del flujo floemático, y con ello la reducción de áfidos y de coccinélidos, provocando así nuevos procesos invasivos de *Harmonia axyridis* a otros sectores del campus universitario. La disminución poblacional de *Harmonia axyridis* en el sector del hallazgo se observó entre mayo y junio de 2011. Se sabe que la alta capacidad de consumo de áfidos de esta especie invasora le ha permitido expandirse en la región Austral de Suramérica (Grez *et al.*, 2010). Además de estos aspectos, las condiciones ambientales pueden tener efectos sinérgicos, ya que se existen en Suramérica hábitats andinos muy similares ecológicamente a los hábitats naturales de *Harmonia axyridis*.



Figura 3.

Invasión de la mariquita asiática *Harmonia axyridis* en Colombia, documentada por primera vez en febrero de 2011, en el campus de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 3a) árbol de *Croton bogotensis*, afectado por el insecto invasor; 3b) larva de *Harmonia axyridis*; 3c y 3d) adultos polimórficos de *Harmonia axyridis* (foto de los autores).

Invasiones a mediana y pequeña escala

En Colombia la langosta llanera o *Rhammatocerus schistocercoides* (Orthoptera: Acrididae) se detectó en 1994 como una especie invasora nativa, originaria del continente americano. La distribución natural de esta especie se conocía de la sabanas naturales de Brasil en Mato Grosso, de la Orinoquia en Colombia y del estado de Apure en Venezuela. Fue en 1994 cuando la especie se dio a conocer a nivel nacional, por una explosión poblacional de gran magnitud sobre cultivos de importancia comercial como pastos introducidos, arroz, maíz, sorgo y caña de azúcar; sus procesos invasivos se asociaron con fenómenos meteorológicos derivados de "El Niño" (Cotes et al., 1997). Nueve años antes, bajo el fenómeno de "El Niño", ocurrieron con precipitaciones locales de 345 mm. hasta 3.000 mm. en una zona de la costa norte del Perú cuyo régimen climático es habitualmente árido; esto indujo patrones de colonización comparables a la langosta llanera colombiana, registrándose el establecimiento de un millón de individuos de la langosta *Schistocerca interrita* (Beingolea, 1985).

Otro caso de un insecto invasor nativo en Colombia corresponde al escarabajo de las palmas, *Cyclocephala forsteri* (Coleoptera: Melolonthidae). Este insecto cumple el papel de polinizador en palmas de los ambientes naturales en la Orinoquia colombiana. Se conoce de su presencia en Yopal, Casanare, asociado a las inflorescencias de la palma Tamaco, *Acrocomia aculeata*, de cuyo polen se alimenta (Figura 4). Los cambios en los ritmos temporales de floración y fructificación de la palma, a consecuencia de las variaciones en el régimen climático propio de la Orinoquia, ha ocasionado procesos invasivos del escarabajo debido a la escasez del recurso alimenticio (polen). Nuevos procesos invasivos se cumplen cuando se producen elevados niveles demográficos en las poblaciones, estableciéndose los individuos en cultivos de maíz y sorgo. Allí ocurre la reproducción y las larvas resultantes se alimentan ocasionando daños considerables a los tejidos radiculares de las plantas.

Figura 4.

El escarabajo de las palmas *Cyclocephala forsteri*: a la izquierda, en ambientes naturales como polinizador de la palma Tamaco, *Acrocomia aculeata* (Casanare, Orinoquia) y a la derecha, individuos invasores obtenidos a partir cultivos de maíz y sorgo (Puerto Gaitán, Orinoquia) (Foto cortesía de Luis Núñez).



Impacto de las dispersiones: el caso de las moscas

La dispersión biológica es un mecanismo de movilización de individuos, dentro o fuera de su área natural de distribución. En el caso de los insectos invasores los fenómenos de movilización importantes son los que se cumplen fuera del área de distribución natural de la especie, y su capacidad dispersiva se mide por la rapidez del desplazamiento espacial con respecto al tiempo. Las moscas ejemplarizan casos excepcionales de procesos de dispersión en Colombia y en el mundo (Figura 5).

Las moscas invasoras exóticas del género *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) son importantes en la medicina humana, forense y veterinaria. Las especies *Chrysomya putoria* y *Chrysomya albiceps* proceden de la región afrotropical; *Chrysomya megacephala* de la región oriental, Australia y sur de África; las tres arribaron posiblemente en el año 1975 vía marítima por el océano Atlántico, durante el flujo de refugiados desde Angola (Gagne, 1981). *Chrysomya rufifacies*, una cuarta especie de mosca invasora, fue registrada por primera vez en Costa Rica procedente de la región oriental, austral y asiática, vía océano Pacífico. Estas invasiones representan no solo un claro ejemplo de introducción de insectos exóticos en un ámbito intercontinental o biogeográfico, sino que sus patrones de dispersión están aceptablemente documentados.

Para el caso de *Chrysomya megacephala*, desde su primer registro en 1975 en Brasil, Greenberg (1988) la registra en baja California argumentando una introducción desde el océano Pacífico; posteriormente Tomberlin *et al.* (2001) da a conocer su dispersión por el estado de Georgia y luego en 2005 la llegada de esta especie a Filadelfia, Pensilvania (USA); con esto se demuestra la gran capacidad de dispersión de esta especie, comprometiendo considerables zonas e, incluso, regiones biogeográficas diferentes. Para *Chrysomya rufifacies* se conocen registros en Centro América y sur de los Estados Unidos (Greenberg, 1988); la dispersión de esta especie hacia el sur del continente no está claramente documentada y se duda su invasión a Suramérica (Amat, 2009).

En Colombia se registró por primera vez la especie invasora *Chrysomya putoria* en Leticia (Amazonas), caso documentado por Baumgartner y Greenberg (1984). Actualmente *Chrysomya putoria* se ha registrado en la Amazonia, la Orinoquia (Amat, 2009), sur de la región Andina (Olaya 2011, Salazar-Ortega 2008) y este año se produjo el primer registro más septentrional (Valle de Aburrá-Antioquia) por el segundo autor de este ensayo. Es muy probable que la distribución actual de *Chrysomya putoria* en nuestro país se explique por tres eventos de colonización diferentes: el primero, a través de una dispersión al norte desde Los Andes peruanos, el segundo a través de la Orinoquia y el tercero por su ingreso al país desde la Amazonia brasileña (Figura 5).

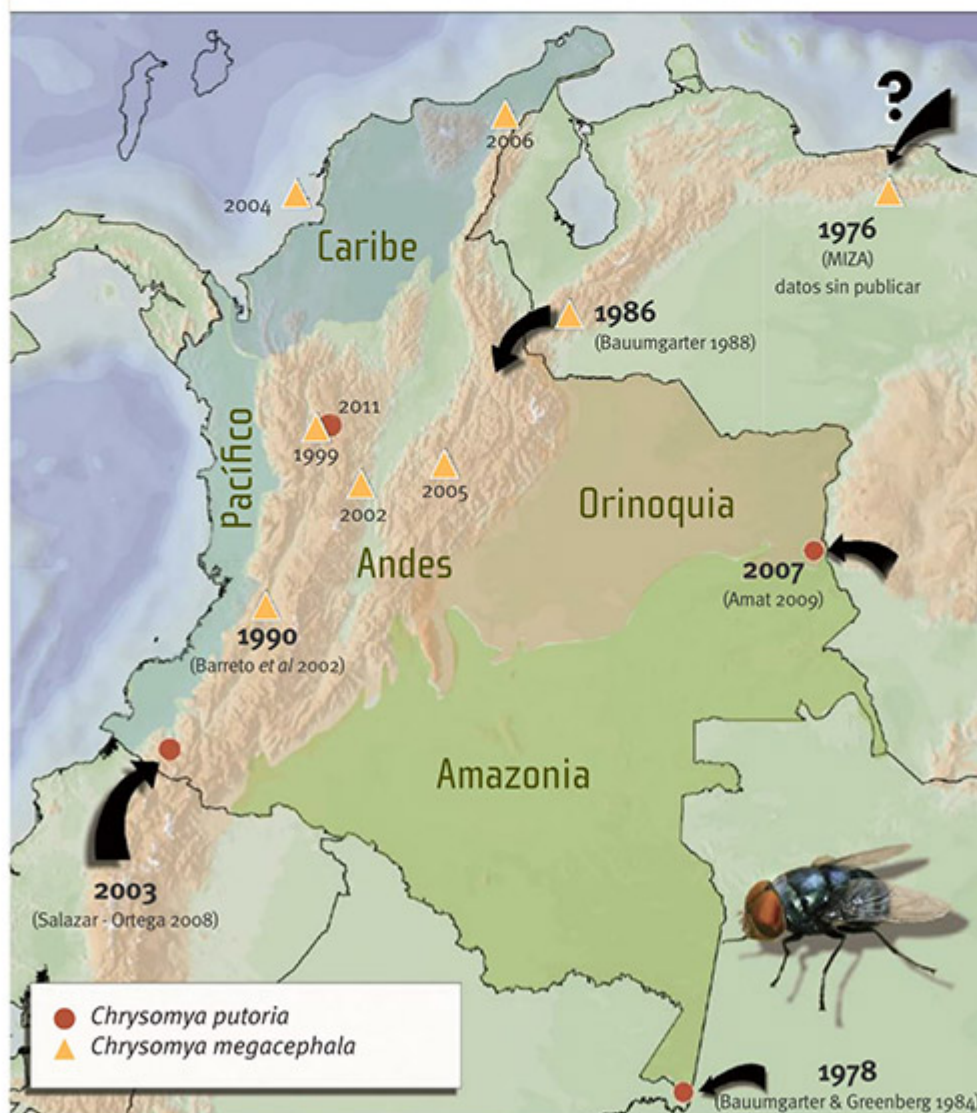


Figura 5.

