Año 15 | Nº 41 | Diciembre 2008 | $5.

# EXACTA mente

La revista de divulgación científica

*Entrevista*
*Conrado Varotto, el señor de los satélites*

*Biofísica*
*Circuitos que imitan neuronas*

*Chagas*
*Los científicos y la comunidad*

*Universidad*

## ¿Profesionalista o científica?

*Dossier*
**Biodiversidad**

ISSN 1514-920X

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar

UBA EXACTAS

# Semanas de las CIENCIAS 2009

- 19, 20 y 21 de Mayo

- 9, 10, 11 y 12 de Junio

- 6, 7, 8 y 10 de Julio

- 25, 26, 27 y 28 de Agosto

- 15, 16 y 17 de Septiembre

- 7, 8 y 9 de Octubre

Las actividades se realizan en los pabellones I y II de Ciudad Universitaria.

Más información: Tel: 4576-3337/3399 interno 37.

semanas@de.fcen.uba.ar | popularización@de.fcen.uba.ar | exactas.uba.ar

Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media

**Consejo editorial**

**Presidente**
Jorge Aliaga

**Vocales**
Sara Aldabe Bilmes
Guillermo Boido
Guillermo Durán
Pablo Jacovkis
Gregorio Klimovsky
Marta Maier
Silvina Ponce Dawson
Juan Carlos Reboreda
Celeste Saulo
José Sellés-Martínez

**Staff**

**Director**
Ricardo Cabrera

**Editor**
Armando Doria

**Jefe de redacción**
Susana Gallardo

**Redactores**
Cecilia Draghi
Gabriel Stekolschik

**Colaboradores permanentes**
Pablo Coll
Guillermo Mattei
Daniel Paz
Gustavo Piñeiro

**Colaboran en este número**
Guillermo Boido
Gregorio Klimovsky
Fernando Minotti
Norma Possia
Gabriel Rocca

**Diseño gráfico**
Pablo Gabriel González

**Fotografía**
Juan Pablo Vittori
Paula Bassi
Diana Martínez Llaser

**Impresión**
Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

**EXACTAmente**
es propiedad de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. ISSN 1514-920X
Registro de propiedad intelectual: 28199

UBA-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.
Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428 EHA Capital Federal
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464, 4576-3337, fax: 4576-3351.
E-mail: revista@de.fcen.uba.ar
Página web de la FCEyN: http://exactas.uba.ar

Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Se permite su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.

*EDITORIAL*

## ¿Autonomía o autismo? Exactas y su futuro

La Universidad de Buenos Aires, luego de 50 años, ha modificado el estatuto que la rige. Desde la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales hemos trabajado activamente en el análisis de las modificaciones a realizarse, intentando aportar nuestra visión del modelo de universidad que defendemos, nuestros conocimientos y experiencia. Así mismo, hemos buscado consensos con todos los actores universitarios.

Creemos que el trabajo realizado fue valioso, pero consideramos que el debate que la UBA precisa no se terminó en este conjunto de reformas: no ha sido puesto a discusión cuál es la mejor estructura académica que la universidad requiere para cumplir su misión y con qué recursos se la debería financiar.

Hoy, en la Universidad, el peso de las decisiones está dado por el número de facultades existentes, que no es equilibrado en relación con las áreas disciplinares universitarias: Humanidades, Ciencias Sociales, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Ciencias Exactas y Naturales. La vieja estructura de cátedras-feudo, característica de la mayoría del resto de la Universidad, tampoco ha sido replanteada. No nos hemos impuesto mecanismos que nos obliguen a rendir cuentas de nuestras políticas a la sociedad que nos financia.

Esta desconexión con la sociedad se evidenció una semana después que el nuevo estatuto fuera aprobado.

El Consejo Superior ha aceptado mayoritariamente que la asignación interna de los recursos de la UBA para cubrir los costos de insumos y equipos destinados a la enseñanza así como para el mantenimiento de los edificios de las facultades esté asociado exclusivamente a la matrícula de las carreras. Esto desconoce completamente las necesidades de la enseñanza e investigación científica, que están en el centro mismo del modelo de Exactas. Nuestra Facultad, en particular, es sólo una entre trece facultades, con diez carreras de grado con matrículas pequeñas (si se la compara con las carreras tradicionales) y que concentra el 25 por ciento de la formación de doctores de todo el país y más del 10 por ciento de la investigación científica nacional.

Es paradójico que esto haya ocurrido, teniendo en cuenta que 2008 ha sido declarado "Año de la Enseñanza de las Ciencias" (ver editorial del nro. 40, "El año en marcha"); que se ha creado el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (ver el nro. 39, "Una herramienta para la construcción de un país distinto"), y que hoy se difunde en radio y televisión el Programa de Becas Bicentenario dirigido a incrementar el ingreso de jóvenes provenientes de hogares de bajos ingresos que estudien una carrera universitaria "prioritaria", considerada estratégica para el desarrollo económico y productivo del país.

El evidente autismo entraña el riesgo de que los objetivos de la institución hacia la sociedad en su conjunto se puedan ver relegados por los intereses de los actores internos. Ante esta realidad, que inicia el camino de la reducción del modelo científico hasta su posible extinción, consideramos que es necesario llevar el debate a la sociedad toda para que se nos ayude a definir cómo hacer para que Exactas tenga futuro.

***Jorge Aliaga***
*Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*

**UNIVERSIDAD 6**

▶ **Profesionalista versus científica**

Los argentinos supimos concebir muchas discusiones sobre qué universidad queremos. Sin embargo la principal encrucijada nunca fue planteada: queremos una universidad profesionalista o una universidad científica. Esa discusión aún nos la debemos; todo lo demás son matices.

**SALUD 10**

▶ **Lucha contra el Chagas**

Tras quince años de trabajo conjunto de científicos con la comunidad, logró interrumpirse la transmisión de esta enfermedad en cinco poblaciones rurales de Santiago del Estero. Ahora se busca repetir la experiencia en Chaco, pero se hallaron vinchucas resistentes al insecticida.

**EPISTEMOLOGÍA 13**

▶ **La verdad en la ciencia**

¿Es posible realizar descripciones verdaderas sobre el mundo? ¿Cómo asignar verdad o falsedad a una afirmación? ¿Cómo hacer con las entidades no observables? Sobre este punto, realistas e instrumentalistas también discrepan.

**ENTREVISTA 14**

▶ **El señor de los satélites**

Conrado Varotto preside la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y lleva adelante el Plan Espacial Argentino, con tres satélites orbitando, y otros tres en desarrollo, más un cohete que operará en 2012. Se doctoró en el Instituto Balseiro, fue fundador de INVAP, y llevó adelante la planta de enriquecimiento de uranio. Dice que el éxito de todos sus proyectos se debió a la creatividad de los jóvenes que lo secundaron.

**CONCEPTOS 18**

▶ **La fuerza de la nada**

¿Cuál es la relación entre Lost –una serie de culto de la ciencia-ficción– y el efecto Casimir, una teoría y sus experimentos de la ciencia física estudiados por decenas de investigadores en todo el mundo en los últimos sesenta años?

**DOSSIER BIODIVERSIDAD 22**

▶ **Crónica de una catástrofe anunciada**

El planeta atraviesa un nuevo período de extinción masiva. Y una especie es la responsable de esta situación: el Homo sapiens. ¿Podrá la humanidad sobrevivir al proceso de destrucción que ella misma genera?

▶ **Los archivos de la vida**

Porque no puede protegerse lo que no se conoce, la conservación de la diversidad biológica depende del acceso fácil y oportuno a información relevante y de calidad acerca de los millones de especies que pueblan nuestro planeta. La reticencia de los investigadores a aportar sus datos es el mayor problema.

▶ **Freno al desmonte**

En menos de un siglo se perdió casi el 70 por ciento de los bosques nativos. La Ley 26.331, sancionada a fines de 2007, intenta detener este proceso.

**ASTRONOMÍA 32**

▶ **Emulando a Eratóstenes**

Más de 3.500 chicos de escuelas de la Argentina participaron del proyecto coordinado por el departamento de Física de la Facultad para medir la circunferencia de la Tierra con el método usado por el sabio griego hace dos mil años.

**PREGUNTAS 34**

▶ Los investigadores de la FCEyN responden por qué los planetas son redondos (y no cuadrados, por ejemplo), y por qué la temperatura baja a medida que ascendemos una montaña.

**BIOFÍSICA 36**

▶ **Circuitos "vivos"**

En el Laboratorio de Sistemas Dinámicos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA diseñan circuitos electrónicos que imitan a las neuronas biológicas.

**CONSERVACIÓN 40**

▶ **Salvemos a las ballenas**

El biólogo estadounidense Roger Payne fue quien observó que cada ballena franca austral presenta callosidades en su cabeza que funcionan como una huella dactilar. También descubrió el canto de las ballenas jorobadas. Desde hace años clama por su conservación.

**VARIEDADES 43**

▶ **Las enseñanzas del Maestro Ciruela**

Vacío misterioso

**NOBEL 2008 44**

▶ **Virus, partículas subatómicas y proteínas fluorescentes**

El descubrimiento del HIV, y del vínculo entre el virus papiloma y el cáncer de cuello de útero merecieron el premio en Medicina y Fisiología. El de Física correspondió a las investigaciones acerca de las partículas subatómicas. El de Química, al aprovechamiento de la luminosidad de una proteína para visualizar procesos biológicos microscópicos.

**MICROSCOPIO 47**

▶ Novedades, hallazgos y noticias del ámbito científico e institucional.

**BIBLIOTECA 48**

▶ Los libros que se ocupan de explicar la ciencia al público o a reflexionar a fondo sobre la búsqueda del conocimiento.

**JUEGOS 50**

▶ Cómo vigilar una galería de arte con sólo tres cámaras.

# Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Nuestro compromiso con la ciencia y la educación, nuestro compromiso con la sociedad

Tecnología de Alimentos

Ciencias Biológicas

Ciencias de la Atmósfera

Ciencias de la Computación

Ciencias Físicas

Ciencias Geológicas

Ciencias Matemáticas

Ciencias Químicas

Oceanografía

Paleontología

EXACTAS UBA

Ciudad Universitaria
Pabellón II
Capital Federal
exactas.uba.ar

Universidad

# ¿Profesionalista o científica?

Por Ricardo Cabrera | ricuti@qi.fcen.uba.ar

***Los argentinos supimos concebir muchas discusiones sobre qué universidad queremos. Libre o laica, gratuita o arancelada, elitista o de masas, con ingreso irrestricto o con filtro de aceite. Sin embargo la principal encrucijada nunca fue planteada: ¿queremos una universidad profesionalista o una universidad científica? Esa discusión aún nos la debemos; todo lo demás son matices.***

*Universidad de Salamanca, España.*

*Universidad Humboldt, Berlín, Alemania*

Nada es como es porque sí. Y la universidad menos. Todas las universidades del mundo adoptan modelos que son útiles a sus países y responden a distintos intereses y objetivos. El adoptado en la Argentina fue el profesionalista, un modelo basado en la creación de profesionales, muchos y buenos, y preferiblemente a bajo costo y en poco tiempo. Los motivos de esta adopción fueron varios, entre ellos: la existencia de importantes escuelas y colegiaturas profesionales, y el auge y la necesidad de las profesiones liberales. En definitiva, todos confluyeron en la creación de universidades como fusión de escuelas profesionales (hoy las Facultades) que tienen el cometido básico de producir profesionales y que sigue un patrón particular llamado modelo profesionalista.

**Ya existía otro modelo**

Mucho más antiguo que el profesionalista, ya existía un modelo de universidad muy diferente, que llamamos científico. Estaba basado en la esencia de las más antiguas universidades del mundo, que se puede resumir de esta manera: la universidad es el lugar que la humanidad se procuró para la reflexión sobre la realidad y para la creación del conocimiento. Podemos encontrar el modelo en la Antigua Grecia, la academia de Platón y el liceo de Aristóteles, Alejandría, París, Bolonia, Leiden, Salamanca, Ginebra, y muchas más. Este modelo de universidad pervive con plena salud esparcida por el mundo. En realidad, por el primer mundo. En ese antiguo caldero se cocinó una simbiosis fecunda entre enseñanza e investigación científica. Desde entonces no puede existir una sin la otra, sin un menoscabo importante de eficiencia y calidad.

Ambos modelos se formalizaron más o menos al mismo tiempo, cercano a la Revolución Francesa y con cierta vecindad. El profesionalista se consagra en París bajo la égida del emperador, y así la llaman los estudiosos de las ciencias de la educación: universidades napoleónicas. El modelo científico lo hace en Alemania fundamentalmente bajo el ideario de Wilhelm von Humboldt que funda la universidad de Berlín (hoy Universidad Humboldt) y los especialistas lo han dado a llamar modelo científico o humboldtiano. En una lectura superficial y errada, hay quien piensa que las universidades científicas forman científicos, y las profesionalistas, profesionales.

Pero no es mi idea hacer una declaración de principios, ni menos que menos una reseña histórica, que haría pésimamente. Mi intención es hacer en esta nota una caracterización práctica, sencilla o, ¿por qué no?, una guía de campo. Una, en clave dicotómica, que nos permita reconocer cada modelo y pensar en términos prácticos cuál es el sentido, la utilidad, la conveniencia de cada uno. Con características fáciles de evaluar por cualquier mortal no especializado en ciencias de la educación o en política educativa. Acá va.

**Cómo catalogar una universidad**

El primer ítem es económico. La profesionalista es barata. La científica es cara. Crear conocimiento es una empresa cara, la investigación científica cuesta mucho. En cambio, comprar conocimiento ya hecho es muy barato, la mayor parte se puede conseguir en libros. La profesionalista, entonces, es ideal para países pobres y endeudados como el nuestro, de hecho es la más común en los países del tercer mundo, mientras que el modelo científico es común en los países del primer mundo. Alcanza con mirar presupuestos y comparar para sacar conclusiones.

Los estudiantes también son característicos. Los alumnos de universidades científicas son típicamente *full time*. Teóricas, problemas, seminarios y laboratorios hacen que el estudiante se quede prácticamente todo el día en la universidad. El alumno típico en una universidad profesionalista es *part time*. Habitualmente tiene un trabajo con el cual sostiene sus estudios, y cursa de noche. En las universidades profesionalistas, los centros de estudiantes se ponen locos si la Facultad no ofrece turnos noche. De día, son páramos; de noche, aglomeraciones.

El currículo es la marca en el orillo. Las universidades científicas se caracterizan por tener ciclos básicos comunes (no se confunda con el CBC; no en principio, al menos) con una intensa formación en ciencias básicas: matemática, física, química y biología. Para todos los estudiantes, con la misma profundidad y calidad. Las profesionalistas, en cambio, arrancan las clases con las asignaturas de las respectivas especialidades. Son rehenes de los contenidos profesionales. Si a los médicos hay que darles física, que sea, al menos, una biofísica, o sea algo que tenga más que ver con ellos y con un nivel no tan intenso. "¿Y para qué quiero cinemática si no la voy a necesitar para auscultar a mis pacientes?" suelen preguntar los estudiantes de medicina si se les quiere enseñar física. Los profesores tampoco saben qué contestar, y a menudo inventan situaciones hipotéticas y absurdas que no convencen ni a ellos mismos. Ambos cayeron en la trampa de los contenidos. En el paradigma científico, la pregunta no tiene sentido, todos lo viven como lo más natural, no se concibe un médico que no sepa utilizar derivadas ni hacer estadísticas.

## El tamaño atenta contra el modelo científico

La cuestión de tamaño de una universidad afecta directamente en la cuestión de los modelos. Una megauniversidad como la UBA nunca puede ser una universidad científica. Para ser científica, una universidad debe ser pequeña. La ciencia es una empresa ágil, casi caótica, caprichosa, espasmódica. Un día se abre un campo de investigación y, a la semana, otro. Y otros se cierran o caen en desuso. Para ser una universidad científica hay que estar en la cresta de la ola. Si no se es capaz de generar nuevas líneas de investigación, al menos es necesario poder girar para donde va la corriente. Por eso una Universidad científica debe ser ágil, capaz de crear o cerrar departamentos, carreras, orientaciones, especializaciones o lo que fuere, en tiempos razonables. La hipertrofiada UBA es incapaz de resolver NADA ni en tiempos infinitos. El tamaño gigante va acompañado de intereses corporativos gigantes, de poderes gigantes y de burocracias gigantes. Todo eso es incompatible con la creación de conocimiento.

Estos cursos básicos suelen estar a cargo de los respectivos departamentos. Por ejemplo, los cursos de matemática (por donde pasan, todos mezclados, los futuros matemáticos, físicos, psicólogos, contadores, filósofos, etc.) están dados por los docentes del departamento de matemática de la universidad. Por ello, las universidades científicas suelen tener una organización departamental. En contraposición, las profesionalistas están organizadas en estructuras de cátedra. Las primeras tienen docentes "generalistas" que van rotando entre diferentes materias; las segundas, docentes especialistas; en ellas, habitualmente, el máximo especialista se adueña de una cátedra y forma una especie de feudo académico, a menudo inexpugnable.

Otra característica de los currículos profesionalistas es que son rígidos. En las científicas, suele haber muchas materias optativas y comunes entre diferentes carreras (además de las básicas). Los estudios son flexibles y es difícil encontrar dos graduados con idéntica formación.

Un buen momento para *calar* una universidad, si es que todavía tiene dudas, es el mediodía. Un comedor universitario es ideal para hacer la caracterización. Es sencillo: los almuerzos de las universidades humboldtianas son divertidos y estimulantes, cuando no, eróticos. Es fácil encontrar mesas en las que comen un futuro ingeniero, con una futura veterinaria, con un filósofo y un economista. Es fácil imaginar una charla estimulante, digestiva.

Otro lugar donde se ve claramente la diferencia es en las bibliotecas universitarias. La científicas están llenas de estudiantes, de libros, ¡de revistas!, de terminales de computadora con internet y los catálogos on-line. La universidad profesionalista, en cambio, es la mayor subsidiaria de la industria del apunte.

Las materias de las universidades científicas tienen un contenido interdisciplinario importante y hay que hacerlas en inglés. Hay quien con esto puede emocionarse y a otro puede generarle urticaria. Pero es así, la ciencia es una empresa global y se comunica en lengua franca.

Permítaseme intercalar una frase de uno de nuestros adalides por la ciencia, Marcelino Cereijido: "La universidad profesionalista puede generar **expertos**, o a lo sumo **eruditos**, pero sólo de una universidad científica salen los **sabios**".

Las universidades científicas son pequeñas. Las emblemáticas MIT o Harvard no superan los 18.000 estudiantes. El último censo en la UBA arroja la friolera cantidad de 320.000. De ellos, la mayoría se anota en carreras tradicionales, sin sentido aca-

## Científica, no cientificista

Oscar Varsavsky acuñó el término cientificista en los años 70 para criticar la actitud de diversos científicos que, según él, le daban la espalda a los problemas del país. Sin embargo, se puede ser tan autista haciendo ciencia de primera calidad como haciendo una ciencia pretendidamente aplicada o pretendidamente al servicio de la sociedad. Sus argumentos fueron bastardeados y utilizados en defensa de la mediocridad.

**Esfuerzo**

Actualmente, los actores de la vida universitaria que estamos convencidos de que la Argentina debe tener una universidad científica perdemos muchísimo tiempo en defender nuestro ideal académico. Gastamos enorme cantidad de energía en defender la periodicidad de cátedra, las dedicaciones exclusivas, los concursos abiertos, las estructuras departamentales... y tantas otras cosas que son absolutamente necesarias para el modelo científico y apenas accesorias o incluso molestas para el modelo profesionalista.

La partición de la UBA en nuevas universidades con tamaños racionales, gobernables, direccionables, a las que se pueda insuflar una política académica clara y definida, resultará en que cada una produzca beneficios para la sociedad de manera eficiente, y sin necesidad de gastar esfuerzos en pujas innecesarias.

démico ni estratégico. Las leyes de mercado y las modas gobiernan la matrícula de las universidades profesionalistas. ¿Se puso de moda el periodismo?, macanudo: mañana compramos un edificio nuevo y ahí entran los 40.000 estudiantes de ciencias de la comunicación que manejarán los taxis del futuro. Las universidades científicas planifican con visión de futuro.

Con docentes full time, con estudiantes full time, viviendo juntos en la universidad, están atrapados en la tradición de la formación discípulo-maestro. En la otra, en cambio, el estudiante esta condenado a la masividad y el anonimato.

Ya podemos formular una pregunta crucial: ¿Cuál es el objetivo académico último de estos tipos de universidad? Para la profesionalista: la EFICIENCIA. Para la científica: la EXCELENCIA.

**Y a mí qué**

Ahora bien, supongamos que acordamos las diferencias entre ambos tipos de universidad. ¿Qué podría hacer que prefiriéramos una universidad científica a una profesionalista? Yo tengo dos motivos importantes. El primero es la ciencia en sí misma. La ciencia es una concepción del universo, un modo de enfrentar el universo, basada en la razón, la observación, la experimentación, con prescindencia de dogmas, creencias y del principio de autoridad; es un sistema de conocimiento con enormes implicancias en la filosofía, la ética, la moral y la vida. Ser científico es un desafío personal de cada uno, que deberá librar en angustiosa minoría.

El segundo es estratégico. Basar el sistema educativo superior en universidades profesionalistas es el mejor modo de encadenarse a un modelo de país dependiente; dependiente de insumos, recetas y saberes desarrollados en el primer mundo, consumidor y esclavo de tecnologías y conocimientos importados. Por el contrario, tener universidades científicas es condición necesaria para generar un proyecto de país independiente. No se puede ser un país soberano ni, menos aún, rico, sin tener ciencia.

Bueno, me detengo aquí. Debe haber una guía más seria y más completa. Este es un resumen para todo público.

**De aquí en más**

La perspectiva no es muy halagüeña. Nuestros gremios docentes están embarcados en conseguir estabilidad laboral, contrario al principio reformista de la periodicidad de cátedra, lo que convertiría la universidad en un ente burocrático y mediocre parecido a un ministerio kafkiano. Los centros estudiantiles, hoy dominados por partidos políticos de izquierda (una nueva y reaccionaria izquierda) sostienen, en su mayoría, la trasnochada idea de que la ciencia es una herramienta de dominación capitalista y no pueden distinguir entre científica y cientificista. La opinión pública y los medios de comunicación masivos soportan el bombardeo mentecato de los discursos posmodernistas que relativizan el conocimiento científico equiparándolo a creencias religiosas y modas culturales. La cosa está peluda.

Pero aunque parezca una meta inalcanzable, generar universidades científicas no es imposible. La época de oro de la UBA, del 56 al 66, demuestra que en muy poco tiempo se puede patear el tablero y dar un golpe de timón que nos encamine hacia un rumbo de excelencia. Algo tenemos los argentinos, yo no se qué, pero somos el único país latinoamericano con tres Premios Nobel de ciencia, y con otras treinta luminarias científicas que no recibieron el Nobel, otros trescientos en puestos top en todo el mundo, y unos 60.000 científicos formados, yirando aquí y allá. Algo hay. Tal vez ese algo nos permita darnos el tiempo necesario para reflexionar sobre esta encrucijada y, quién sabe, un día, tomemos el rumbo señalado.

Es imposible modificar el sistema universitario argentino para que adopte el modelo científico. Pero no hay razón valedera para evitar que ciertos grupos académicos que están en condiciones de adoptarlo deban renunciar a ese objetivo. Las condiciones están dadas para que una partición racional de la UBA permita la generación de una (tal vez dos) universidad científica que nuestro país necesita y merece.

## Mal de Chagas

# Tan cerca, tan lejos

*Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar*

***Logró interrumpirse la transmisión de esta enfermedad en cinco poblaciones rurales de Santiago del Estero, uno de los puntos más afectados del país, tras quince años de trabajo conjunto de científicos con la comunidad. Ahora se busca repetir la experiencia en Chaco, pero se hallaron vinchucas –vectores de la dolencia- parcialmente resistentes al insecticida.***

En una de las zonas más atacadas del país por el Mal de Chagas, en el departamento de Moreno, al noreste de Santiago del Estero, luego de un trabajo de más de quince años se logró interrumpir la transmisión de la enfermedad. Se trata de cinco comunidades rurales alrededor de la localidad de Amamá.

La tarea codo a codo con la gente del lugar fue realizada por el equipo de Ricardo Gürtler, director del Laboratorio de Eco-epidemiología del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en cooperación con el Programa Nacional de Chagas (Roberto Chuit y Delmi Canale), las doctoras Elsa Segura y Marta Lauricella del Instituto Fatala Chaben, Joel Cohen de las Universidades Rockefeller y Columbia, y Uriel Kitron de la de Illinois. Ahora la lucha continúa en 1.300 casas en cercanías de El Impenetrable, en Chaco, pero encontró un nuevo desafío: la resistencia a los insecticidas habituales por parte de la vinchuca, transmisor de la dolencia que afecta alrededor de dos millones de argentinos.

Desde el sur de Estados Unidos hasta Chile y la Argentina, la enfermedad de Chagas, o Tripanosomiasis Americana, pone en riesgo entre 40 a 120 millones de personas, y ya se han infectado entre 10 y 14 millones, según la Organización Mundial de Salud. "El Gran Chaco, una ecorregión de 1,3 millones de kilómetros cuadrados que abarca principalmente Argentina, Bolivia y Paraguay, experimentó una acelerada degradación del ecosistema que llevó a altos niveles de pobreza. Con sus casas rurales de barro y paja es una región hipe-

rendémica para el Chagas y otras enfermedades desatendidas", indica el trabajo del equipo publicado en la revista científica Proceedings of the Nacional Academy of Sciences de Estados Unidos.

Precisamente, en esa área al rojo vivo es donde se focalizaron los esfuerzos. A 130 kilómetros de la capital santiagueña comenzó la tarea hace casi dos décadas. "En un trabajo a largo plazo con acción de la propia comunidad logramos interrumpir la transmisión del Mal de Chagas en uno de los distritos de más alto riesgo de la Argentina", subraya el doctor Gürtler. Paredes de barro, piso de tierra, techo de paja y pobreza suelen ser parte del paisaje que resulta ideal para la vinchuca. "La gente estaba acostumbrada a convivir con ella, le resultaba natural", recuerda. Rociar las viviendas con insecticida mostró en 1985 una clara mejoría de la situación, pero tres años más tarde, al no continuar con las tareas de control, el panorama empeoró y retornó a la misma situación anterior. "En 1992 era absolutamente visible que la cantidad de vinchucas era de cientos a miles por casa. La situación era totalmente desmoralizante: de los chicos que habían nacido protegidos por el primer rociado en las casas, muchos se habían infectado siete años más tarde", precisa.