Introducción a Colombia de las especies invasoras *Chrysomya putoria* y *Chrysomya megacephala*. Baumgartner y Greenberg (1984); Amat (2009).

Baumgartner y Greenberg (1984) descubrieron el establecimiento de poblaciones de *Chrysomya megacephala* en Los Andes en Venezuela (San Cristóbal), con una posible dispersión a territorio colombiano. Actualmente *Chrysomya megacephala* se encuentra ampliamente distribuida en el territorio nacional en la región Andina y Caribe, con presencia también insular (Amat, 2009); su invasión a Colombia pudo producirse, en consecuencia, desde Los Andes venezolanos; registros de esta especie en el Museo del Instituto de Zoología Agrícola en Venezuela (Yuma, 1976, datos sin publicar) permiten inferir que las poblaciones establecidas en Colombia provenían de otra introducción más reciente a la documentada en 1975 desde Brasil. *Chrysomya albiceps* está ampliamente distribuida en la región Andina y la Orinoquia, pero poco se conoce de su patrón de dispersión al país (Amat, 2009).

La dispersión de estas especies de moscas en las tres últimas décadas ha modificado de manera drástica la composición de las comunidades naturales de dípteros descomponedores encargados en buena medida del reciclaje de nutrientes en los ecosistemas. Algunos autores sugieren que la invasión y dispersión de las cuatro especies han menguado las densidades poblacionales de las especies nativas como *Cochliomyia macellaria*; sin embargo, este hecho aún no se ha demostrado con estudios de seguimiento y vigilancia. Adicionalmente, la capacidad de ser vectores mecánicos de bacterias y patógenos más efectivos que las especies nativas representa una amenaza para la salud pública en nuestro país. La verdadera historia de su introducción y expansión debe dilucidarse en el marco de estudios filogeográficos con datos morfológicos (morfometría geométrica de las alas) o moleculares (ADN mitocondrial) que permitan aclarar las rutas de dispersión de sus poblaciones por el continente americano.

Comentarios finales

De este ensayo se pueden concluir los siguientes aspectos:

- Los cambios climáticos impredecibles determinan cambios en la disponibilidad de los recursos de los insectos, lo que a su vez puede modificar patrones de distribución espacial y potenciar su condición de invasor.
- En concordancia con lo anterior, mecanismos como la invasión, la colonización y el establecimiento de los insectos ocurren de manera muy rápida y poco predecible.
- El desencadenamiento de los procesos invasivos depende, por consiguiente, de las características intrínsecas de la especie (potencial invasor), de la invasibilidad del ecosistema (resistencia biótica del ecosistema a ser invadido) y de las interacciones entre estos dos factores.
- En la actualidad un alto número de insectos invasores son responsables de las bajas en productividad primaria disponible para el hombre y de la pérdida de biodiversidad local y regional. Muchas especies de insectos responden a la transformación del paisaje, pero no se les conoce su verdadera condición de invasores.
- El interés por estudiar las especies de insectos invasores ha ido incrementándose considerablemente en los últimos años en el mundo, lo que significa la necesidad de categorizar las especies y monitorear sus poblaciones en el momento de llegar al país, facilitándose así sus métodos de control.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Guillermo González, entomólogo experto en Coccinellidae (Chile), por su colaboración e interés en el estudio de las especies colombianas; a Laura Pedemonte, bióloga de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), quien nos brindó información de insectos invasores plaga en Argentina. Luis Núñez, nos brindó información sobre los escarabajos de las palmas colombianas. A Karen Salazar agradecemos su registro fotográfico. Agradecemos la cordial invitación de la Asocia-

ción Colombiana para el Avance de la Ciencia y a Germán Cubillos, editor de esta importante revista, de quien hemos recibido su cordial disposición y apoyo permanente.

Bibliografía

- Amat, E. (2009), "Contribución al conocimiento de las Chrysomyinae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colombia", en *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:693-708.
- Barbero, E. y López-Guerrero, Y. (1992), "Some considerations on the dispersal power of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) in the New World (Coleoptera Scarabaeidae Scarabaeinae)", en *Trop. Zool.* 5:115-120.
- Baumgartner, D. L. y Greenberg, B. (1984), "The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World", en *Journal of Medical Entomology* 21:105-113.
- Beingolea, O. (1985), "La langosta *Schistocerca gregaria* en la costa norte del Perú, durante 1983", en *Revista Peruana de Entomología* 28:35-40.
- Cotes, A., Prieto, E., Gómez, M. y Ebratt, E. (1997), *Encuentro Nacional sobre la Langosta Ilanera Rhammatocerus schistocercoides*, Villavicencio, CORPOICA – ICA – PRONATTA.
- Gagné, R. J. 1981 *Chrysomya* spp., Old World Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) recently established in the Americas. *Entomological Society of America bulletin* ESA 27:(1) 21-22.
- Greenberg, B. (1988), "*Chrysomya megacephala* (F) (Diptera: Calliphoridae) collected in North America and notes on *Chrysomya* species present in the New World", en *Journal of Medical Entomology* 25(3):199-200.
- Greze, A.; Zaviezo, T.; González, G. y Rothmann, S. (2010), "*Harmonia axyridis* in Chile: a new threat", en *Cien. Inv. Agr.* 37(3):145-149.
- Koch R. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control, and non-target impacts, in *Journal of Insect Science*, 3:32, Available online: insectscience.org/3.32.
- Koch, R.; Venette, R. y Hutchinson, W. (2006), Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: Implications for South America, in *Neotropical Entomology* 35(4):421-434.
- Olaya, M.L.A (2001) Entomofauna sucesional en el cadáver de un cánido en condiciones de campo en la Universidad del Valle (Cali-Colombia), en *Cuadernos de Medicina Forense* (23): 5-14.
- Marín, C. (1980), "El picudo del algodón", en *Seminario picudo del algodón*, Espinal, SOCOLEN.
- Noriega, J.; Solís, C.; Quintero, I.; Pérez, L.; García, H. y Ospino, D. (2006), "Registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia", en *Caldasia* 28(2): 379-381.
- Salazar-Ortega J. (2008). Estudio de la entomofauna sucesional asociada a la descomposición de un cadáver de cerdo doméstico (*Sus scrofa*) en condiciones de campo. *Universitas Scientiarum* (13): 21-32.
- Tomberlin, J.K, Reeves, W.K & Sheppard, C. 2001. First Record of *Chrysomya megacephala* (Diptera, Calliphoridae) in Georgia, U.S.A. *Florida Entomologist* 84(2) 300-301.
- Vélez-Ángel, R. (1997), *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado*, Medellín, Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología.
- Wheeler, A. Jr. y Hoebeke, R. (2009), "Adventive (non-native) insects: importance to science and society", en: Footitt, R. y Adler, P. H. (2009), *Insect Biodiversity*, U.K., Wiley-Blackwell.
- Williams, D. ed. (1994), *Exotic ants biology, impact and control of introduced species*, USA, Westview Press.
- Zimmerman, E. C. (1948), *Insects of Hawaii: A Manual of the insects of the Hawaiian Islands*. Vol. 1, Honolulu, University of Hawaii Press.

Derecho

Protección de los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas y comunidades locales a través del secreto empresarial

NATALIA TOBÓN FRANCO
ABOGADA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES,
MAGISTER EN PROPIEDAD INTELECTUAL,
COMERCIO Y TECNOLOGÍA DE FRANKLIN PIERCE
LAW CENTER, NEW HAMPSHIRE, USA. CAVELIER
ABOGADOS, CARGO ACTUAL: SOCIA
e-mail: nataliatobon@cavelier.com

Resumen

La utilización de las figuras de la propiedad intelectual (patentes, marcas, derechos de autor, denominaciones de origen, entre otras) para proteger los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas ha fracasado porque no se ha tenido en cuenta que esos pueblos no comparten las nociones individualistas de la propiedad privada que tienen la mayoría de los países de occidente, no están de acuerdo con la existencia de límites temporales de protección y no les gusta describir el conocimiento pues, según ellos, describir equivale a limitar.