Volver a empezar, pero de otro modo. La propuesta fue que los lugareños tomaran parte activa en esta lucha, que fueran protagonistas. Por eso, se los puso al tanto de los estudios en marcha, se les enseñó a detectar las vinchucas, así como se los instruyó para el uso de insecticidas. Además de informar, los talleres de capacitación y entrenamiento buscaron captar la participación de todos. "Antes del rociado propiciamos que revocaran las paredes para eliminar las grietas donde se alojan las vinchucas", ejemplifica Gürtler. Las rajaduras son los escondites preferidos de estos insectos de unos 3 centímetros de largo. Allí permanecen inmóviles durante el día, escapando de la luz. De noche salen a alimentarse de sangre humana o de otro animal de sangre caliente. Una vez que encuentra a su presa, despliega su trompa, inserta los estiletes bucales en la piel así como saliva anticoagulante, y comienza a chupar. Si no es perturbada, puede ingerir varias veces su propio peso. Al hincharse su tubo digestivo, esto la obliga a defecar, y si está infectada de *Trypanosoma cruzi*, lo deja sobre la picadura. Cuando la víctima se rasca por la picazón, permite que ingrese ese parásito al torrente sanguíneo. En tanto, la vinchuca, satisfecha, regresa a su refugio.

**Va de nuevo**

Nuevamente se realizó una campaña de desinfestación. Luego, los lugareños tuvieron a su cargo una parte de la pesquisa. Por un lado, debían mantenerse alertas y capturar las vinchucas si volvían a aparecer, además de guardarlas para entregarlas al equipo de investigación en la próxima visita semestral. En tanto, los investigadores junto con el Programa de Chagas de la Nación monitorearon la reinfestación. "Movilizamos a la gente y llevamos a cabo el diagnóstico de la situación de casi toda la población. Cuando se detectaron niños infectados menores de 15 años de edad, articulamos las acciones para que fueran transportados a la ciudad de Santiago del Estero para recibir el tratamiento. Muchas personas por primera vez en su vida se enteraron que estaban infectados por *T. cruzi*, y unos 30 niños fueron tratados y curados de la enfermedad", relata Gürtler, quien junto con María Carla Cecere, también de esta facultad, participaron del proyecto.

Quince años de seguimiento, control y de no perder pisada a este insecto dieron sus resultados. "Cuando llegamos, un 50% de los chicos de menos de 17 años estaba infectado. Hoy sólo hay uno", asegura Gürtler, al tiempo que resalta la clave de la tarea: "El desafío para lograr una vigilancia sostenida es que la gente afectada se entere de que existe una enfermedad silenciosa que los afecta, y que hay formas de prevenirla y curarla. Para esto, ellos deben ser protagonistas de la solución, no meros espectadores pasivos de las acciones que esporádicamente decide realizar el Estado. Para estos objetivos, los pobladores necesitaban aprender unas cuantas cosas, además de ser acompañados hasta consolidar el sistema de control e interrumpir la transmisión". Estos proyectos contaron con el apoyo continuado de la UBA y otros donantes, y en su última etapa fueron subsidiados por el National Institutes of Health de Estados Unidos.

**El Impenetrable**

Con toda la experiencia acumulada en Santiago del Estero, a fines de 2007 el equipo de Gürtler junto con la Fundación Mundo Sano, el Programa de Chagas y otras instituciones académicas comenzaron un nuevo proyecto en Pampa del Indio, en la puerta de El Impenetrable, en la provincia del Chaco, con apoyo del IDRC de Canadá y el TDR/WHO. Alrededor de 1300 viviendas rurales eran foco esta vez de la tarea, aunque mostraban aspectos diferentes. Muchas de las viviendas infestadas contaban con techo de chapa sin aislante -en uno de los sitios más cálidos del país-, provisto por planes oficiales. "Aquí se derribó el mito de que el techo de paja está causalmente asociado con la presencia de las vinchucas, pues las encontramos entre la chapa del techo y el borde superior de las paredes así como en los catres y cajas. En general, la gente recibe donaciones de ropa y, como no tienen muebles, las apilan. Este desorden genera refugios para el insecto donde incluso puede sobrevivir a los tratamientos con insecticidas", describe Gürtler.

Los primeros pasos fueron contactarse con los lugareños, la mitad de ellos de pueblos originarios (tobas) y la otra parte, criollos. El comienzo no fue fácil, porque la gente "era reacia y estaba cansada de promesas. A medida que cumplimos con lo prometido, establecimos un vínculo de confianza", dice el investigador. Mientras tanto, conocieron que el panorama era complicado: La mitad de las viviendas tenían vinchucas, y, de éstas, el 35% estaban infectadas por *Trypanosoma cruzi*, es decir, podían trasmitir la enfermedad. El extenso trabajo de campo que siguió fue liderado por Juan Manuel Gurevitz, Leonardo Ceballos, Sol Gaspe y otros becarios del laboratorio.

A la exploración inicial, le siguió la evaluación de 350 viviendas y el rociado con los habituales insecticidas piretroides, que son menos tóxicos para las personas en las dosis y forma en que se usan. "Como hacía diez años que no se rociaba Pampa del Indio, supusimos que las vinchucas serían completamente susceptibles a los insecticidas. La sorpresa –indica Gürtler- la tuvimos cuando, pasados cuatro meses, evaluamos la situación y encontramos muchas más viviendas reinfestadas que lo habitual. Nosotros esperábamos encontrar casi cero de reinfestación y, en cambio, fue del 10%, valor que se alcanza a los dos años post-rociado, si es que no median otras acciones de control". En forma simultánea e independiente, las vinchucas capturadas antes del rociado habían sido enviadas para evaluar su grado de resistencia al CIPEIN/CITEFA, donde Eduardo Zerba y María Inés Picollo desarrollan, desde 1995, un programa de monitoreo de la resistencia a los piretroides. "Ellos detectaron que los insectos mostraban claros indicios de resistencia a los insecticidas piretroides, pero todavía no sabemos exactamente cuál es el grado de resistencia y esto es importante para decidir los siguientes pasos", advierte.

**Vinchucas resistentes**

No es la primera vez que esto ocurre. "En Bolivia y en la provincia de Salta en nuestro país ya se habían detectado focos con alto grado de resistencia a los piretroides", precisa. En este sentido, la doctora Elsa Segura, investigadora principal del CONICET en el Instituto Fatala Chabén, relata: "La resistencia a los insecticidas es un fenómeno conocido y que está relacionado a múltiples factores. Eduardo Zerba viene advirtiéndonos sobre este riesgo desde hace casi 15 años. La realidad de la resistencia advierte sobre la necesidad de realizar tratamientos con insecticidas con bases más racionales y también indica que existe una importante diversidad genética en *Triatoma infestans* (vinchuca), hasta ahora negada y tomada de base para proponer la 'eliminación' de la especie".

¿Qué alternativas existen? "Existe una muy limitada cantidad de insecticidas alternativos basados en otros principios activos, y no todos están disponibles en el mercado, o son poco aceptados por la población debido a su olor o mayor toxicidad", destaca, al tiempo que enfatiza: "Si bien la resistencia es un tema a tener en cuenta, tampoco debe ser motivo para caer en la inacción o el pánico". Sin duda, resulta un desafío que se suma a la compleja problemática propia de la enfermedad de Chagas, que tiene en las condiciones sociales de pobreza al principal aliado de la vinchuca. El trabajo conjunto de científicos, programas de control y la comunidad mostró que se puede interrumpir la transmisión y controlar al insecto. Al menos así ocurrió en Santiago del Estero y, "con el tiempo, buscamos mejorar esta experiencia en el Chaco y otras provincias", concluye Gürtler.

## La situación actual del país

*Por la doctora Elsa Segura, investigadora principal del CONICET en el Instituto Fatala Chaben*

Hay por lo menos tres aspectos que comprenden la situación actual del control de la transmisión de *Trypanosoma cruzi* y la atención de los pacientes en Argentina. En primer lugar, el control de la transmisión vectorial de *T. cruzi* ha sufrido un atraso de por lo menos diez años. Los motivos fueron la falta de presupuesto asignado en los primeros siete. En los tres siguientes, la desvalorización de la utilización del control vectorial por parte del Programa Federal de Chagas en toda su estructura (Ministerio de Salud de la Nación), como tarea prioritaria para el control de la transmisión vectorial. No se consideró a ésta como una tarea orgánica, disciplinada, continua y contigua. Todos estos conceptos acompañados en la práctica por la quita de actividad o casi disolución del Servicio Nacional de Chagas y en tomar otras medidas burocráticas, que hasta hoy, no han demostrado que mejoren la administración o la práctica del control.

En los últimos siete meses se está desarrollando una tarea de reorganización. En las provincias con un alto índice de control, se detecta actualmente una alta reinfestación en el peridomicilio (gallineros, depósitos, corrales) y afortunadamente muy baja infestación intra-domiciliaria (dormitorios). Esta situación genera preocupación, pues la dinámica de la infestación en la vivienda humana depende del tamaño de las colonias de T. infestans en los diferentes sitios. La recomendación es entonces, trabajar rápido, reorganizar los recursos existentes y recomenzar las acciones en toda el área endémica bajo riesgo de transmisión.

En segundo término, los servicios de maternidad que habían comenzado la tarea de control de la transmisión de la madre y el niño siguieron haciéndolo y en general, esta actividad así como la del control de la sangre a transfundir (coordinada en la Argentina por el Centro Red de Laboratorios de la ANLIS Malbrán) continuó su accionar, con la intervención de las provincias, en oportunidades como la adquisición de insumos.

Un aspecto positivo es el aumento de las investigaciones cuyos resultados puedan ser de utilidad para el control de la transmisión de *T. cruzi*.

Por último, se ha generado un marcado interés por el seguimiento clínico y el tratamiento etiológico de la infección, tanto en los servicios de clínica, cardiología o infectología que atienden pacientes con Chagas. Se están identificando productos químicos capaces de eliminar la infección por T. cruzi, después de las actividades de control químico del vector por las iniciativas de las diferentes regiones, desde México hasta la Argentina y Chile.

# La verdad en la ciencia

*Gregorio Klimovsky | Guillermo Boido*

***¿Es posible realizar descripciones verdaderas sobre el mundo? La ciencia no aplica la noción de verdad a entidades, sino a afirmaciones sobre entidades. Pero ¿cómo asignar verdad o falsedad a una afirmación? Se puede contrastar con la realidad, pero ¿cómo hacer con las entidades no observables? Sobre este punto, realistas e instrumentalistas también discrepan.***

En los dos últimos artículos de esta serie (véase *Exactamente* Nos. 39 y 40) nos ocupábamos de la controversia filosófica acerca del realismo científico, es decir, la polémica entre quienes consideran a las teorías como descripciones del mundo físico y aquellos que lo niegan y adoptan una posición antirrealista y en particular instrumentalista. Para éstos, las teorías serían meros instrumentos de cálculo que permiten realizar predicciones. Ahora veremos de qué modo esta polémica se vincula con el importante problema de caracterizar lo que llamamos una *verdad científica*. Por el momento, expondremos el tema en el caso de las ciencias que tratan con hechos que acontecen en la naturaleza o la sociedad: la física, la biología o la sociología. El problema de la verdad en matemática merece un tratamiento aparte, del que nos ocuparemos en un artículo próximo.

*Aristóteles (384-322 a.C.). Para este filósofo, una afirmación es verdadera si el estado de cosas que describe acontece en la realidad.*

Aunque un teólogo podría alegar que "Dios es la verdad", la ciencia no aplica la noción de "verdad" a *entidades* sino a afirmaciones, que podrán ser verdaderas o falsas. Pero, ¿cómo saber si una afirmación es verdadera o falsa? La respuesta a esta pregunta la ofreció Aristóteles, en el siglo IV a.C. Puesto que una afirmación describe un "estado de cosas", será verdadera si dicho "estado de cosas" acontece, y será falsa si ello no acontece. Si decimos "en la terraza hay un gato", nuestra afirmación será verdadera si en la terraza hay un gato; pero, si allí no hay ningún gato, la afirmación será falsa. Advierta el lector que la afirmación *pertenece al ámbito lingüístico* (y por ello se la escribe entre comillas), mientras que el "estado de cosas" es algo que ocurre o no. Y para saber si ocurre o no debemos realizar una operación ajena al lenguaje; en nuestro ejemplo, por caso, subir a la terraza y comprobar si allí hay o no un gato. Si lo hay, la afirmación será verdadera; si no lo hay, será falsa.

Es evidente que Aristóteles piensa que existe una *realidad* y que allí hay cosas tales como terrazas y gatos. Por ello es un realista. De otro modo, su criterio de verdad no sería aplicable, ya que, ¿cómo podríamos constatar si hay o no un gato en la terraza si tales entidades no existiesen? Ahora bien, nuestro rústico ejemplo trata exclusivamente con entidades observables, mientras que en las teorías científicas se mencionan además, como hemos señalado en artículos anteriores, otras que no lo son: las entidades teóricas. Si aceptamos la teoría atómico-molecular, con sus términos teóricos tales como "átomo", "molécula", "valencia", "peso atómico", etc., un realista dirá que una afirmación del tipo "una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno" expone el comportamiento de ciertas entidades reales: pequeñas partículas que constituyen la materia. Dicho de otro modo, aunque tal afirmación describe un "estado de cosas" que no puede ser inspeccionado directamente por medio de los sentidos, es legítimo asignar a ella, al menos provisionalmente, el carácter de una afirmación *verdadera*. Pero un antirrealista lo negará, porque los términos teóricos que se mencionan en el ejemplo no designan entidades realmente existentes y por tanto no corresponde preguntarse por la verdad o falsedad de dicha afirmación.

Sinteticemos. En opinión del realista, las afirmaciones científicas aspiran a ser *verdaderas*, es decir, corresponderse con lo que acontece en el mundo. En el desarrollo histórico de la ciencia, afirman, las teorías más recientes en una disciplina determinada se hallan cada vez más próximas a la verdad que las teorías a las que reemplazan. El progreso científico, según este punto de vista, consiste en generar descripciones cada vez más amplias y exactas de un mundo que en su mayor parte es "invisible". Para el instrumentalista, en cambio, tal progreso se manifestará tan solo en el desarrollo de teorías cuyo poder predictivo vaya en aumento con el tiempo. Las teorías serán para él empíricamente adecuadas o útiles, pero no podemos considerarlas descripciones verdaderas del mundo: la búsqueda de éstas es una cuestión que quizá podrá ser abordada por alguna filosofía particular pero que, para la ciencia, carece de sentido.