Por lo anterior, la autora sostiene que solo tendrá efectividad la propuesta de protección que, luego de recolectar y analizar la información sobre leyes y prácticas consuetudinarias de estos pueblos, acepte la naturaleza sagrada y no racional de estos conocimientos, reconozca la propiedad colectiva de los descubrimientos, entienda que las invenciones pueden tener carácter intergeneracional (sin perder novedad para su protección), no exija registros y sea ilimitada en el tiempo. Los secretos empresariales cumplen todos esos requisitos.

Palabras clave: Conocimientos tradicionales, Pueblos indígenas, Indígenas, Propiedad Intelectual, Conocimientos tradicionales-características, biopiratería, Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Decisión 391 de 1996, Decisión 486 de 2000, Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica (COICA), Patentes, Secreto Comercial, Denominaciones de origen, Marcas, Derechos de autor, Diseños Industriales.



Es difícil proponer una sola definición de los conocimientos tradicionales (CT) que incorpore todas las formas de expresión incluidas en ellos y que deje satisfechos a todos los interesados. Uno de los acercamientos más aceptados suele ser el de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), que ha utilizado el término CT para referirse a las creaciones artísticas e innovaciones científicas que han sido desarrolladas durante generaciones (de ahí el adjetivo “tradicionales”)¹ por parte de comunidades indígenas, campesinas, nativas, locales y afroamericanas².

Características de los Conocimientos Tradicionales

Titulares. El titular de los CT puede ser un individuo o un grupo de personas. Un individuo como el chamán, que realiza rituales curativos, o un grupo de personas, que tiene un conocimiento especial sobre determinada forma de llevar a cabo un proceso.

Relación cercana con el hábitat. La mayoría de los CT se basa en el uso de los recursos naturales que rodean a las comunidades. Las condiciones climáticas, ambientales, geográficas inciden de forma absoluta en el tipo de conocimiento que se desarrolla y el tipo de problemas que se busca solucionar³.

Falta de fijación material. Rara vez existe una constancia escrita del proceso seguido para obtener el objeto o mezcla donde se materializa el CT. En la mayoría de los casos, su forma de transmisión es oral (Vivas y Ruiz, 2001).

Generación de productos inacabados. El CT genera productos inacabados, es decir, que no siempre llegan a cumplir todos los requisitos necesarios para la comercialización en los mercados occiden-

1. Sin embargo, algunos grupos consideran que la expresión “tradicional” es una forma equívoca de referirse a los conocimientos de estas comunidades pues los hace ver como si fueran conocimientos estáticos, que no evolucionan (Vivas y Ruiz, 2001).

2. Comunidad indígena, campesina y local son conceptos diferentes. Sin embargo, con esta expresión lo que se busca es aludir a grupos humanos con costumbres y condiciones culturales diferentes a los de la mayoría de la sociedad donde se encuentran. Se trata de grupos usualmente rurales, que viven en situaciones de pobreza (en cuanto a ingresos económicos) y se sirven de su medio natural para satisfacer sus necesidades de subsistencia (Vivas y Ruiz, 2001).

3. Las comunidades nómadas del África han desarrollado métodos para la búsqueda de aguas subterráneas mientras que las comunidades donde el agua es abundante no tienen ese tipo de conocimiento (Vivas y Ruiz, 2001).



tales. En efecto, muchos de estos productos (la planta entera o una parte de ella) sirven como materia prima de otros que, en occidente, son procesados según una tecnología especial, revisados por las autoridades sanitarias, empacados y distribuidos de acuerdo con los estándares de calidad de cada mercado⁴.

Inclusión de valores religiosos y culturales. Una de las características que distingue a la Medicina Tradicional de la Medicina Moderna, de la Medicina Alternativa y de la Medicina Popular es que la Medicina Tradicional involucra aspectos religiosos o culturales. Esto se observa claramente en los tres tipos más conocidos de Medicina Tradicional: la acupuntura china, la medicina ayurvédica de la India y la medicina indígena de Los Andes⁵.

Muchos científicos de occidente consideran que el componente cultural y espiritual de los CT tiene poco o ningún valor comercial pues no es práctico ni tangible. Consideramos que esa posición es poco respetuosa con las comunidades, desafortunada a la hora de una negociación pues crea desconfianza entre las partes y miope comercialmente, pues desconoce el *sales appeal* que tiene para la sociedad actual todo lo que tiene que ver con temas étnicos.

Valor comercial. El valor comercial de los CT se puede abordar de varias formas:

- Como ahorro en investigación, como ocurre con las investigaciones tendientes a la identificación de un principio activo medicinal en un recurso biológico. Mientras la medicina occidental debe analizar 10.000 muestras para encontrar un principio activo eficaz, en el caso de la medicina tradicional, las oportunidades de encontrar el principio activo pasan a ser una entre dos (una en dos, CAN, 2005). Adicionalmente, “el mercado mundial de las medicinas elaboradas con hierbas basadas en el conocimiento tradicional se estima en 60 mil millones USD (...)” (OMS, 2002).
- Como moda, pues las telas con temas étnicos, las joyas que representan la simbología de los indígenas y para no ir más lejos, el caso de las mariposas vivas que se usan en eventos sociales son lo último de la moda para los occidentales. Actualmente en Estados Unidos y Latinoamérica se venden cajas especialmente acondicionadas que contienen mariposas vivas para ser liberadas en diversos eventos sociales como matrimonios y primeras comuniones. Al finalizar la ceremonia, se le solicita al público que pida un deseo pues según una Leyenda India Americana, si una persona pide con vehemencia un deseo a una mariposa, éste se hará realidad puesto que ella, como no puede hacer ningún sonido, sólo se lo puede revelar al Gran Espíritu que oye.

Los titulares de la propiedad sobre los CT son sus generadores⁶. No debe confundirse el derecho soberano de un Estado sobre los recursos genéticos con la propiedad sobre el conocimiento intangible asociado a ellos.

Es necesario proteger los conocimientos tradicionales de los indígenas por muchas razones, entre las que podemos mencionar: La necesidad de justicia que tienen sus titulares que han sido explotados por siglos sin contraprestación, la necesidad de preservar las prácticas y las culturas tradicionales para mantener la diversidad biológica y cultural en el planeta y la necesidad de prevenir que interesados no autorizados se apropien de los conocimientos tradicionales⁷.

4. Puede haber casos, como el de las artesanías, donde esto no aplica (Vivas y Ruiz, 2001).

5. La Medicina Moderna es la medicina que utiliza principios activos probados y reconocidos que sirven de base al sistema de salud de la mayoría de los países de Occidente. La Medicina Alternativa es más conocida por la Homeopatía y las Esencias Florales. Sus principios activos no están reconocidos. La Medicina Popular es la que hace “referencia a una serie de creencias, conceptos y prácticas en torno a la salud y la enfermedad, que son construidas espontáneamente por un grupo humano a partir de referencias externas (científicas o no), sin un sistema formal de construcción de conocimiento (sea la universidad, un centro de investigación o un sistema tradicional de salud), que puede tener eficacia o no y que no presenta elementos suficientes para ser considerado como sistema médico tradicional” (Zuluaga, 1992, p. 21).

6. Sin embargo, esto es discutible pues muchas comunidades consideran que sus conocimientos son la “Voz de la Naturaleza” es decir, son propiedad de todos. Al fin y al cabo, para algunos de ellos no existe la propiedad privada.

7. Si esta apropiación indebida recae sobre recursos biológicos, genéticos y su conocimiento intangible asociado se habla de biopiratería.

Tratamiento jurídico propuesto sobre los Conocimientos Tradicionales en diversos foros internacionales

Desde hace décadas el tema de los CT está rondando a inversionistas en industrias farmacéuticas y agropecuarias, a los defensores de derechos humanos, a los especialistas en propiedad intelectual, a los defensores del medio ambiente, a los investigadores y a los académicos. Todos ellos han organizado foros nacionales e internacionales, que han tenido resultados como los siguientes:

La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB). La CDB fue adoptada por más de 180 países —entre los que no se cuenta los Estados Unidos— durante la Conferencia de Río sobre la Tierra (1992) con los siguientes objetivos:

- La conservación de la diversidad biológica.
- El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica.
- Una justa y equitativa distribución de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos (Convención sobre Biodiversidad Biológica —CDB— Art. 1).

El artículo 8 (j) de la CDB es la norma que trata de manera más específica los CT y dice:

Conservación in-situ. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: (...) j) Con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente; (Naciones Unidas, 1992)⁸.

Con posterioridad a la adopción de la CDB, varios de sus órganos consultivos se han reunido para trabajar temas relacionados con los conocimientos tradicionales, pero hasta ahora no se ha dado ningún efecto tangible.

Comunidad Andina (CAN). La Comunidad Andina de Naciones, más conocida como la CAN, es un grupo regional conformado por los siguientes países: Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. La CAN se refiere a los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas en varios documentos, siendo los principales la Decisión 391 de 1996 sobre el Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos y la Decisión 486 de 2000 sobre el Régimen Común de Propiedad Industrial.

a. Decisión 391 de 1996: Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos. La Decisión 391 de 1996 fue expedida en la CAN para poner a tono la legislación comunitaria con la CDB. Para el efecto establece lo siguiente:

- Que los recursos genéticos son patrimonio de cada país miembro.
- Que para acceder al material genético debe establecerse un contrato de acceso entre el solicitante y el Estado que cumpla los siguientes requisitos: que la parte suministradora sea “país de origen”, que se obtenga consentimiento informado por parte de la parte contratante que proporciona los recursos y que se compartan equitativamente las ganancias.
- Si el solicitante tiene previsto acceder a los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos que estén ubicados en los Países de la CAN debe incorporar un anexo al contrato.