## Conrado Varotto

# El señor de los satélites

*Por Susana Gallardo | sgallardo@de.fcen.uba.ar*
*Fotos: Diana Martínez Llaser*

***Nació en Italia y llegó a la Argentina a los nueve años. Inició su carrera de Física en Exactas, pero la terminó en el Instituto Balseiro, donde se doctoró. Fue el fundador de INVAP, empresa de base tecnológica con sede en Bariloche. También llevó adelante la planta de enriquecimiento de uranio de Pilcaniyeu. Desde 1994 preside la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, con tres satélites en el espacio, y otros tantos en desarrollo, así como el cohete Tronador, que ya tuvo un lanzamiento de prueba exitoso, y operará en 2012. No deja de sentirse agradecido con la Argentina por las oportunidades que, dice, le ha brindado. Y tiene una gran fe en la creatividad de nuestros jóvenes.***

**¿Qué recuerdos tiene de aquellos días de 1951 cuando llegó de Italia con sus padres?**

Mis recuerdos son los de un chico que venía de un país que estaba destruido, a un lugar que era un paraíso. Para mí sigue siéndolo. Era un paraíso por varias razones: por las posibilidades que había de trabajo. Mi padre podría haber elegido Australia, pero prefirió la Argentina. En Italia se pensaba que si había un país en el que había oportunidades, y donde nadie se sentía en un lugar ajeno, era la Argentina. Y de hecho fue así, cuando llegamos yo no sentí que me había mudado.

**¿Qué lo llevó a estudiar física?**

Fui al colegio del Salvador, de los jesuitas, donde fui becado. Allí, en particular, tuve un profesor jesuita, belga, que me enseñaba física. El colegio tenía laboratorios, y uno iba y medía, y me dí cuenta de que eso me gustaba. Pero se lo debo mucho a ese jesuita y a ese colegio. Ese profesor me trataba muy mal, aunque yo era buen alumno, pero siempre me exigía más. Pero no puedo quejarme. De todos modos, uno nunca llega por un solo motivo, y después tuve mucha suerte en la ciencia. Justo caí en la universidad en una época en que la ciencia era un vergel: estaba Manuel Sadosky, Juan Roederer, el colorado [Rodolfo] Busch.

**Usted estudió en Exactas.**

Empecé en Exactas, después me fui al Balseiro, que en esa época era el Instituto de Física Bariloche, estaba [José Antonio] Balseiro dirigiéndolo. Después falleció, estando yo allí. Yo no me puedo imaginar si no hubiera venido a este país, si hubiera tenido las oportunidades que tuve aquí.

**Después de doctorarse en el Balseiro se fue a los Estados Unidos. ¿Qué recuerda de su paso por la Universidad de Stanford?**

Lo que me impresionó allá era que en el campus de la universidad funcionaban empresas avanzadísimas que habían nacido en la propia universidad. Había laboratorios, por ejemplo, de Hewlett-Packard, Apple, Lockeed.

**Lo que se llama incubadoras de empresas.**

Ahí no hablaban de incubadoras de empresas, ahí lo hacían nomás. Y una cosa que me llamó la atención fue que había un laboratorio de Lockeed ahí adentro, y lo increíble es que tenía empleados que eran premios Nobel, y esos premios no estaban relacionados necesariamente con las tareas que se hacían. Un día pregunté por qué un laboratorio de una empresa empleaba premios Nobel, y la respuesta fue: "tenemos premios Nobel porque con esto marcamos el nivel". Un nivel de excelencia en una empresa.

**¿Qué hizo cuando volvió a la Argentina?**

Creé el programa de de Investigación Aplicada, en el Centro Atómico Bariloche. La idea era encontrar aplicaciones a lo que hacíamos en física. Yo venía de las ciencias de los materiales, un campo muy fértil. Pero, en esa época, hacer algo en relación con empresas era considerado como un pecado mortal. Y el empresario era considerado como lo peor que había sobre la Tierra. Había un idealismo, heredado de Europa y Estados Unidos, pero que allí ya había pasado de moda..

**De todos modos, pudo comenzar con ese programa de investigación aplicada.**

Era la aplicación del famoso triángulo de [Jorge] Sábato. A ese triángulo, cuyos vértices son el Estado, la infraestructura científico-tecnológica y el sector productivo, le sigue la empresa de tecnología. Tuvimos un fuerte apoyo del presidente de la Cnea, el capitán Pedro Iraolagoitía, que había sido edecán de Perón. Los chicos que trabajaban conmigo estaban muy imbuidos en la doctrina social de la iglesia, y pensábamos que era posible usar el conocimiento para crear fuentes genuinas de trabajo, porque con el conocimiento se podía avanzar. Comenzamos a trabajar en la creación de la empresa. También nos apoyaron mucho Castro Madero, que sucedió a Iraolagoitía, y Hugo Erramuspe, que era el director del Instituto Balseiro.

**Participó mucha gente.**

Cuando uno hace algo, siempre hay un conjunto de gente que pone su granito de arena. En este caso, lo pusieron, y lo hicieron en el momento oportuno, cuando uno lo necesitaba. Hubo personas que fueron clave en definir la forma jurídica que se le iba a dar a una empresa de ese tipo para que perdurara, a pesar de lo que pasara. Siempre recuerdo que Sábato, que falleció a fines de 1983, vino a Bariloche, estando enfermo, y nos dijo: "Lo único nuevo que hubo después de mí es esto". Eso a uno lo llena de orgullo, porque si la idea de él era que se avanzara a la empresa de tecnología, bueno, lo estábamos consiguiendo. Claro, lo ideal en un país no es que haya una, sino muchas.

**Otro de los emprendimientos fue la planta de Pilcaniyeu, de enriquecimieto de uranio para las centrales de energía atómica.**

Esa planta demuestra lo que pueden hacer los pibes de este país. Eran pibes que en su vida habían hecho nada en el tema y, sin embargo, nunca ninguno de ellos dudó en hacer lo que se le encargaba. Incluso, no sabían que se trataba de enriquecimiento de uranio. Sólo once tipos sabíamos que era para ese fin. La Argentina necesitaba hacerlo en forma reservada, porque si lo hacíamos en forma pública, tendríamos problemas por todos lados. Argentina no había firmado todavía el tratado de no proliferación nuclear, que firmó luego en el año 94/95.

**¿La planta se cerró en 1983?**

No, no se cerró. No está produciendo, pero la planta está viva. Una de las razones por las cuales trabajamos mucho en Pilcaniyeu fue para producir el uranio de bajo enriquecimiento (ULE), para alimentar las plantas de energía nuclear, y que no sirve para fines bélicos.

**Posteriormente usted pasó a la Conae ¿Esta comisión tiene alguna vinculación con una que dependía de la fuerza aérea?**

Existía la Comisión de Investigaciones Espaciales, que era un departamento de la Fuerza Aérea. El problema era que los vaivenes del país se reflejaron en los presupuestos de los servicios de defensa, y, cuando hay escasez, se refleja en cualquier cosa que no sea el objetivo primario. Eso

se notó claramente en las posibilidades de desarrollo espacial del país. En forma independiente de eso, en la Argentina se estaba fabricando el misil Cóndor, que era un proyecto de defensa, y algunos dijeron que podía servir para uso espacial. Cuando en el 91 se decidió cancelar el proyecto Cóndor, para que no se interpretara que se abandonaba la parte espacial, el Gobierno tomó la decisión de crear la Conae, como ente espacial totalmente civil.

**Fue un hito importante.**

Salvando las distancias, lo que pasó con el Cóndor y la Conae es parecido a lo sucedido con el proyecto Huemul y la Comisión de Energía Atómica. Cuando el gobierno de ese momento dice lo de Huemul no va más, quedó claro que eso no significaba que la energía atómica no fuera importante, y se creó la Conea. La gran diferencia respecto de otros entes que se crearon es que en el mismo documento de creación de la Conae se fija la obligación de tener un plan a largo plazo.

**¿Usted se hizo cargo de este organismo enseguida de su creación?**

No, en el 91 se hizo cargo el profesor [Jorge] Sahade, una persona que admiro, pero le tocó la peor parte: tuvo que hacerse cargo de la Conae y, al mismo tiempo, liquidar el Cóndor. Cuando decide irse, a fines del 93, yo me hago cargo, a principios del 94. En realidad, me dejó todo perfecto, todo listo para comenzar a trabajar. En el 94 empezamos con la preparación del plan espacial, que fue aprobado en noviembre de ese año, y hubo un proceso de presentación frente a todo el gabinete. Comenzó el primero de enero del 95, ya va por la tercera revisión, y hay que reconocer que fue declarado y mantenido como política de Estado. Todos los gobiernos que se han sucedido no sólo lo mantuvieron sino que agregaron algo más. El actual, en particular, es el más fuerte de todos, y se agregó el programa Dos Megapé (2Mp).

**¿En qué consiste ese programa?**

Es el programa de los dos millones de pibes, el objetivo es tener dos millones de chicos, entre los 8 y los 16 años, en condiciones de utilizar, a su nivel, la información espacial en sus actividades escolares diarias. Se considera que es una de las mejores herramientas en el área educativa, se puede relacionar con la producción del lugar, con el medioambiente, estamos trabajando en eso.

**¿Cómo se hace el seguimiento de ese programa?**

Ya llevamos tres años y pico haciendo pruebas piloto por todo el país, y viendo cómo se hacen las cosas afuera. Ahora estamos comenzando la segunda etapa, que es la implementación de escuelas de referencia en el país que aceptan adaptar sus programas al uso de la tecnología espacial como herramienta normal. Y calculo que dentro de un año vamos a largar el proyecto para todo el país. Ahí intervienen varios ministerios como Ciencia y Tecnología, Educación y Economía. Se va a trabajar en los institutos de formación docente, donde hemos hecho diferentes pruebas.

**¿Cómo estamos respecto de otros países de Sudamérica en cuanto al plan espacial?**

Los socios nuestros en materia espacial son las agencias espaciales más importantes del mundo, la Nasa, la agencia espacial canadiense, la europea, la italiana, la francesa, entre otras. Brasil también es socio nuestro. Eso da una pauta del nivel. En los últimos meses hemos pasado por revisiones de diseño satelital, por la del SAC-D Aquarius, que es una de las misiones más avanzadas que tiene la Nasa. A bordo del SAC-D, se colocará un instrumento complejo, el Aquarius, un sensor de microondas de baja resolución –diseñado y construido en los EEUU- que va a medir las propiedades de todos los océanos, y mapear las variaciones de salinidad y la rugosidad del oleaje. Para la Nasa, Aquarius es un instrumento de ciencia básica; para la Argentina, en cambio, podría tener una función más aplicada a lo productivo, por ejemplo, la salinidad en el Mar Argentino puede dar indicios de la ubicación de ciertas especies de valor pesquero. Además, el SAC-D llevará instrumentos que pueden medir la humedad almacenada en los suelos, y junto con datos de otros orígenes, permitirá predecir cosechas con mayor precisión.

**¿Cuándo se pone en órbita el SAC-D Aquarius?**

Ese es uno de los grandes eventos del bicentenario, en mayo del 2010. Los dos SAOCOM, entre el 2011 y 2012. Estos forman parte del SIASGE, el sistema ítalo argentino para la gestión de emergencias. Son satélites radar muy avanzados. El sistema se diseñó como sistema único, formado por seis satélites, cuatro italianos, con frecuencia de 8 gigaherz (banda X), y los dos argentinos, que trabajan en la frecuencia banda L, de 1 gigaherz. Cuando se lo diseña como sistema único, ello significa que uno mira lo que quiere mirar combinando las dos frecuencias de radar, se tiene una capacidad de observación increíble. Los satélites italianos son del orden de los 1400 kilos, y los nuestros de 3000, por el tipo de antena que tienen que llevar. Al ser de órbita polar, deben llevar una antena mucho más grande.

**¿Cuál va a ser lanzado con el cohete Tronador II, que está desarrollando la Conae?**

Eso corresponde a otra serie de satélites. Tenemos la serie SAC-A, SAC-B, SAC-C, y SAC-D, y la serie SAOCOM A y B; de los seis, hay tres en órbita, y ya estamos recibiendo información de esos tres. Después tenemos la serie SARE, son satélites para desarrollo tecnológico o aplicaciones muy específicas. Y para algunas locuras que queremos hacer, desarrollos muy avanzados. La serie SARE va a usar nanotecnología.

**¿Esto es lo más nuevo?**

Estos satélites tienen dos objetivos, uno es probar desarrollos avanzados en instrumental, utilizando tecnologías avanzadas. Eso antes de volarlo en misiones operativas, hay que probarlo en el espacio. El otro objetivo es lo que se llama aplicaciones muy especiales. Si para un determinado tipo de problema en la Argentina necesito un instrumento muy especial y que

además pase de una cierta forma sobre la zona que me interesa, tengo que elegir una órbita muy especial, y para ello utilizo los SARE. Y la tercera razón, es la locura nueva en que nos hemos metido, que es la arquitectura segmentada, es decir, trabajar con satélites que se suben en pedazos.

**¿Por qué locura?**

Porque es muy avanzado. En Estados Unidos se está haciendo algo, pero aquí hay capacidad muy fuerte. Seríamos unos torpes si no lo intentásemos.

**¿Cuál es la función de la nanotecnología allí?**

El tema es que con nanotecnología uno avanza en propiedades de los materiales que son completamente nuevas. Nunca me voy a olvidar de una charla que dio el número uno de la Nasa, que era Goldin, adoraba la Argentina y a la Conae, y un día, en el 2000, dijo que el futuro espacial estaría en el uso de energía nuclear y de nanotecnología. Y tenía razón. De hecho hoy Argentina forma parte del grupo que está haciendo una revisión completa en las Naciones Unidas en cuanto a las normas para el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio. Y en el país, si hay algo que se conoce en profundidad, es este tema.

**¿Por qué dice usted que sería importante crear una agencia espacial regional?**

Esa es una decisión del gobierno argentino, y es una decisión permanente. Si nos fijamos qué actividades precedieron a la conformación de la Unión Europea, el Euratom (Comunidad Europea de Energía Atómica) y la Agencia Espacial Europea, se puede ver que los proyectos en el área científico-tecnológica son un camino para integrar a los países. Porque todos pueden aportar algo. No hace falta que un país, para integrarse, provea un lanzador, basta con que tenga gente con neuronas, y que sean buenos en el desarrollo de soft, porque la cantidad de soft que se usa es impresionante. Hacer proyectos donde participen todos los países latinoamericanos es un objetivo político. La idea es formar una agencia científica espacial al estilo de la Agencia Espacial Europea. Es una decisión de política exterior.

**Pasando a otro tema, ¿usted cree que tenemos una política científica?**

Hemos avanzado mucho, en los últimos años, en cuanto a la relevancia de la ciencia y la tecnología en la economía del país. Tenemos una agencia de promoción científica, un ministerio, a veces no nos damos cuenta de eso. Y hay que reconocer el mérito del gobierno actual. Hay una mayor comprensión del rol de la ciencia y la tecnología, en los medios y en la sociedad.

**Algunos plantean la necesidad de que haya lineamientos políticos claros.**

El plan espacial existe, y tiene objetivos claros. Es cuestión de hacerlo. Si no tengo objetivos claros en un determinado campo, puede deberse a muchas razones. Una de ellas es que hay cierta confusión entre lo que es una agencia especializada, y lo que no lo es. Y eso tiene que ver con los conceptos de planificación de ciencia y tecnología. Hay básicamente dos maneras de encarar el tema: una es la planificación de tipo orientativa, de abajo hacia arriba, y el único criterio de pertenencia es la calidad académica; de este modo, se tiene un Conicet. Y eso no está mal. No se le puede pedir al Conicet grandes planes, porque está para estimular la creatividad, y las ideas locas. Ahora bien, si al nivel académico se le quiere agregar algo más, que sean grupos que tengan cierto tamaño mínimo, y que sea multidisciplinario, uno va afianzando, pero en gran medida son esas ideas creativas las que mueven ese tipo de entes.

**¿Cuál es la otra manera de encararlo?**

Pensar en otro tipo de entes, que son las agencias especializadas. Éstas fueron creadas con un objetivo claro desde el inicio. El INTA, el INTI, la Conea y la Conae, no se crearon para que hagan lo que quieran, sino para que cumplan objetivos específicos. La Conae, como agencia especializada, tiene que tener un plan estratégico claro, con unos pocos objetivos, y claros. Si se volvieron obsoletos, se cambian.

**¿En una agencia especializada no habría libertad académica?**

Sí, puede haber un mínimo de libertad académica. Uno puede dedicar un 10 por ciento de los recursos para que la gente produzca ideas. Pero en un Conicet yo esperaría un 90 por ciento. Creo que lo que está pasando es que confundimos los roles.

**¿Cual es la clave del éxito de los proyectos que ha encarado?**

Los pibes argentinos. La creatividad de los pibes. Nada más. Mientras tengamos la forma de hacer que los pibes nuestros se muevan con entusiasmo, en la medida que a los pibes se los motive, este país es fabuloso. Lo importante es que vean que pueden. Tenemos que aprovechar la materia gris, que es el principal recurso que tenemos.

**¿En su vida hubo algo que hubiera querido hacer y no pudo?**

Me hubiera gustado ser un flor de jugador de fútbol. Jugar al fútbol siempre me gustó. Pero nunca fui muy bueno.

**¿Tiene alguna frustración, algo que no haya podido lograr, o algo que hubiera querido que se diera, y no se dió?**

Mi frustración es que Banfield nunca salió campeón.

## El efecto Casimir cumple sesenta años.

# La fuerza de la nada

*Por Guillermo Mattei | gmattei@df.uba.ar*

***Asociación de ideas. La lagartija tropical que camina por los cielorrasos desafiando la gravedad y la evaporación de los agujeros negros. Ciertos dispositivos nanotecnológicos y la materia con la cual construir una máquina del tiempo. La nada del vacío y el todo del Universo. ¿Una idea en común? El efecto Casimir.***

El video de orientación de la Iniciativa DHARMA (Iniciativa de Departamento de Heurística e Investigación en Aplicaciones Materiales, tal la traducción de la sigla al castellano) reverbera en las paredes de la Estación 6, también llamada La Orquídea. "Las propiedades únicas de la isla se relacionan con el efecto Casimir, lo que nos permite realizar experimentos en el espacio y el tiempo", proclama el doctor

Entrada del hipotético agujero de gusano que conecta dos momentos del Pabellón I de Ciudad Universitaria con 40 años de diferencia.

Edgar Halliwax desde el añoso videocasete. "La bóveda de la Estación Orquídea está construida adyacente a lo que creemos es una bolsa de materia exótica cargada negativamente", reflexiona Faraday con tono de autoridad académica. "El efecto Casimir podría explicar por qué la isla tendría cualidades temporales y espaciales extrañas, como por ejemplo la diferencia de tiempo que hay entre ella y el resto del mundo o que pueda ser movida -todavía no sabemos si en el espacio o en el tiempo- tal como lo indica la aparición de Ben en África o del oso polar que vio Charlotte en la isla", es la desapasionada pero analítica descripción en Internet de uno de los tantos blogs de *Lost* al termino de la cuarta temporada de la serie.

*Lost* es una serie de culto de la ciencia-ficción, seguida por millones de televidentes en todo el mundo en los últimos tres años. El efecto Casimir es una teoría y sus experimentos de la ciencia física estudiados por decenas de investigadores en todo el mundo en los últimos sesenta años.

**Atracción vital**

Alrededor de los 20, la mecánica cuántica explicaba cómo dos de las llamadas moléculas polares (como la del agua) ejercían fuerzas de atracción mutua, denominadas de Van der Waals. Sin embargo, el hecho de que hubiera experimentos que mostraban moléculas no polares o neutras, en lo que a la distribución de carga eléctrica se refiere (como las del gas helio), que también exhibían ese tipo de fuerzas, fue un misterio hasta que el físico Fritz London sentenció: "son las fluctuaciones del vacío de los constituyentes con carga de las moléculas".

De todas maneras, la idea de London no alcanzaba a explicar algunos experimentos con suspensiones coloidales que se llevaban a cabo en los holandeses Laboratorios Philips. Inspirado en estos fenómenos, en 1948, Hendrik Casimir —en ese momento, presidente de la Philips— y sus colaboradores comunicaron, en tres publicaciones científicas, sus conclusiones, explicaciones y predicciones sobre el tema. Esos trabajos no fueron rutina académica sino un verdadero hito de las ciencias físicas y un inmejorable ejemplo del poder de una ciencia natural formalizada con el lenguaje de la matemática que, a la vez, es capaz de dialogar con la Naturaleza por medio del experimento.

Por echar mano a lo más sofisticado de la física del momento, los cálculos de Casimir y su colega Dik Polder fueron complicados, pero los resultados y sus predicciones fueron llamativamente simples, elegantes y bellos. Una de las derivaciones del trabajo de Casimir fue la extensión de su formalismo al caso de la fuerza ejercida, ya no entre átomos o moléculas, o átomos y cavidades metálicas, sino entre dos placas conductoras. La fuerza atractiva en este caso es directamente proporcional al área de las placas, e inversamente, a la cuarta potencia de la separación entre ellas. Por esta razón, la fuerza es solo apreciable a cortas distancias entre las placas: en separaciones de diez millonésimas de milímetro (cientos de veces el tamaño típico de un átomo), la fuerza es equivalente a una atmósfera de presión.

Finalmente, en 1960, el soviético Evgeny Lifshitz, famoso por su coautoría con Lev Landau de una de las series más ambiciosas de textos de Física, logró encerrar todo el conocimiento disponible sobre el efecto Casimir en una obra de arte de la física matemática.

**En la Argentina también se consigue**

El profesor del Departamento de Física de la FCEyN, Diego Mazzitelli, hace diez años que trabaja, entre otros temas, en el efecto Casimir. "Cuando leí el comentario del renombrado Nóbel de física 1965, Julian Schwinger, acerca de que el fenómeno de la *sonoluminiscencia* —una burbuja de aire dentro de un líquido que emite luz al colapsar por aplicación de adecuadas ondas mecánicas— podía tener su ansiada explicación en las llamadas *fluctuaciones del vacío* asociadas al efecto Casimir, decidí aventurarme en ese tema", admite Mazzitelli (Ver Recuadro "Cuando la nada…").

"Lo que hacen los físicos experimentales del efecto Casimir es generar vacío entre las dos placas conductoras paralelas muy cercanas y analizar la energía como una

**Cuando la nada importa**

Cuando Casimir le comentó al físico danés Niels Bohr, uno de los padres de la mecánica cuántica, sobre la atracción entre dos placas conductoras, éste masculló algo acerca de la "*energía del vacío*". Eso fue suficiente para que Casimir le diera la forma final a sus hallazgos.

"El vacío en la física es algo bastante más complejo de lo que uno supone en la vida cotidiana. Cuando decimos que una habitación está vacía, inmediatamente pensamos en que no hay cosas. Sin embargo, para ser rigurosos con el término, también habría que sacar todo el aire. Y no solo eso, sino también extraer todo tipo de radiación electromagnética, como la luz. Es más, deberíamos no solo mantener las paredes de la habitación a temperatura de cero absoluto, para evitar irradiación de ondas electromagnéticas, sino que tendríamos que blindar con plomo todo el exterior para que no entren partículas viajeras", describe Mazzitelli.

Suponiendo que fuera posible sacar objetos, aire, radiación y partículas, el vacío resultante ¿no sería el lugar más aburrido del mundo para desarrollar física interesante? Mazzitelli no duda: "No, todo lo contrario. Como consecuencia del llamado *Principio de incertidumbre de Heisenberg* de la Mecánica Cuántica, nunca podremos anular completamente los campos eléctricos y magnéticos: ellos siempre *fluctuarán* con una cierta energía asociada que es la que se llama *energía de Casimir* o *del vacío*", explica el investigador. En otras palabras, aun en presencia de un vacío ideal, las fluctuaciones del campo electromagnético siempre están. Mazzitelli concluye que la energía del vacío depende del tamaño de la hipotética habitación evacuada o, más específicamente, de la distancia entre sus paredes, lo cual se traduce en la aparición de una fuerza entre ellas.

*Hendrik Casimir*

**Un boleto para viajar en el tiempo.**

La energía negativa proviene del llamado *Principio de Incertidumbre de Heisenberg,* que demanda que la densidad de energía de cualquier campo, como el eléctrico y el magnético, fluctúe aleatoriamente aun cuando, en promedio, esa magnitud sea nula como en el caso del vacío. El vacío cuántico nunca se acaba, al menos en el sentido clásico del término.

El mecanismo de la llamada evaporación de los agujeros negros —predicha por Stephen Hawking en 1974— que, en sí misma, parece una contradicción —ya que nada podría escapar de ellos— involucra energía negativa. Pero no hay contradicción: la energía positiva saliente, que se observa como radiación emitida, está balanceada por un flujo de energía negativa entrante a causa de la tremenda distorsión gravitatoria que produce el agujero negro en el espacio-tiempo circundante y, así, el valor disponible de la energía total se mantiene a salvo.

Otro escenario en el que la energía negativa es protagonista es el de los *agujeros de gusano* (Ver EXACTAmente No. 30, pag. 34) o atajos del espacio-tiempo que permiten conectar dos sitios y dos momentos muy alejados entre sí. A fines de los '80 el físico Kip Thorne (MIT, Estados Unidos) y varios colegas concluyeron que estos túneles podrían *fabricarse* tan grandes como para permitir el paso de un hombre o una nave espacial. El hecho es que, para evitar el colapso del túnel y mantenerlo abierto se necesita una energía gravitacionalmente repulsiva en su interior, lo cual se lograría con la llamada *materia exótica* de energía tan negativa como la que hay entre las placas del efecto Casimir.

función de la distancia entre ellas.", explica Mazzitelli. En ese punto, la mecánica cuántica mete su cola probando tener la habilidad de confundir la intuición de los hombres y, así, es posible disponer de energía por unidad de volumen menor que la nada, o sea negativa. (Ver Recuadro "Menos que..."). "La energía, que es negativa, se hace más negativa cuanto más cerca estén las placas y, como la Naturaleza prefiere ir al estado de mínima energía, la fuerza se hace más atractiva minimizando la distancia", explica Mazzitelli y agrega: "esta fuerza, de origen cuántico que domina en cortos alcances, incluso por sobre la fuerza electrostática o *coulombiana*, sigue siendo de naturaleza electromagnética pero aparece entre objetos descargados o neutros".

"Si las placas metálicas no están a distancia fija, sino que se aceleran relativamente, la teoría predice la emisión de radiación electromagnética o fotones, lo cual es toda una rama de estudio de la energía de Casimir", amplía Mazzitelli. Lo impactante de este fenómeno terrenal es que está en un total y llamativo acuerdo con la formulación de la llamada evaporación de los agujeros negros postulada por Stephen Hawking en los 70.