8. En <http://www.cbd.int/convention/articles/?a=cbd-o8> recuperado el 28 de noviembre de 2011. Para consultar el texto completo de la Convención, ver: <http://www.cbd.int/convention/text/>





- Que es obligatoria la negociación de un contrato accesorio para poder otorgar acceso a recursos biológicos ubicados en predios de propiedad privada pues una cosa es la propiedad del Estado de los recursos genéticos y otra la propiedad pública, privada o colectiva de los recursos biológicos⁹.

Independientemente de las bondades del sistema que propone la Decisión 391 de 1996, lo cierto es que en la práctica, después de más de una década de vigencia de la norma, la aplicación de estas previsiones ha resultado muy escasa.

b. Decisión 486 de 2000: El Régimen Común de Propiedad Industrial. La Decisión 486 tiene por objeto establecer un Régimen Común de la Propiedad Industrial para los países miembros de la CAN. En el artículo 3º, dicha norma establece que los países miembros de la Comunidad Andina “asegurarán que la protección conferida a los elementos de la propiedad industrial se concederá salvaguardando y respetando su patrimonio biológico y genético, así como los conocimientos tradicionales de sus comunidades indígenas, afroamericanas o locales”.

Como en la práctica la mayoría de los casos de explotación irregular a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados se ha producido a través de patentes, la Decisión 486 prevé que la concesión de patentes que versen sobre invenciones desarrolladas a partir de los conocimientos tradicionales estará supeditada a que esos conocimientos hayan sido adquiridos de conformidad con el ordenamiento jurídico internacional, comunitario y nacional, y que las solicitudes de patentes que contengan o hayan sido desarrolladas a partir de conocimientos tradicionales originarios en uno de los Países Miembros incluyan copia del documento que autoriza su uso, de conformidad con la Decisión 391 de 1996.

Organización Mundial del Comercio (OMC) – ADPIC. El Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) surgió en la Ronda de Uruguay en el año de 1993 en el marco del Tratado que creó la OMC¹⁰. ADPIC tiene dos características: una, establece unos estándares mínimos para la protección de la Propiedad Intelectual lo que permite a los Estados introducir sistemas de protección superiores o por lo menos no previstos en él, como sería, por ejemplo, un sistema especial de protección de conocimientos tradicionales y dos, es uno de los pocos convenios internacionales que cuenta con un Órgano de Solución de Diferencias¹¹.

Posiciones de los diversos países en torno a las diversas formas de protección aplicables a los Conocimientos Tradicionales

Como el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) no menciona de manera explícita los conocimientos tradicionales, algunos países han sugerido su inclusión en tal acuerdo. Sin embargo, otros países consideran que sería inadecuado pasar a la regulación internacional cuando ni siquiera existe un consenso local sobre el tratamiento que debe darse a este tema. Entre estos dos extremos encontramos todo tipo de posiciones:

Brasil, que propone la inclusión explícita en el ADPIC de unas normas de acceso a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales parecidas a las contempladas en la Convención sobre Diversidad Biológica.

9. “En virtud de la Decisión 391 de 1996, los recursos genéticos son bienes de dominio público y pertenecen a la Nación. Esto significa que son inalienables, imprescriptibles e inembargables y por lo tanto, sobre ellos, sólo se pueden otorgar autorizaciones de uso. En cambio, la propiedad sobre el recurso biológico que contiene el recurso genético puede ser pública o privada, según su ubicación. Mientras para acceder a un recurso biológico se requiere ejercer una acción física como colectar, atrapar o cultivar; para acceder a un recurso genético, el recurso biológico necesita sufrir un proceso de transformación que permita aislar y separar los recursos genéticos (...)” (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 1998).

10. Mediante la Ley 170 de 1994, Colombia adhirió al acuerdo por el cual se estableció la Organización Mundial de Comercio (OMC) entre cuyos anexos se encuentra el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC).

11. Esto significa que cualquier miembro de la OMC puede denunciar a cualquier otro miembro por violación de las disposiciones del ADPIC y, después de un procedimiento expedito, puede el país infractor ser sancionado.

India estima que es más importante evitar la apropiación indebida de los conocimientos que definir si los conocimientos tradicionales se deben regular o no en ADPIC. En ese sentido Suiza propone que se cree una única base de datos en la que se pueda registrar la información relativa a los conocimientos tradicionales para que los examinadores de patentes de todo el mundo tengan una fuente autorizada de información que sirva para determinar, cuando fuese procedente, si una invención que se reivindica en cualquier país es nueva y tiene nivel inventivo.

Algunos países desarrollados están a favor de mantener las flexibilidades del ADPIC que permiten a cada país miembro regular la materia. Es el caso de Estados Unidos, que declaró lo siguiente ante el primer período de sesiones del Comité de la OMPI, del 30 de abril al 3 de mayo de 2001:

Todos estos hechos conducen a una pregunta: ¿Es posible, o incluso deseable, establecer un conjunto de normas amplias y uniformes en el plano internacional para regir la utilización de los recursos genéticos, los conocimientos tradicionales y el folclore?

Al nivel más elemental, nos preguntamos si resulta aconsejable emprender dicha actividad antes de que individualmente los países hayan establecido, en forma conjunta con las comunidades que viven al interior de sus fronteras, sus propios regímenes de protección en el seno de sus propios territorios y hayan adquirido experiencia en la aplicación de dicha protección y en cuanto a sus efectos en las comunidades concernidas...

Se debe señalar, que las leyes en materia de propiedad intelectual comparten todas ciertas características: fecha de creación, la identidad conocida de uno o más creadores, parámetros definidos sobre el producto pertinente y un plazo límite de protección. Un régimen para proteger los conocimientos tradicionales no puede, por definición, adherirse a estos principios, tal como señalaron numerosos participantes en las misiones exploratorias de la OMPI.

De manera que el desarrollo de un nuevo régimen de tipo similar al de la propiedad intelectual en esta área no parece ser el más adecuado, inclusive para los titulares de tales conocimientos. Aún más, existen tantas diferentes expectativas, objetivos y sistemas locales para enfocar la titularidad y las transgresiones de la misma que resultaría prácticamente imposible crear un sistema global útil y aplicable. De hecho, un enfoque único ("one size fits all") puede ser interpretado como una falta de respeto hacia las tradiciones y costumbres locales. Han surgido preguntas respecto a las definiciones de los beneficiarios, a la valuación económica y a otros términos de referencia críticos (OMPI, 2001, citado por Correa, 2001, p. 21).

El pensamiento de la COICA (Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica, paradójicamente demuestra que en cuanto a la protección de los conocimientos tradicionales estamos en un diálogo de sordos. En efecto, aunque resulte extraño, COICA sostiene una posición similar a la de los Estados Unidos, es decir, que cada grupo o al menos cada país, debe diseñar su propio sistema. Veamos:

8. Los sistemas de propiedad intelectual predominantes reflejan una concepción y una manera de proceder que son:
 - Colonialistas, ya que se imponen los instrumentos de los países desarrollados a fin de apropiarse de los recursos de los pueblos indígenas;
 - Racistas, ya que desprecia y minimiza el valor de nuestros sistemas de conocimiento;
 - Usurpadoras, ya que, en esencia, constituyen un robo.
9. Ajustar los sistemas indígenas a los de propiedad intelectual predominantes (como concepto y manera de proceder mundiales) cambia los sistemas normativos indígenas mismos.
10. Las patentes y otros derechos de propiedad intelectual que afectan a formas de vida, son inaceptables para los pueblos indígenas.
11. Es importante evitar los conflictos que pueden surgir entre las comunidades como consecuencia de la transformación de la propiedad intelectual en un medio para dividir la unidad indígena(...)” (COICA y PNUD, 1994, Apéndice 9).

¿Qué sistema de protección utilizar para proteger los Conocimientos Tradicionales?