**No solo de teoría vive el físico**

A los pocos años de la predicción de Casimir para las placas conductoras, comenzaron a montarse los primeros experimentos para comprobar la esperada atracción. Marcus Spaarnay, de la Philips, logró demostrarla en 1958 aunque con grandes errores experimentales. Recién en 1973 se registró el primer experimento que ajustó con considerable precisión, pero fue Steve Lamoreaux (Laboratorio Nacional de los Álamos, Estados Unidos) quien, en 1997, se llevó los lauros por alcanzar el primer acuerdo satisfactorio entre la teoría y el experimento. "La medición de la fuerza, con péndulos de torsión, microscopios de fuerza atómica y dispositivos microelectrónicos, actualmente alcanza una precisión, en algunos experimentos y según lo que reportan sus autores en la literatura científica, menor al 1%", enfatiza Mazzitelli.

En lo que a las aplicaciones se refiere, Mazzitelli anticipa: "Hay evidencia de que esta fuerza va a ser relevante en el mediano

## La enigmática constante

Ninguna observación cosmológica resultó ser tan perturbadora como el descubrimiento de la llamada *energía oscura,* en 1998. Cuando los físicos dicen que la energía es oscura, se refieren a aquella que parece diferir de la asociada a cualquier onda o partícula conocida. Si bien no se sabe demasiado qué es la energía oscura, sus manifestaciones sobre la expansión del universo son bien conocidas. El estudio de las explosiones de estrellas supernovas a fines de los '90 indicaron que el universo se expande aceleradamente como si una fuente esparcida por todos los rincones del espacio la motorizara.

Técnicamente, los físicos dicen que la energía oscura podría ser algo llamado la *constante cosmológica. Constante*, porque mantiene su valor sin importar dónde y cuándo se la mida o en qué estado de movimiento se encuentre el observador y, *cosmológica*, porque no tiene una explicación u origen en términos de onda o partícula viajando por el espacio.

Mucho antes de 1998, Einstein ya se había topado con razonamientos de este tipo en sus famosas ecuaciones, cuando intentaba que describieran un universo estático y eterno. Por su parte, la mecánica cuántica también tuvo algo que decir al respecto, que la energía del vacío estaría ligada a la constante cosmológica. Sin embargo, había un inconveniente: los cálculos que aportaba la mecánica cuántica llevaban a un valor de la constante cosmológica compatible con un ritmo de expansión tan frenético que ninguna estructura podría haberse formado en el universo. Y ahí quedó planteado el dilema: la constante cosmológica actual mide un valor positivo levemente superior a cero, el formalismo con el cual cuentan los físicos hoy en día no logra explicarlo, pero alrededor de la energía del vacío podría estar la respuesta. Lo inimaginablemente pequeño y lo inimaginablemente grande tienen algo que los liga, ni más ni menos.

plazo en dispositivos nanotecnológicos". Se predicen tanto novedosas cintas adhesivas que emularán el uso que de la fuerza de Van der Waals hacen ciertas lagartijas tropicales que no caen al *caminar* por los cielorrasos, como también micromáquinas sin fricción con partes móviles que levitarán, empleando los llamados *metamateriales* con los cuales se puede lograr que la fuerza sea repulsiva.

Acerca de las configuraciones geométricas que demandan los experimentos, Fernando Lombardo, profesor del Departamento de Física de la FCEyN asociado con Mazzitelli en esta línea de investigación, ilustra: "Actualmente, nuestro grupo hizo nuevas propuestas teóricas que se realimentan con los resultados experimentales de un colega italiano con el que hay una colaboración mutua". Si bien los experimentos precisos del efecto Casimir involucran una esfera y un plano —ya que posicionar dos placas perfectamente paralelas es muy difícil— Lombardo aclara que el hecho de que haya poca superficie enfrentada hace que las fuerzas sean muy débiles y esquivas de medir. "Desde varios puntos de vista, parece entonces muy conveniente usar una combinación geométrica intermedia como la de un cilindro y un plano. Nosotros pensamos que con esta configuración se podría medir la fuerza a distancias más grandes y también abordar algunos problemas abiertos tales como la dependencia de la fuerza de Casimir con la conductividad eléctrica o con la temperatura de los materiales", concluye Lombardo.

Hace unos cien años, los profesores de las academias de Física sentenciaban, inapelables, que los átomos eran demasiado pequeños para ser observados, ¿algún profesor se atrevería hoy a postular que nunca habrá una Iniciativa DHARMA que pueda manipular las insignificantes fluctuaciones de la nada?


DIRECCION DE ORIENTACION VOCACIONAL de Exactas

- Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios.
- Programa de Experiencias Didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios.
- Visitas y recorridas por los laboratorios de la Facultad.
- Charlas sobre cada una de nuestras carreras.

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.
Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar su elección vocacional.

Para más información, los directivos de escuelas, los docentes o los alumnos pueden comunicarse con nosotros al 4576-3337 o por correo electrónico a dov@de.fcen.uba.ar

## Desaparecen miles de especies por año

# Crónica de una catástrofe anunciada

*Por Gabriel Rocca | gabriel.rocca@de.fcen.uba.ar*

**El planeta se encuentra atravesando un nuevo período de extinción masiva. Sin embargo, en esta oportunidad, a diferencia de los episodios anteriores, una especie es la responsable de esta situación: el Homo sapiens. ¿Podrá la humanidad sobrevivir al proceso de destrucción que ella misma genera?**

*- "Me di cuenta, cuando traté de clasificar su especie, de que los humanos no son realmente mamíferos. Todos los mamíferos en este planeta se desarrollan en equilibrio con el ambiente que los rodea, pero los humanos no. Llegan a un lugar y se multiplican hasta consumir todos los recursos naturales. Su única manera de sobrevivir es trasladándose a otra zona. Sólo hay otro organismo en este planeta que sigue el mismo patrón: los virus". (Del film Matrix)*

Unos 3.500 millones de años atrás, en medio de un planeta convulsionado, una molécula compleja adquiría la capacidad de autorreproducirse y de originar descendencia con cambios. De esta forma comenzaba la historia de la diversidad biológica.

A partir de ese momento, surgieron, se desarrollaron, alcanzaron su apogeo y desaparecieron, millones y millones de especies, como parte del proceso natural de la evolución. Hasta que muy recientemente, unos quinientos mil años atrás, apareció el ser humano.

A comienzos del siglo XXI la diversidad biológica atraviesa uno de los períodos más críticos en la historia como consecuencia de las actividades humanas. El hombre, en su avasallante dominio de la Tierra amenaza la existencia de la mayoría de las especies y también la suya propia. El empobrecimiento de la biodiversidad avanza a tal velocidad que sin dudas constituye una crisis planetaria de consecuencias impredecibles.

### Viva la diferencia

Para empezar a entender la enorme preocupación que expresan los expertos ante la acelerada pérdida de biodiversidad, el primer paso es conocer con claridad a qué hace referencia ese

concepto. "La biodiversidad se puede definir como la variedad y variabilidad de todos los seres vivos. Podemos observarla en diferentes niveles: el de los genes, el de las especies y el de los ecosistemas. Pero yo diría que la biodiversidad es la vida, que nos incluye a nosotros. Somos parte de la biodiversidad y dependemos de la biodiversidad", explica Jorge Crisci, doctor en Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata e investigador superior del Conicet.

"Yo lo igualaría a naturaleza, porque en realidad la naturaleza está compuesta por los seres vivos en su ambiente. La palabra biodiversidad parece abstraer los seres vivos del ambiente físico en el que se desarrollan, pero yo creo que se trata de una unidad", añade Gabriel Bernardello, doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Córdoba e investigador principal del Conicet. Y destaca: "Preservar la biodiversidad *per se* es imposible si no se conserva el ambiente en el cual viven los seres".

Resulta difícil exagerar la importancia que la biodiversidad tiene en la vida diaria de todos los seres humanos. Baste señalar que básicamente todos nosotros comemos biodiversidad, nos abrigamos con biodiversidad, nos curamos con biodiversidad, nos albergamos en la biodiversidad, obtenemos la energía de la biodiversidad y muchas cosas más.

Pero su valor no radica solamente en su utilidad como materias primas clave para la sociedad, sino que, además, las especies animales y vegetales juegan un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas: protegen los suelos, regulan los ciclos hídricos, funcionan como controles biológicos de plagas y polinizadores de plantas útiles y tienen una influencia fundamental en la determinación de las características climáticas.

Algunos especialistas han realizado el ejercicio de intentar asignar un valor económico al aporte que la diversidad biológica hace a la sociedad humana. Si bien los cálculos difieren en sus montos, aun los más prudentes lo sitúan en varias decenas de miles de millones de dólares anuales. Pero las razones para salvar la biodiversidad no se agotan en motivaciones económicas o utilitarias.

"El hombre tiene un compromiso ético con la diversidad biológica. Esto significa que puede utilizarla en su beneficio siempre que no atente contra la supervivencia de otras especies y que respete los derechos de las generaciones futuras, de apreciar y utilizar los beneficios de esa diversidad. Esta responsabilidad moral está más allá de toda consideración económica y es, tal vez, la razón más importante para conservar la biodiversidad", opina Crisci.

"Yo expongo razones éticas y estéticas, dos motivos que parecen valer poco en el mundo en que vivimos –asegura Bernardello-. Las razones éticas son para mí las más simples: si somos la única especie que tiene raciocinio, entonces tenemos que cuidar de todas las otras especies que no lo tienen. No creo que haya que explicar mucho más. Las razones estéticas pueden parecer más extravagantes, pero yo creo que la humanidad no puede prescindir de esa belleza natural. Hay algo en el ser humano que, cuando está frente a esos lugares, se colma y está relacionado con nuestro psiquismo. Eso es algo que la humanidad no debe ni puede perder".

**Noticias de la sexta**

La desaparición definitiva de especies, cuando se produce a un cierto ritmo, es un fenómeno natural que ocurrió millones de veces durante el devenir de la vida en el planeta. Sin embargo desde las últimas décadas del siglo XX han comenzado a extinguirse especies animales y vegetales a un ritmo tal que, según una enorme mayoría de expertos, se trataría de un nuevo episodio de extinción masiva.

A lo largo de la historia del mundo se llevan registrados cinco momentos de extinciones masivas. El último y más famoso de ellos tuvo lugar hace 65 millones de años, y fue el que culminó con la desaparición de los dinosaurios.

Mucho más cerca en el tiempo, a comienzos de la década del 90, el prestigioso biólogo estadounidense E. O. Wilson daba una voz de alerta y señalaba que el planeta estaba perdiendo unas 30 mil especies por año, es decir, tres especies por hora. En los últimos años, sin embargo, muchos biólogos han comenzado a sostener que esta sexta extinción es más grave y más rápida que lo que Wilson calculaba.

Algunas estimaciones indirectas, basadas en el número de especies por área, sostienen que, si se tiene en cuenta que se perdió un tercio del total de bosques tropicales en los últimos 40 años, la extinción alcanzaría a unas 50 mil especies por año. Esto representa 10 mil veces la tasa natural de extinción y significa la desaparición de un cinco por ciento del total de especies por década. De mantenerse esta tasa, hacia finales del siglo

XXI podrían haber desaparecido más de la mitad de las especies del planeta.

"Estamos frente a una extinción masiva y yo no creo que nadie, ni el más optimista, lo pueda negar", asegura Crisci, con cierta amargura. En la misma línea, Bernardello reflexiona: "A veces pienso que, en realidad, los biólogos estamos haciendo historia. Me da la sensación de que estamos registrando un mundo que se está yendo, seres que son el vestigio de algo que fue. Va a llegar el día en el cual no vamos a tener qué estudiar".

Existe un elemento más a tener en cuenta, que torna aún más dramática la situación. "En unos 250 años, la ciencia ha identificado apenas entre un quince y un veinte por ciento de las especies que existen. Se calcula que hay por lo menos diez millones de especies, de las cuales conocemos 1,7 millones, o sea que a este ritmo tardaríamos todavía 500 años en describir lo que falta. Pero qué pasa, se están extinguiendo muchísimas especies que ni siquiera conocemos. El problema es, ¿cómo podemos salvar algo cuando ni siquiera sabemos que existe?, se pregunta Crisci.

**¿Yo, señor?**

El sexto evento de extinción masiva que se está desarrollando es el primero que tiene lugar desde que el hombre habita la superficie terrestre, y presenta, además, una característica que lo diferencia de todos los procesos anteriores. Los cinco episodios previos fueron provocados por causas físicas que produjeron profundas transformaciones en el ambiente. En esta oportunidad, en cambio, el fenómeno es generado por el accionar de un agente biológico cuya población no ha dejado de multiplicarse: el hombre. Son los seres humanos los que están causando tremendos cambios físicos en el planeta.

El modelo de desarrollo de las sociedades humanas, en especial a partir de la revolución industrial, que avanza a partir del sometimiento y la explotación desenfrenada de la naturaleza, reúne una serie de actividades que han provocado, entre otras consecuencias: pérdida o fragmentación del hábitat de numerosas especies; sobreexplotación de los recursos vivientes; la invasión de especies introducidas; contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera; y el cambio del clima mundial. Los ecosistemas del mundo han sido precipitados al caos.

"Ya sabemos que somos nosotros el principal problema del planeta –afirma Bernardello-. Primero, por el espacio cada vez mayor que ocupamos, lo que provoca una fragmentación creciente de los ambientes, que restringe a las especies a espacios cada vez más pequeños. Y, segundo, por la enorme contaminación que generamos. Sucede que nosotros nos creemos más importantes que la naturaleza, entonces nos expandimos a merced de ella y no nos importa. Yo creo que ha llegado un punto en que nos tiene que importar, porque vamos a sufrir las consecuencias".

"El problema es que la extinción de cualquier especie provoca un efecto cascada, porque al mismo tiempo desaparecen todas las interacciones que esa especie había establecido con muchos otros organismos, y eso, a su vez, hay que multiplicarlo factorialmente en el tiempo. Está claro que una alteración tan profunda en las condiciones ecológicas en las que el hombre ha evolucionado va a provocar un impacto fuerte en el propio ser humano como parte de ese conjunto", se preocupa Carlos Villamil, ingeniero agrónomo de la UBA, doctorado en la Universidad de New Jersey y representante en la Argentina de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

**Éramos muchos…**

La posibilidad de frenar o por lo menos morigerar este proceso de extinción masiva implica la necesidad de que la humanidad modifique profundamente su relación con la naturaleza, lo que debe traducirse en decisivas transformaciones en el comportamiento de los hombres como especie. En este sentido, un tema de crucial importancia pero muy difícil de plantear, por las derivaciones éticas y aún religiosas que despierta, es la necesidad de controlar la cantidad de seres humanos que habitan el planeta.

Numerosos especialistas coinciden en señalar que el mundo ha sufrido un verdadero *boom* poblacional, particularmente en los últimos doscientos años. A mediados del siglo XX la Tierra contaba con unos 2.500 millones de habitantes. En 1990 la cifra había trepado a 5.300 millones. Actualmente somos más de 6.000 millones y se calcula que para el 2050 superaremos los 9.000 millones de personas. La satisfacción de las necesidades alimentarias, energéticas y espaciales, entre otras, de esta población en constante expansión es la causa base de la sexta extinción.

"Este es un tema espinoso y entonces nadie quiere tocarlo, pero yo creo que hay que plantear el control de la natalidad. La humanidad no puede seguir reproduciéndose de esta manera. En realidad, las que se tienen que reproducir, desesperadamente, son las especies silvestres", afirma Bernardello, y desafía: "Por nuestra parte, creo que con esa misma desesperación, nosotros tenemos que dejar de reproducirnos".

A continuación, agrega: "me gustaría que por un minuto cada uno de nosotros pensara todo lo que consumió a lo largo de su vida. Todo lo que comió, todo lo que bebió, la energía que utilizó y todo lo que contaminó directa o indirectamente. Nos daríamos cuenta de que el costo de cada ser humano es enorme para la naturaleza. Entonces 6 mil millones es descomunal y 9 mil millones ya va a ser trágico".

Por su parte, Villamil se inquieta: "Realmente no le veo solución a la crisis ambiental si no existe alguna forma de que la población que habita el planeta pare su crecimiento. Yo creo que los recursos no van a poder satisfacer las necesidades de toda esta gente, y va a ser peor en el futuro. La tecnología ayuda en parte, pero en algún momento esto va a tener que parar". Y prosigue, "creo que si no hacemos algo nosotros, va a ser la propia naturaleza la que va actuar. Lamentablemente pareciera que ese momento no está muy lejano. Yo, honestamente, soy pesimista, aunque creo que desde todo punto de vista habría que evitar que la solución llegara a partir de una catástrofe".

**Esta historia ¿continuará?**

Si las sociedades humanas continúan avanzando por su actual senda de desarrollo, manteniendo o aumentando su actual ritmo de sobreexplotación de la naturaleza, el actual proceso de extinción masiva amenaza con superar al mayor evento de estas características en la historia del planeta. Se trata del tercer episodio ocurrido hace unos 245 millones de años, cuando se perdió el noventa por ciento de las especies.

A partir de la descripción de este panorama surgen dos preguntas inquietantes. Primera, ¿podrá la biodiversidad recuperarse luego de un proceso tan vasto y veloz de extinción masiva? Segunda, ¿los seres humanos, como especie, lograrán sobrevivir a la tragedia que ellos mismos generan?

"La supervivencia del hombre como especie depende de la biodiversidad, de eso no quedan dudas. Es probable que si se concretara una extinción masiva de dimensiones catastróficas, correría riesgo la humanidad, pero estoy seguro de que la vida no. La vida siempre ha perdurado. Aunque tal vez habría otro tipo de vida", considera Crisci.

Del análisis de lo ocurrido en los anteriores episodios de extinción masiva surge que la vida siempre se ha recobrado, aunque luego de períodos muy largos. Además, siempre lo hizo luego de que hubiera desaparecido la causa que originó el evento. Esa causa, en el caso de la sexta extinción, es el *Homo sapiens*.

"Creo que el gran problema de este momento es que nosotros no estamos midiendo nuestra supervivencia en el planeta en millones, sino, apenas, en decenas de años. Si multiplicáramos la cantidad de especies que están desapareciendo hoy por cuatro o cinco millones de años nos daríamos cuenta de la dimensión del daño que estamos causando. Tendríamos que tratar de controlar la extinción masiva en estos momentos por una razón muy simple y muy egoísta: la extinción nos involucra. Pero nosotros no querríamos que nos pasara lo mismo que a los dinosaurios o a los mastodontes. De alguna manera, tendríamos que promover, para nuestra especie, una supervivencia sobre el planeta que durara, digámoslo modestamente, un par de millones de años más", indica Villamil.

Tal vez, la mejor manera de graficar el momento actual que atraviesa el planeta sea reformulando una suerte de metáfora elaborada por el renombrado entomólogo estadounidense Paul Ehrlich. Supongamos que una persona está realizando un largo viaje en automóvil y comienza a sentir que algo no está funcionando bien. Frena en el primer taller que ve en la ruta. El mecánico le dice que el vehículo está perdiendo tornillos, pero que no lo puede atender en ese momento. El viajero, apurado, decide continuar a pesar de que el mecánico le dice que es muy peligroso y que, si sigue perdiendo piezas, va a sufrir un grave accidente. El coche sigue perdiendo tuercas y tornillos, pero el hombre, apurado, continúa su travesía e, incluso, aumenta su velocidad.

Cada nueva especie que desaparece en la Tierra es como una tuerca más que pierde el coche. Se tiene la certeza de que habrá una última tuerca que al desprenderse desencadenará la tragedia, pero nadie sabe cuál es, ni cuándo se caerá.

¿Alguien puede asegurar que la especie que perderemos mañana no será la que sostiene toda la estructura?

## Sistemas de información sobre biodiversidad

# Los archivos de la vida

*por Gabriel Stekolschik | gstekol@de.fcen.uba.ar*

***Porque no puede protegerse lo que no se conoce, la conservación de la diversidad biológica depende del acceso fácil y oportuno a información relevante y de calidad acerca de los millones de especies que pueblan nuestro planeta. La reticencia de los investigadores a aportar sus datos es el mayor problema.***

*Venado de las pampas, especie emblemática de los pastizales.*

El número de especies que viven en la Tierra es enorme y desconocido. Una medida de esa ignorancia es que las estimaciones de los expertos acerca de cuál es la cantidad total oscilan entre los cinco y los treinta millones.

"Si ignoras el nombre de las cosas, desaparece también lo que sabes de ellas" escribía en 1755 Carlos Linneo, el botánico sueco que sentó las bases de la moderna clasificación de los seres vivos y que, también, propuso el sistema binomial (de dos nombres) para designar a cada especie. La nomenclatura "linneana" logró evitar la imprecisión de los motes populares y dio lugar al -más preciso- "nombre científico" de los seres vivos. Por ejemplo, a lo que llamamos *perro*, los franceses le dicen *chien,* los ingleses *dog*, los portugueses *cao o cachorro.* Pero todos los biólogos del mundo saben que se está hablando del *Canis familiaris,* y que eso significa también que el perro pertenece al género *Canis*, lo que lo convierte en pariente próximo del lobo *(Canis lupus)*, del coyote *(Canis latrans)* o del chacal *(Canis aureus)*. Es decir, la nomenclatura binomial linneana es, al igual que nuestros apellidos, una forma de indicar parentesco.

Por otro lado, todos los estudios indican que la biodiversidad se está perdiendo a un ritmo sin precedentes, y tomar decisiones adecuadas para combatir esta amenaza al equilibrio de nuestro hábitat requiere de un conocimiento acabado de los seres vivos que lo integran.

En este contexto, no sería descabellado imaginar a los biólogos de todos los rincones del planeta hermanados en un esfuerzo mancomunado para

tratar de completar el "álbum" de las especies. Sin embargo, la tarea es llevada a cabo de manera anárquica y los resultados de las investigaciones se comparten poco o nada. Además, la información disponible se encuentra dispersa en decenas de bases de datos.

**Figuritas difíciles**

Encontrar un ejemplar a simple vista desconocido no es suficiente para decir que se está en presencia de una nueva especie. Para lograr el reconocimiento de que se ha descubierto un espécimen novedoso hay que completar una serie de pasos: se deben tomar muestras y/o fotografías, llevarlas a un museo, examinarlas meticulosamente y compararlas con otros ejemplares similares conocidos. Entonces, si todavía se considera que se está ante un animal, vegetal o microorganismo nuevo, se le pone un nombre formal y se escribe un trabajo científico en el que se describen minuciosamente las características y particularidades de ese ser vivo. Luego, ese *paper* se envía a una revista especializada que lo somete a una revisión por especialistas. Sólo cuando esos expertos confirman que verdaderamente se ha encontrado una especie nueva, el trabajo es publicado y dado a conocer a toda la comunidad científica.

Pero ese conocimiento por sí sólo no es suficiente para poner en práctica la gestión de la biodiversidad. Se requiere, además, un enorme esfuerzo de investigación para estudiar la distribución de ese organismo y sus relaciones con otras especies conocidas y con el ambiente físico.

Afortunadamente, las tecnologías de la información y la comunicación permiten hoy integrar todo ese saber en bases de datos donde pueden interrelacionarse imágenes de alta definición, secuencias genéticas, códigos de barras y cuantiosa documentación científica del ejemplar con mapas que incluyen variables tales como posicionamiento geográfico de la especie, niveles de humedad y temperatura o grado de exposición a la luz solar, entre otras. Sin embargo, y a pesar de la gran energía que requiere obtener todo ese conocimiento, la información está esparcida en diferentes bases de datos de distintas instituciones. De esta manera, para reunir el saber existente acerca de un organismo determinado, generalmente hay que efectuar un *tour* a través de numerosos sitios de la web.

**Álbum familiar**

La diversidad de sistemas de información sobre biodiversidad no responde a limitaciones tecnológicas sino, más bien, a asuntos humanos. Se discute sobre la propiedad de los datos, se batalla a favor o en contra de modelos de organización, se rivaliza respecto de quién posee más registros o se compite por demostrar quién brinda mejores prestaciones. No obstante, algunos finalmente llegan a ponerse de acuerdo: "Tenemos al menos siete bases de datos que comparten una plataforma común, de modo tal que cuando uno hace una búsqueda recupera datos de todas las bases, aunque el portal por donde entre sea una de ellas", consigna la doctora Mirtha Lewis, investigadora del Conicet y responsable del nodo argentino de OBIS, una base de datos globalizada sobre biodiversidad marina.

"Parece que fuéramos muchos tratando de hacer lo mismo, pero la superposición es menor de lo que parece", sostiene el doctor Martín Ramírez, investigador del Conicet y administrador del nodo argentino de GBIF, otra base de datos globalizada sobre biodiversidad.

¿Esa superposición no puede dar lugar a que una misma especie se registre dos veces con nombres diferentes? "Eso seguramente ocurre", responde Ramírez.

Por su parte, el ecuatoriano Arturo Mora, de la UICN, una organización que sostiene las denominadas *Listas Rojas*, una base de datos de especies amenazadas, se lamenta: "Hay tan pocos recursos que no podemos darnos el lujo de gastarlos en esfuerzos que ya están siendo implementados". Sin embargo, con ánimo conciliador, Mora agrega: "Consideramos una oportunidad el interés que tienen muchas organizaciones en desarrollar bases de datos, porque la información se aplica a procesos e iniciativas de conservación".

Preocupado por elaborar una Lista Roja de plantas argentinas amenazadas, el doctor Carlos Villamil, representante de UICN en la Argentina, explica: "Nosotros no queremos separarnos. No es que neguemos a los otros sistemas, sino que no queremos involucrarnos en temas específicos que nos distraerían de nuestro objetivo".

**La figu es mía**

Más allá de sus diferencias, uno de los mayores inconvenientes que enfrentan los sistemas de información sobre biodiversidad es la reticencia de los científicos a aportar datos de los especímenes descubiertos a estos sistemas de acceso abierto. "No es que haya poca información, hay mucha, pero no está puesta a disposición", indica Lewis, y da una idea de la magnitud del problema: "Con los datos que hay en poder de los investigadores podríamos triplicar los registros que tenemos, sin necesidad de nueva investigación".

Según Lewis, hace falta que las instituciones del sistema científico que evalúan los antecedentes académicos de los investigadores reconozcan esos aportes: "Ya hay organismos internacionales que condicionan el otorgamiento de fondos al compromiso del investigador de aportar los datos a sistemas de acceso abierto", comenta.

Pero la reserva de los biólogos para brindar información está relacionada con el temor a que la comunidad científica cuestione alguno de sus datos. Este recelo tiene su origen en lo que se ha denominado "impedimento taxonómico", un problema debido a la escasez de expertos en taxonomía, la disciplina que se ocupa de clasificar los organismos. Ese vacío en el conocimiento obstaculiza o imposibilita la labor necesaria para la identificación de

## DIOS ES ARGENTINO

Según datos aportados por el doctor Carlos Villamil, el 12% de las plantas del mundo están amenazadas por la extinción mientras que, en la Argentina, sólo corre peligro el 0,7%. Esta situación paradisíaca no es el resultado de una política de Estado, ni de la conciencia ambiental de quienes habitamos este suelo: "Es porque la Argentina no dispone de un listado de plantas amenazadas a nivel nacional", aclara el experto.

El problema de la falta de registros no es nuevo en nuestro país pero, en este caso, la explicación de por qué los vegetales vernáculos gozan de tan buena salud viene de la mano de los exigentes criterios que fija la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para decretar que una especie está en riesgo de extinción. "No es posible, por el momento, elaborar una Lista Roja de las plantas argentinas aplicando los criterios más avanzados, porque no tenemos los datos que nos piden", admite Villamil.