La búsqueda de un sistema de protección legal para los conocimientos tradicionales que satisfaga a todos los interesados ha desvelado a los investigadores. Durante décadas se ha propuesto la aplicación





de un régimen de propiedad intelectual a las innovaciones científicas y creaciones artísticas de los pueblos indígenas que incluya la concesión de patentes, el registro de marcas y el ejercicio de los derechos de autor

Sin embargo, si observamos bien la mayoría de las figuras de la propiedad intelectual se choca con las características básicas de los conocimientos tradicionales:

- 1. La falta de novedad:** Si por definición los conocimientos tradicionales son una combinación de datos, información y experiencia que han sido obtenidos durante generaciones, entonces resulta lógico concluir que los conocimientos tradicionales carecen de novedad.
- 2. La divulgación:** El procedimiento para obtener una patente exige la divulgación completa de la invención. En efecto, como contraprestación al monopolio temporal que el Estado otorga con la patente, su titular se compromete a describir la invención de tal forma que una persona versada en la materia pueda reproducir la invención sin problemas. En el caso de los conocimientos tradicionales la descripción es difícil pues no constan en ningún documento sino que se transmiten por tradición oral y muchas veces mezclados con conceptos y creencias culturales y religiosas (Vivas y Ruiz, 2001).
- 3. Los titulares:** Las comunidades indígenas, afroamericanas y locales generalmente están organizadas como comunidades indivisas, lo cual puede hacer muy complicado el tema de la toma de decisiones y la representación. Además, como los conocimientos no conocen fronteras (el caso de las comunidades del trapecio amazónico, por ejemplo) ¿qué hacer cuando los conocimientos tradicionales son compartidos por diversas comunidades?¹².
- 4. Propiedad de los conocimientos tradicionales:** Muchos de los grupos creadores de los conocimientos tradicionales no comparten las nociones individualistas de la propiedad privada que tienen la mayoría de los países de occidente, pues consideran que los conocimientos tradicionales son del dominio público, algo así como una “voz de la naturaleza” (Tobón, N., 2002).
- 5. Los costos:** Los procedimientos para obtener la protección de una patente o una marca son complicados y costosos, al menos para las comunidades indígenas. En la Comunidad Andina, por ejemplo, la obtención de una patente puede demorar 7 años. Si es bajo el Tratado de Cooperación de Patentes —PCT— 4 años, y puede costar entre gastos administrativos y honorarios de abogados varios miles de dólares (Colombia, Superintendencia de Industria y Comercio, 2007).
- 6. Tiempo:** La mayoría de las figuras de la propiedad intelectual otorga una protección temporal pues su filosofía misma así lo demanda. En efecto, se le da al inventor el derecho exclusivo de explotar su invención por un período de tiempo limitado al final del cual la comunidad en general se va a beneficiar de ese conocimiento. Pues bien, los grupos indígenas no tienen la misma concepción del tiempo que existe en occidente y consideran que sus conocimientos les deben pertenecer por siempre, como ha sido por generaciones.
- 7. El carácter sagrado y no racional del conocimiento.** En consecuencia, podemos concluir que resulta muy complicado otorgar a los Conocimientos Tradicionales la protección que implican las patentes y los derechos de autor, pero es posible protegerlos a través de las denominaciones de origen, las marcas y los secretos empresariales. Veamos:

Una denominación de origen es el nombre de un país, una región o un lugar determinado, que se utiliza para distinguir un producto originario de allí y cuya calidad, reputación u otras características se debe exclusiva o esencialmente al medio geográfico en el cual se produce (Decisión 486 de 2000, art. 201). Sería factible proteger ciertos productos o servicios fruto de los conocimientos tradicionales con esta figura pues tiene la ventaja de que la protección se otorga mientras subsistan las condiciones que le dieron origen, pero la desventaja de que su registro podría ser complicado y costoso.

Una marca es un signo perceptible por cualquiera de los sentidos que sirve para distinguir un producto o servicio de la competencia, indicar su procedencia empresarial, garantizar una calidad y reforzar una función publicitaria. Tratándose de conocimientos tradicionales las marcas pueden ser utilizadas para proteger signos o símbolos que sean de interés comercial para las comunidades locales e indígenas. Es así como en Panamá existe un logotipo que identifica los productos artesanales elaborados por las mujeres indígenas del pueblo Kuna y en Canadá, existe otro para distinguir los productos realizados por las mujeres

12. Los derechos de autor sólo protegen como titular a autores que sean personas identificables. La mayoría del conocimiento tradicional es fruto de la inspiración de autores anónimos (citado en Correa, 2003).

Inuit. Específicamente en la Comunidad Andina se prohíbe el registro de marcas que consistan en el nombre de comunidades indígenas, afroamericanas y locales, así como el registro como marca de las palabras, caracteres o signos utilizados por estas comunidades para distinguir sus productos ó servicios, o que constituyan la expresión de su cultura, salvo que la solicitud sea presentada por la misma comunidad¹³. Habría que considerar que el registro de una marca puede ser complicado y costoso para una comunidad indígena y que sus efectos son limitados (10 años), aunque pueden ser renovadas ilimitadamente.

El secreto empresarial es tal vez la figura más apropiada de todas las relacionadas con la propiedad intelectual para proteger los conocimientos tradicionales pues no requiere de trámite alguno ante las autoridades, perdura mientras la información se mantenga en secreto (que puede ser por siempre) y puede respetar su esencia sagrada.

En efecto, la Decisión 486 de la Comunidad Andina¹⁴, que contiene el Régimen Común para la protección de la Propiedad Industrial, regula el secreto empresarial en los siguientes términos (CAN, 2000, Arts. 260 y siguientes):

Artículo 260.- Se considerará como secreto empresarial cualquier información no divulgada¹⁵ que una persona natural o jurídica legítimamente posea, que pueda usarse en alguna actividad productiva, industrial o comercial, y que sea susceptible de transmitirse a un tercero, en la medida que dicha información sea:

- a) secreta, en el sentido que como conjunto o en la configuración y reunión precisa de sus componentes, no sea generalmente conocida ni fácilmente accesible por quienes se encuentran en los círculos que normalmente manejan la información respectiva;
 - b) tenga un valor comercial por ser secreta; y
 - c) haya sido objeto de medidas razonables tomadas por su legítimo poseedor para mantenerla secreta.
- La información de un secreto empresarial podrá estar referida a la naturaleza, características o finalidades de los productos; a los métodos o procesos de producción; o, a los medios o formas de distribución o comercialización de productos o prestación de servicios.

En resumen, se puede decir que la información cubierta por un secreto empresarial en Colombia, de acuerdo con el artículo 260 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina, puede estar relacionada con uno, varios o todos los siguientes temas:

- La naturaleza, características o finalidad de un producto o servicio.
- Los métodos o procesos de producción de un producto o servicio.
- Los medios o formas de distribución, comercialización o prestación de los productos o servicios.

Según la doctrina mencionada, es secreto la información y el conocimiento que versa sobre cosas, procedimientos, hechos, actividades o cuestiones similares, que no sea generalmente conocido ni fácilmente accesible para personas que se mantienen en los círculos en los que normalmente se emplea el tipo de información en cuestión.

En cuanto al segundo requisito, es decir, que la información tenga un valor comercial, la misma Decisión 486 de 2000, Artículo 260 ha establecido que tiene valor todo aquello que pueda usarse en alguna actividad productiva, industrial o comercial y sea susceptible de ser transmitido a un tercero. Dicho valor puede ser efectivo o potencial, actual o futuro “en el sentido que su conocimiento, utilización o posesión

13. En Colombia se negó el registro de la marca “Café Indígena Origen Páez” porque sólo los indígenas Páez tienen derecho al uso de esa denominación. “Ningún empresario podrá registrar una marca que incluya o consista en el nombre de una comunidad indígena, salvo que ella misma lo requiera o que exista su consentimiento, cuestión que no sucede en este caso” (Colombia, Superintendencia de Industria y Comercio, 2004).

14. La Comunidad Andina es un acuerdo subregional suscrito en 1969, del cual fueron signatarios iniciales Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú. Venezuela hizo su ingreso en 1975. En julio de 2008 los países miembros eran Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú. Los países asociados Chile, Argentina, Uruguay y Paraguay y los países observadores México y Panamá. Específicamente en cuanto a la propiedad industrial los países miembros de la Comunidad Andina tienen un régimen común contenido en la Decisión 486 de 2000.

15. Como el artículo 260 de la Decisión 486 de 2000 se refiere a información no divulgada y no hace distinción sobre si la no divulgación es sólo dentro del país o en el exterior, la doctrina colombiana ha expresado lo siguiente: “es claro que dicha información debe entenderse como no divulgada en cualquier lugar del mundo”. Colombia, Superintendencia de Industria y Comercio, Concepto 02096699, enero 20/03.





permite una ganancia, ventaja económica o competitiva sobre aquellos que no la poseen o no la conocen” (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008).

Finalmente y en cuanto a la exigencia de que la persona que legítimamente controle el secreto haya adoptado medidas razonables para mantenerlo como tal, observamos que la legislación no ha definido aquello que se considera razonable —y está bien que así sea—, por lo cual es necesario acudir al Diccionario de la Lengua Española, de acuerdo con el cual algo razonable es algo justo, lógico, conforme a la razón o suficiente (Diccionario Espasa Calpe, 2005).

En la práctica se habla de dos clases de medidas para mantener la información en secreto:

- Medidas que tienden a informar al público que cierta información debe permanecer en secreto —*notice measures*—.
- Medidas físicas de seguridad —*physical security measures*—, como las claves secretas, que buscan impedir que personas que no tienen autorización para obtener cierta información, la conozcan o utilicen.

Las comunidades indígenas podrían ser informadas de estos detalles y si lo desean, proteger su conocimiento y sólo licenciarlo cuando lo consideren conveniente. El problema, sin embargo, está en la necesidad que tienen estas comunidades de asesoría para la toma de medidas razonables para conservar la información en secreto, el acompañamiento en la negociación de los contratos de licencia para que extraños accedan al conocimiento y la asistencia en caso de que proceda una demanda por competencia desleal.

Lo cierto es que quedan muchas dudas al respecto. Los abogados tenemos que entender que se trata de un asunto antropológico y sociológico más que legal. A veces tenemos la tendencia diseñar complejos sistemas de protección que fracasan precisamente por no ser fáciles y transparentes.

[Las] ...cuestiones de observancia pueden ser muy importantes y, por lo general, plantean obstáculos insuperables para la mayoría de las comunidades tradicionales e indígenas. Por lo tanto, los responsables de la toma de decisiones deberían ponderar cuidadosamente los beneficios esperados y los costos de la creación de sistemas legales para la protección de los CT... (Correa, 2001, p. 16).

El fracaso de la legislación sobre contratos de acceso en la CAN nos puede dar algunas pistas.

Finalmente, mientras analizamos desde la academia todos estos temas, las comunidades indígenas están siendo diezmadas por las enfermedades, pobreza, violencia y el desplazamiento forzado. Resulta urgente asegurar la supervivencia de las comunidades y el mejoramiento de las condiciones de vida pues, como vamos, va a llegar muy pronto el día en que no haya nada que proteger.

Bibliografía

- Albites B., J. (2002, marzo), *La protección de los conocimientos tradicionales en los foros internacionales: informe sobre la situación actual* [estudio], Venezuela, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Baylos C., H. (1993), *Tratado de derecho industrial*, 2.^a ed., Madrid, Civitas, p. 203.
- COICA y PNUD (1994), Reunión Regional de la COICA (Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica) y el PNUD sobre Derechos de Propiedad Intelectual y Diversidad Biológica 1994. Apéndice 9. Recuperado 28 de noviembre de 2011 en http://web.idrc.ca/es/ev-30149-2011-1-DO_TOPIC.html.
- Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Proexport. Documento sobre Acuerdos de Confidencialidad, Recuperado el 25 de marzo de 2008 en www.proexport.com.co/vbecontent/library/documents/DocNewsNo3220DocumentNo2893
- Colombia. Superintendencia de Industria y Comercio (2007), Patente mediante PCT. Recuperado 21 de abril de 2007 de <http://www.sic.gov.co/Tramites/Propiedad/PatentemediantePCT.php>
- Colombia. Superintendencia de Industria y Comercio, Res. 21607, Ago. 31/04, Recuperado en http://www.sic.gov.co/Normatividad/Doctrina_jurisprudencia/2004/Agosto/Res_21607_2004-08-31.php

- Comunidad Andina de Naciones (CAN, 2000), Decisión 486. Ver texto completo en www.comunidadandina.org
- Comunidad Andina de Naciones (CAN, 2005) Grupo de Trabajo de Expertos Indígenas sobre Conocimientos Tradicionales de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), sg/di, 724.29 de marzo de 2005, www.caf.com
- Correa, C. (2001, noviembre), *Los conocimientos tradicionales y la propiedad intelectual: Cuestiones y opciones acerca de la protección de los conocimientos tradicionales*, [documento de discusión], Ginebra, elaborado por solicitud de la Oficina Cuáquera ante las Naciones Unidas (QUNO), con apoyo financiero de la Fundación Rockefeller, Recuperado el 28 de noviembre de 2011, de <http://www.qiap.ca/documents/TKspanish.pdf>
- Crane, E. (1999), *The world history of beekeeping and honey hunting*, Londres, Duckworth, p.163-171.
- Diccionario Espasa-Calpe (2005), [en línea], Madrid, Recuperado el 25 de mayo de 2008 en www.wor-referencia.com/definicion/razonable
- Elizabeth Bravo, E. (s.f.), Surcos de la ciencia: *Estrategias de bioprospección*, Quito, Acción Ecológica.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (1998), *Biosíntesis*, Boletín No. 1 (diciembre de 1998) ISSN 0123.
- León R., E.I. y Varela P., E. (2008), "El origen de la protección del Derecho de Autor: Su naturaleza como principio de operación", en *Revista Crítica de Derecho Privado*, 5:830-831, Montevideo.
- Medellín A., C. et al. (2000), *Lecciones de Derecho Romano*, 14^a ed., Bogotá, Temis, p. 20-21.
- Morón L., E. (2002), *La tutela penal del secreto de empresa, desde una teoría general del bien jurídico* (Tesis Doctoral), Barcelona, Universitat Autònoma, p.156-165.
- Naciones Unidas (1992), Convenio sobre la Diversidad Biológica, Recuperado noviembre 2011 en <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Neufeld, E. (1978), "Apiculture in ancient Palestine (early and middle iron age) within the framework of the ancient near east", en *Ugarit-Forschungen*, 10:238-239.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2001). *Declaración general de los Estados Unidos ante el primer período de sesiones del Comité de la OMPI*, del 30 de abril al 3 de mayo de 2001. citado por Correa, 2001
- Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2002), *Estrategia de la OMS sobre Medicina Tradicional 2002-2005*, Ginebra, p. 1.
- Perritt, H.H. Jr. (2006), *Trade Secrets, s.l., Practising Law Institute*, 1-1, 3-7.
- Schiller, A. (1930), "Trade Secrets and the Roman Law: The Actio Servi Corrupti", en *Columbia Law Review*, 30:837 (1930).
- Tobón F., N. (2002), *Algunas propuestas para proteger los conocimientos tradicionales como propiedad intelectual en la comunidad andina*, Trabajo ganador Concurso Asociación Interamericana de la Propiedad Intelectual —ASIFI— 2002.
- Tobón F., N. (2008), *Secretos industriales, comerciales y know how*, Bogotá, Biblioteca Jurídica Dike.
- Vivas E., D. y Ruiz M., M (2001), Manual explicativo sobre mecanismos para la protección del conocimiento tradicional de las comunidades indígenas en la región andina, Preparado para la Iniciativa Biocomercio de la UNCTAD (en línea), recuperado 28 de noviembre de 2011, disponible en http://www.unctad.org/sections/ditc_tncdb/docs/webcdpbgd6_sp.pdf
- Watson, A. (1996), "Trade Secrets and Roman Law: The Myth Exploded", en *Tulane Law Review*, 11:25-29.
- World Intellectual Property Organizations (WIPO, 2001), *Intellectual property needs and expectations of traditional knowledge holders: Report on fact-finding missions on intellectual property and traditional knowledge (1998-1999)*, Disponible en <http://www.wipo.int/tk/en/tk/ffm/report/index.html>
- Zuluaga, G. (1992), *Botánica médica: Contribución al estudio científico de las plantas medicinales en Colombia*. Bogotá, Fundación Herencia Verde.



Ver para conocer, conocer para preservar



FOTO DE ADOLFO LEÓN CORREA SILVA

- Caricare moñudo, caracara, guarro o traro, es un ave rapaz depadora de gran tamaño (entre 55 y 60 centímetros de largo) de tierra fría, en este caso del Páramo Santa Inés en Antioquia.

Agronet, la red de redes del sector agropecuario colombiano: hacia una iniciativa abierta para la innovación y la investigación



Se publica con autorización de sus autores para la Revista Innovación y Ciencia.

EDNA CECILIA ESPINOSA SALAZAR
COORDINADORA AGRONET. MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL.
BOGOTÁ, COLOMBIA

ecespino@minagricultura.gov.co
<http://www.Agronet.gov.co>

Resumen

Agronet es la red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano, que tiene como objetivo fundamental poner al alcance de los diferentes actores de las cadenas productivas del sector información de interés para la toma de decisiones, ya se trate de bases estadísticas, georreferenciales, investigaciones, documentos, normas o metodologías de interés general, todo ello en reconocimiento del papel estratégico de la información para el desarrollo del sector.

El propósito es promover el acceso abierto al conocimiento utilizando herramientas de información y comunicación TIC, a partir de las cuales se ofrecen servicios de información como: la consulta a reportes sectoriales, biblioteca digital, reportes vía correo electrónico, mensajes de texto SMS, RSS, foro virtual de capacitación y herramientas multimedia especializadas dirigidas a los productores. Con estos servicios, Agronet genera capacidades en el usuario para el uso y apropiación del conocimiento enfocado a la toma de decisiones de planificación, producción, inversión o consumo. Esto se refleja en los indicadores de consulta y en el reconocimiento proactivo hacia el desarrollo y la competitividad del sector agropecuario colombiano. Este artículo expone los recursos tecnológicos, servicios, componentes y principales logros de Agronet.

Palabras clave: Red del conocimiento, sistemas de información, servicios electrónicos, tecnologías de información y comunicación, documentación.

Introducción

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural juega un papel estratégico en la consolidación de sistemas de información del sector agropecuario, como es el caso del sistema de información de precios mayoristas —SIPSA— y el sistema de oferta agropecuaria. Asimismo otras instituciones, del Estado y del sector privado, también han venido trabajando con este enfoque en un esfuerzo interinstitucional que ha dejado resultados importantes. Sin embargo existían restricciones de acceso a la información resultante, debido a que los datos generados permanecían dispersos y sin modelos de estandarización.

En este escenario, se promueve en el 2005 la creación de Agronet como una Red de Información para el sector agropecuario colombiano, encargada de integrar los diversos sistemas críticos, adicionando valor a los recursos de información existentes, con el propósito de facilitar el acceso y aprovechamiento estratégico por parte de los actores del sector para la toma de decisiones.

AGRONET: La red de información y comunicación estratégica del sector agropecuario

La Red fue concebida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con el apoyo de la FAO, con el fin de poner al alcance de los diferentes actores de las cadenas productivas, con particular interés en los pequeños productores, información relevante para la toma de decisiones.

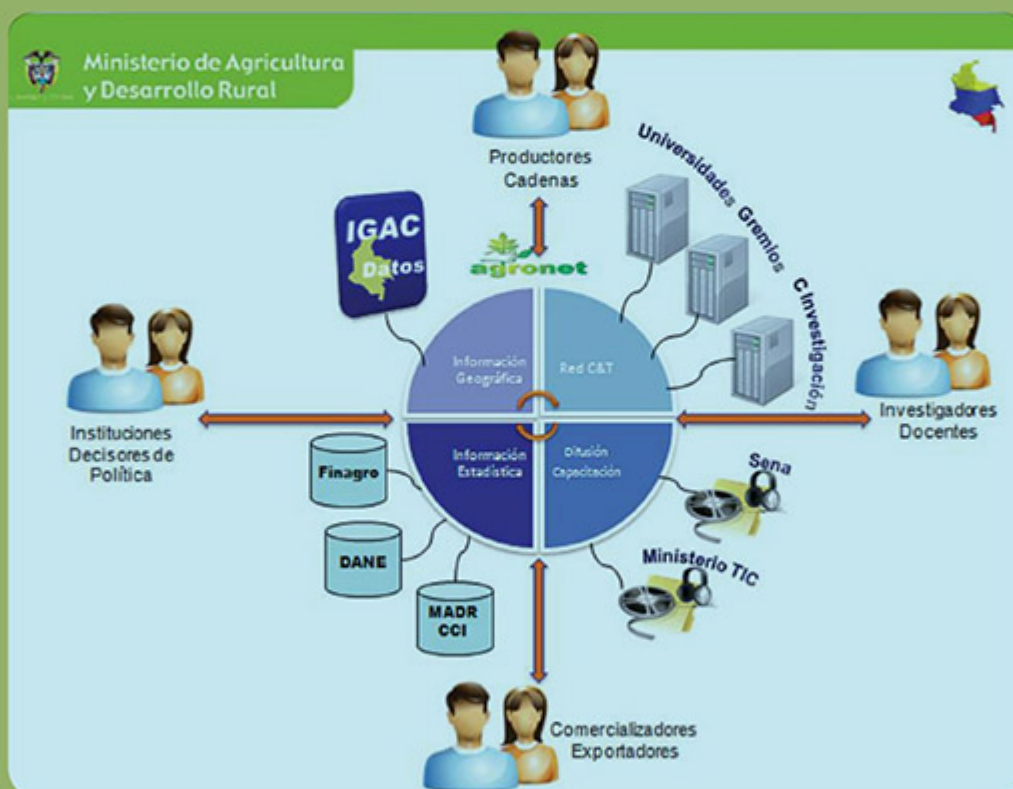
Se trata de una Red interinstitucional de información y comunicación integrada y descentralizada que se ha venido consolidando con el propósito de apuntarle a un sector agropecuario transformado, donde la tecnología, el acompañamiento, las redes y la conectividad permitan mejorar la calidad de vida y ofrecer oportunidades de progreso a los productores agropecuarios. Hoy se cuenta con un completo almacén de datos con accesibilidad en línea a las estadísticas críticas del sector; con el desarrollo de herramientas tecnológicas especializadas para el pequeño productor y para los decisores de política; y con el establecimiento de acuerdos interinstitucionales para fortalecer las labores de divulgación en el sector rural y el afianzamiento de dichas relaciones con las diferentes fuentes de información sectorial. Todo ello ha posicionado a AGRONET como la principal fuente de consulta tanto para los funcionarios públicos como para los usuarios del sector en general.

Agronet tiene como objetivo consolidarse como plataforma para la gestión de la información y del conocimiento del sector agropecuario, que suministre información relevante, oportuna y sintética en línea para la toma de decisiones por parte de los diferentes usuarios, esto es investigadores, planificadores, transferidores, productores y comunidad del sector.

La Red tiene los siguientes propósitos:

- Facilitar la oferta de información en un solo punto de acceso.
- Integrar información de los diversos sistemas sectoriales.
- Coordinar esfuerzos institucionales a través de la vinculación a la Red de entidades que reportan información sectorial.
- Responder a la demanda de información de los usuarios del sector.
- Divulgar la producción documental generada, apoyada o financiada con recursos públicos.

Modelo de Funcionamiento Agronet



Componentes de Agronet

La plataforma tecnológica está conformada por los siguientes componentes:

- Red de Información Estadística.
- Red de Difusión y Capacitación.
- Red de Información Documental Agropecuaria de Colombia.
- Red de Información Geográfica: Agromapas.

Red de información estadística

Integra repositorios de información estadística y ofrece la consulta de 44 bases de datos a partir de 85 reportes sectoriales y boletines analíticos con información relevante para la toma de decisiones, como precios mayoristas de productos agropecuarios, precios de insumos, precios internacionales, cotizaciones de contratos futuros, precios internacionales de fertilizantes, producción agropecuaria, crédito y financiamiento agropecuario, comercio exterior e indicadores económicos, entre otros.

A partir del almacén de datos consolidado, se han construido, para consulta en línea, herramientas de inteligencia de negocio tipo OLAP —abreviación de Procesamiento Analítico en Línea—, facilitando la construcción de reportes personalizados a la medida de las necesidades de los usuarios.

Como soporte a las estadísticas presentadas, se encuentran disponibles, para consulta a texto completo con información sobre las principales variables del sector:

- **Boletines estadísticos periódicos sobre:** Precios mayoristas; Abastecimiento de mercados; Precios de insumos; Costos de producción; Volúmenes de pesca y acuicultura; Área, producción y rendimiento agrícola y pecuario.
- **Boletines de coyuntura económica:** Crecimiento sectorial; Precios al consumidor; Precios mayoristas; Empleo rural; Crédito agropecuario; Balanza comercial.

De otra parte, también se dispone de información agroclimática sobre las precipitaciones por departamento, pronósticos del clima y las alertas por inundaciones, así como la incidencia de estos fenómenos climáticos sobre la agricultura.

Red de difusión y capacitación

- Estrategia de difusión en alianza con otras entidades y a través de diferentes Tecnologías de Información y Comunicación —TIC—, entre ellas Internet, Correo electrónico, Foros; Radio e Información vía celular.
- Creación de un módulo especializado para pequeños productores con contenido multimedia sobre Precios, Crédito, Negocio agropecuario, agricultura limpia, agronegocios y Biblioteca digital del pequeño productor.

pagosonline 
El pago seguro en internet

Vende fácilmente por internet con toda tranquilidad, usando la más avanzada tecnología en detección contra el fraude electrónico.

Contáctanos ya en:
www.pagosonline.com

P B X (+1) 756 31 26



Recibimos tus pagos por medio de:



- Capacitación presencial y virtual para el acceso y apropiación de las comunidades rurales a las TIC. Por medio del módulo de capacitación virtual se ofrecen contenidos sobre agricultura limpia, agroinformación, crédito agropecuario y el negocio agropecuario.
- Capacitación a los funcionarios de las instituciones para el desarrollo de capacidades en el uso de TIC para la toma de decisiones.
- Módulo de Agronegocios en el que los productores rurales pueden hacer contacto para la comercialización de sus productos y servicios técnicos o profesionales.

Red de Información Documental Agropecuaria de Colombia —RIDAC—

Red integrada por diez instituciones del ámbito académico, científico y de investigación pública y privada. El propósito fundamental de la RIDAC es articular los servicios de información de las entidades dedicadas a la producción de conocimiento científico y técnico en materia agrícola, pecuaria y de desarrollo rural en Colombia, por medio de sus bibliotecas o unidades de información documental.

Objetivos de la RIDAC:

- Promover el acceso a la información científica y técnica del sector agrícola optimizando los recursos disponibles para la difusión, transferencia y apropiación del conocimiento.
- Reducir barreras de acceso a la información para satisfacer la demanda de conocimiento de manera amplia, fácil y democrática.
- Mayor visibilidad de los resultados de las investigaciones en ciencia y tecnología en el sector agrícola.

Como parte de este componente es importante resaltar que Agronet cuenta con la Biblioteca Digital Agropecuaria, repositorio sectorial donde se puede acceder a más de dos mil documentos especializados a texto completo en el ámbito agrícola, pecuario, forestal, pesquero, acuícola y de desarrollo rural colombiano.

Como un complemento adicional al repositorio, se cuenta con la Biblioteca Digital del Pequeño Agricultor, con el fin de proporcionar herramientas diferenciadas y especializadas para promover la apropiación y el acceso a la información por parte de la comunidad rural.

En 2011 se está desarrollando un metabuscador documental que tiene por objetivo integrar los repositorios digitales de los miembros de la RIDAC, con el fin de facilitar el acceso abierto a la información científica y tecnológica del sector agropecuario a partir de una sola interfaz de acceso.

Red de información geográfica

Agromapas es la herramienta de Agronet que a partir de 2011 soportará el análisis de datos espaciales dentro de la perspectiva geográfica. Este componente integrará, además de los datos propios del sector, sus estimaciones y análisis, datos espaciales provenientes de sectores externos, desde la información cartográfica básica hasta la información ambiental, política y social generada por otras entidades.

El objetivo es servir como herramienta básica para los usuarios del sistema de información geográfica - Agromapas de Agronet, para la comprensión y uso de la información georreferencial como apoyo a la toma de decisiones.

En Agromapas estará disponible la información de oferta agropecuaria y la cartografía base como el soporte necesario para cada representación cartográfica del sector agropecuario. La visualización dentro de Agronet se realizará buscando la eficiencia, por esta razón se podrá consultar desde la base de datos o desde un servicio web geográfico con fuentes proveedoras de datos.

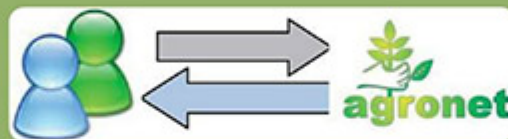
El empoderamiento del usuario vs. logros de Agronet

En un solo punto a través de la web, la Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario, Agronet, logró el posicionamiento de la oferta de información estadística y documental básica para facilitar la toma de decisiones de planeación, inversión, producción o consumo por parte de los diferentes actores del sector, y promover el uso de TIC para el acceso y apropiación del conocimiento en materia agropecuaria y de desarrollo rural.

Para hacer efectivo este propósito, el proyecto vincula la utilización de tecnologías de punta, así como diferentes estrategias de divulgación y capacitación dirigidas tanto a los productores rurales como a los técnicos agropecuarios que prestan servicios de asistencia o planeación a nivel departamental y municipal.

Así que cada día alcanzamos el empoderamiento de los usuarios frente a la información de Agronet, a partir de la administración de la relación con el cliente —en inglés CRM: Customer Relationship Management— desde una comunicación interactiva, personalizada y relevante a fin de atender sus necesidades.

La comunicación con los usuarios se ve reflejada no solo en un sitio Web, sino en los servicios que se ofrecen, los cuales permiten la interacción bidireccional, así:



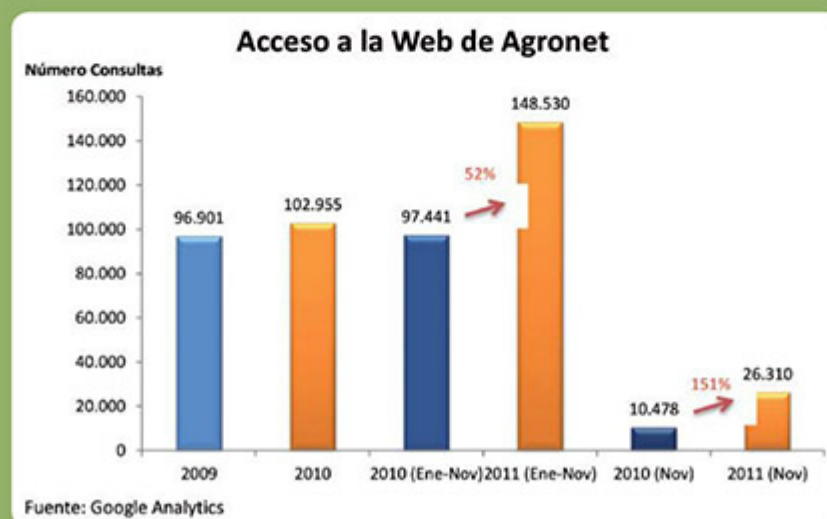
Este modelo de interacción se ve reflejado en servicios como: Agronegocios, Foros, Comunidad Virtual, Contáctenos.

En 2011, el reto consiste en aprovechar las tecnologías disponibles y la masificación del celular para ofrecer a los productores agropecuarios colombianos información personalizada relacionada con su actividad productiva, a través de mensajes de texto vía celular. Para inscribirse a este servicio, solo es necesario diligenciar completamente el formulario que se encuentra publicado en la página principal de Agronet www.agronet.gov.co y autorizar el envío de información por este medio.

Posicionamiento de Agronet

“AGRONET” se consolida como la principal fuente de consulta de los diferentes usuarios del sector, lo cual se evidencia con las cerca de seiscientos mil visitas al portal en sus cinco años de operación.

Número de visitas al portal 2009 - 2011



Conclusiones

Se ha evidenciado que las TIC juegan un papel fundamental en la forma como los productores agropecuarios desarrollan su actividad productiva, realizan negocios y aprovechan los recursos tecnológicos y la disponibilidad de información como herramienta para incrementar sus ingresos y mejorar su calidad de vida.

Con el uso de herramientas TIC se incrementa la rentabilidad del negocio agropecuario, e impacta positivamente el desarrollo económico del país. Las TIC están estrechamente relacionadas con el incremento de la capacidad productiva y la competitividad de los negocios rurales, en los cuales la disponibilidad de información y el acceso a la misma son un factor estratégico ante los avances de la ciencia, la tecnología, el acceso a nuevos mercados y la innovación.

El éxito de Agronet ha sido el enfoque de comunicación participativa, que brinda a todo el sistema la vitalidad de una red de comunicación humana, capaz de producir, buscar, analizar, socializar e intercambiar información para cumplir el propósito del proyecto que es apoyar la toma de decisiones de los actores del sector rural en los niveles local, regional y/o nacional.

Agronet logró consolidarse y posicionarse en el sector, como referente para la consulta de información y como promotor del uso de TIC en las actividades agropecuarias. Por esta razón en 2009 el portal fue nominado al premio *Colombia en Línea* promovido por la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones, calificando como uno de los tres mejores portales gubernamentales.



Programa de Transformación Productiva Ola Agro

El Programa de Transformación Productiva - Ola Agro consolida una alianza público-privada, para proyectar sectores agroindustriales al mercado mundial.

La Ola Agro la conforman los sectores de chocolatería, confitería y sus materias primas, camaronicultura, palma, aceites y grasas vegetales y biocombustibles, y carne bovina.

Consulte los planes de negocios en la página web del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del link <http://www.minagricultura.gov.co/10gestion/transformacion.aspx> y en la página web del Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través del link <http://www.transformacionproductiva.gov.co>

Vea las noticias sobre los sectores pertenecientes a la Ola Agro en el link <http://acac.org.co/2011/08/02/noticias-sobre-nuestros-convenios/>



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Prosperidad para todos



ASOCIACIÓN COLOMBIANA
PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA

Publicación trimestral
que informa sobre los
últimos avances en
Ciencia y Tecnología
realizados en Colombia
y el mundo

Revista Innovación
y Ciencia
Un paso adelante en Ciencia y Tecnología

Cupón de suscripción

Suscripción anual para Bogotá \$50.000 • Precio número regular \$12.000 • Precio edición especial \$15.000 • Suscripción gratuita para asociados

DÍA			MES			AÑO					
NOMBRE						SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO					
DIRECCIÓN						4 EJEMPLARES					
DIRECCIÓN						A PARTIR DEL NÚMERO					
TELÉFONO			FAX		CELULAR		CC. O NIT.				
CIUDAD			CORREO ELECTRÓNICO								
PROFESIÓN			ESPECIALIDAD								
FORMA DE PAGO			EFECTIVO <input type="checkbox"/>			TARJETA DE CRÉDITO N°			ACEPTO RENOVACIÓN AUTOMÁTICA SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
DINERS <input type="checkbox"/>			VISA <input type="checkbox"/>			MASTER CARD <input type="checkbox"/>			AMERICAN EXPRESS <input type="checkbox"/>		
VENGE			CUOTAS			NÚMEROS DE SEGURIDAD					
CHEQUE <input type="checkbox"/>			CHEQUE N°			BANCO					

Consignación a nombre de «Asociación Colombiana para el avance de la Ciencia» en:
Banco de Occidente, cuenta de ahorros N° 26880746-8 • Banco Agrario, cuenta de ahorros
N° 0230-002930-5 • Banco Popular, cuenta corriente N° 160-203196.
Envíe su comprobante de pago junto con este cupón al fax: **2216950** y **2219953** o por correo a la
sede de ACAC en Bogotá: Calle 44 N° 45- 67 Unidad Camilo Torres • Bloque C • Módulo 3
innovacionyciencia@acac.org.co
Bogotá, Colombia • Más \$5.000, costo de envío fuera de Bogotá

FIRMA