"Los criterios internacionales no reflejan las necesidades locales, y uno de los problemas que trae esto es que, si sólo seguimos esos criterios, muchas especies que habría que conservar no estarían incluidas", observa la doctora Alejandra Volpedo, del Departamento de Biodiversidad de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

"La ventaja de utilizar los criterios de las Listas Rojas de la UICN es que nos permiten hablar un mismo idioma acerca del estado de amenaza de una especie", se defiende Arturo Mora, de UICN.

"Tenemos que empezar a usar nuestros propios criterios, porque los ecosistemas no hablan todos el mismo idioma. Las tecnologías sí pueden ser globales, pero las prioridades tienen que ser biodiversas", responde Volpedo.

muchas especies. "Nosotros pedimos a los investigadores que, al menos, aporten los datos que están en los trabajos que ya publicaron", reclama Lewis.

Más contundente, Villamil plantea opciones: "Si esperamos a que los taxónomos resuelvan la problemática de la clasificación de todos los organismos que hay sobre la Tierra, puede suceder que, cuando eso ocurra, muchas especies se hayan extinguido sin que hayamos hecho nada para protegerlas. En ese caso, obviamente, los taxónomos van a ser una nueva especie extinguida", ironiza, y propone: "Alternativamente, podemos tener una actitud un poco más activa, aun corriendo el riesgo de que estemos haciendo las cosas de manera no muy perfecta".

Desde un lugar más optimista, Ramírez sostiene que, "en los últimos años, se viene generando un volumen cada vez mayor de datos digitales y está creciendo la postura de compartir datos y recursos, cosa que no ocurría antes".

### ¿Colección con futuro?

El manejo de la biodiversidad depende, en gran parte, de la comprensión de la taxonomía; porque, si bien la identificación de los grandes animales puede ser fácil, estos representan menos del 3% de todos los seres vivos. El resto -insectos, plantas, hongos y microorganismos- requiere de la habilidad de los expertos para ser correctamente clasificados y nombrados. Los gobiernos, a través del Convenio sobre la Diversidad Biológica, han reconocido la existencia de este "impedimento taxonómico" para el manejo apropiado de la biodiversidad y han desarrollado un programa -la Iniciativa Taxonómica Global- para eliminar o reducir ese impedimento.

Pero, aunque se sorteara ese obstáculo, si los biólogos no aportan los resultados de sus investigaciones a los sistemas de información, el conocimiento acerca de la biodiversidad seguiría siendo pobre. Según Mirtha Lewis, para que las herramientas informáticas sean sustentables también es necesaria la integración de estas iniciativas y la formación de recursos humanos. En este sentido, Martín Ramírez opina que "esto es tan reciente que en las materias de grado de la universidad no hay siquiera una formación informática básica, por lo que se hace cuesta arriba para cualquier biólogo".

Con respecto al futuro de los sistemas de información sobre biodiversidad, Ramírez plantea que "el problema es cultural", y explica: "Hay que lograr que la comunidad científica se ponga de acuerdo en estándares universales y que, además, los use".

*Tortuga terrestre argentina*

*Yaguareté*

Ley de bosques

# Freno al desmonte

*Por Susana Gallardo sgallardo@de.fcen.uba.ar*

***En menos de un siglo se perdió casi el 70 por ciento de los bosques nativos. La Ley 26.331, sancionada a fines de 2007, intenta detener este proceso. Prohíbe los desmontes hasta tanto las provincias realicen un ordenamiento territorial con la participación de todos los sectores. También contempla un fondo para la conservación de los bosques. Sin embargo, la ley todavía no fue reglamentada, y se producen algunos desmontes ilegales.***

De los 100 millones de hectáreas que conformaban la cobertura forestal de la Argentina en 1915, hoy sólo quedan unos 21 millones de hectáreas. Las principales causas de esa pérdida son la expansión agrícola, la ganadería, la tala indiscriminada y los incendios forestales.

"En menos de un siglo perdimos el 70 por ciento del patrimonio forestal", señala el ingeniero Carlos Merenson, Director Nacional de Ordenamiento Ambiental y Conservación de la Biodiversidad, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).

Así, la cobertura es del 11 por ciento de todo el territorio continental, un valor muy cercano al 10 por ciento, que es el límite a partir del cual se ingresa en el nada recomendable grupo de países con "cubierta forestal reducida", según definición de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

La cubierta forestal reducida indica que lo que ha quedado del bosque ya no puede garantizar un desarrollo sostenible de la región, porque no se puede detener la pérdida de nutrientes del suelo, que, en consecuencia, se vuelve estéril. "Esto es más grave aún en el caso argentino, donde casi el 80 por ciento del territorio tiene condiciones de aridez o semiaridez", recalca Merenson.

Lo cierto es que el desmonte puede tener efectos a distancia: las inundaciones que se produjeron en la provincia de Santa Fe en el año 2003 tuvieron su origen en los desmontes producidos al norte de la provincia de Salta, según ejemplifica la licenciada Victoria Lichtschein, de la SAyDS.

## Programa de ordenamiento territorial de Formosa

Formosa ya se encuentra trabajando en el ordenamiento territorial. "En el proyecto se contemplan los intereses de todos, los productores (pequeños, medianos y grandes), el sector forestal, los pueblos originarios, y distintas organizaciones, las no gubernamentales y los organismos oficiales, por ejemplo, Parques Nacionales", afirma el coordinador del equipo, el ingeniero Jorge Adámoli, profesor consulto de la FCEyN.

"El objetivo es favorecer todas las actividades productivas, y fortalecer al mismo tiempo las áreas de conservación", señala Adámoli. Se va a apoyar expresamente a las áreas de importancia para la conservación de aves que impulsa Aves Argentinas. Se busca crear medidas de promoción para que aquellos que desarrollen actividades de producción ganadera en tierras que incluyan áreas de conservación puedan continuar con ellas y, además, reciban un estímulo, por ejemplo créditos, para que adopten prácticas adecuadas.

"Se intenta hacer crecer la agricultura y la ganadería, pero no sólo en volumen, sino en valor agregado", dice Adámoli. Por ejemplo, no producir más kilos madera, sino producir pisos de parqué. "La intención es favorecer la industria de transformación, porque es generadora de mano de obra, y lograr que el valor que surja de la diferencia quede en la provincia".

El documento que resultará del trabajo del equipo incluirá mapas que permitan representar la localización de las reservas y de las distintas actividades productivas. El problema se puede presentar cuando un área sea reclamada por diferentes sectores, por ejemplo, una misma hectárea de bosque puede ser pedida por agricultores, por los que hacen ganadería, por los forestales, o por los aborígenes. "Por eso hay que hacer una política que contemple a todos los sectores de la sociedad", destaca Adámoli.

Por otra parte, además de la pérdida de diversidad biológica, disminuye el atractivo turístico en áreas y paisajes forestales. Merenson subraya: "Lo más grave es la pobreza en las zonas rurales y los vacíos territoriales por migraciones forzadas, entre muchos otros problemas".

En la última década, los bosques fueron cediendo terreno al monocultivo de soja. En el Chaco, en el período 98-2006, se perdieron 2 millones de hectáreas. "La rentabilidad de la soja es un excelente negocio, pero el pasivo ambiental trepa a 4.500 millones de dólares", indica Merenson. Ese valor surge de los datos de la campaña 2007/2008, considerando la deforestación, la pérdida del servicio ambiental de secuestro y almacenamiento de carbono, la erosión de suelos y la pérdida de nutrientes, según detalla el especialista.

"Al pasivo económico se suma el pasivo social, que no es reducible a valores económicos, pero es el que realmente nos tendría que alarmar y llamar a la reflexión", destaca Merenson.

Por su parte, Hernán Giardini, coordinador de la Campaña de Biodiversidad de Greenpeace, señala que el parque chaqueño es la región forestal que está siendo más destruida, con un 70 por ciento de la deforestación anual de todo el país. "En cuanto a la selva de las Yungas, más del 90 por ciento de la superficie original desapareció al ser transformada en extensos cultivos de caña de azúcar en las décadas del 30 y el 50, y actualmente, en plantaciones de soja", subraya.

### Del desmonte al desierto

La deforestación es sólo la primera etapa de un proceso que culmina en el desierto. Todo se inicia cuando un bosque en estado primario empieza a sufrir una explotación selectiva, realizada sin normas ni planes. Entra la ganadería, la masa forestal se empobrece y pierde su valor económico. Entonces, sobreviene la decisión de desmontar y explotar el suelo. "En ese momento, el paisaje cambia drásticamente", destaca el ingeniero Merenson.

Lo que era un bosque se puede transformar en una plantación de soja. Es lo que sucede en la zona chaqueña y en parte de las Yungas, en la provincia de Salta. Pero el monocultivo comienza a mostrar su impacto, como la erosión del suelo. Por último se llega al desierto, cuando se abandonan los campos porque perdieron fertilidad. En resumen, la deforestación degrada un sistema de máxima complejidad y, en la etapa final, lo convierte en un desierto.

"En 1948, cuando se constató una importante reducción de la superficie de bosques en el país, se promulgó la ley de defensa de la riqueza forestal. Pero la superficie siguió cayendo y con los datos del año 2005 surge la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, como segundo hito que intenta detener este proceso", subrayó Merenson.

La nueva ley, sancionada en noviembre de 2007, establece que en el plazo de un año cada provincia debe realizar un ordenamiento territorial mediante el cual clasificará sus bosques en tres categorías: áreas rojas, amarillas y verdes. La franja roja comprende los bosques que deberán ser conservados. Los del sector amarillo podrán ser sometidos a explotación forestal convencional, mientras que los del sector verde admiten transformación, aunque dentro de ciertos criterios. La ley establece, además, que se realicen estudios de impacto ambiental previos a la aprobación de un desmonte.

En las provincias de Formosa, Santiago del Estero, Salta y Chaco, el ordenamiento está avanzado, según adelantó Merenson. "Con diferentes grados de avance, en las provincias patagónicas, y las de Santa Fe, La Pampa y Córdoba".

La ley había sido muy resistida por provincias que autorizaban los desmontes para aumentar el área destinada a la agricultura y la ganadería. Por eso, "es clave la creación de un fondo para el enriquecimiento y la conservación de los bosques nativos", dice Merenson. El fondo se constituirá con 0,3 por ciento del presupuesto nacional y el 2 por ciento de impuestos a las exportaciones agrícolas, ganaderas y forestales. Este fondo aportará 750 millones de pesos, que se destinan a la jurisdicción nacional y a las provinciales, y se entregará un 70 por ciento a los titulares públicos o privados que conserven bosques nativos, y un 30 por ciento para fortalecer las jurisdicciones y para pequeños proyectos, como agricultura o recolección de leña.

Sin embargo, la ley aún espera su reglamentación. Mientras tanto, si bien están prohibidos los desmontes, desde la Secretaría de Ambiente señalan que se están realizando algunos, en forma ilegal.

Otro factor es la tenencia de la tierra, que si bien la ley no lo resuelve, instala el tema, en particular en el caso de los pueblos originarios. La falta de titularidad de las tierras es el primer factor que influye en la pérdida de bosques, pues, para el especialista, "es claro que quien es dueño de la tierra tendrá una mayor preocupación por preservar el recurso que aquel que no lo es y que, si el recurso se agota, va a otra parte, o cambia de rubro".

En la Argentina, se calcula la existencia de 35 comunidades indígenas, integradas por poco más de 400 mil personas, el 1,1% de la población total. Hasta ahora es poco lo que se ha realizado a favor de estos ciudadanos, pero, al menos, algunos programas de ordenamiento territorial, como el que se lleva a cabo en Formosa, los consideran como interlocutores en la discusión.

## Proyecto Eratóstenes

# A medir la Tierra

*Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar*

***Más de 3.500 chicos de escuelas de la Argentina fueron Eratóstenes por un día. Ellos participaron del proyecto coordinado por el Departamento de Física de la Facultad para medir la circunferencia de la Tierra con el método usado por el sabio, dos mil años atrás. Esta iniciativa se repetirá en 2009, cuando se celebre el Año Internacional de la Astronomía.***

La propuesta era, por cierto, curiosa: "El Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, el Nodo Nacional Argentino del Año Internacional de la Astronomía 2009 y la Asociación Física Argentina invitan a los docentes de escuelas medias de todo el país, a cargo de cursos con estudiantes de entre catorce y dieciocho años de edad, a participar de un proyecto cuyo objetivo principal es medir el radio o el perímetro de la Tierra, de manera similar a la que utilizó Eratóstenes hace más de dos mil años".

La respuesta al llamado no se hizo esperar. "Arrancamos con treinta escuelas, y finalmente llegaron a anotarse 114. En total, participaron alrededor de 3.500 chicos de distintos colegios de la Argentina y hasta uno de Chile", precisan los doctores Silvina Ponce Dawson y Guillermo Mattei, integrantes del comité organizador del llamado Proyecto Eratóstenes 2008.

Desde Catamarca, Córdoba, Tucumán, Corrientes, pasando por La Pampa, la provincia de Buenos Aires y la Capital Federal, hasta ciudades más australes como Comodoro Rivadavia, entre otras, se sumaron a la iniciativa de tomar las dimensiones de nuestro planeta como hizo dos mil años atrás Eratóstenes cuando midió, el 21 de junio al mediodía, la sombra proyectada por un objeto en la ciudad de Alejandría, en Egipto. En ese mismo momento, él sabía que en Siena, unos 400 kilómetros más al sur, los rayos del sol caían verticales. A partir de estos datos, este genio hizo sus cálculos y obtuvo un resultado que hoy coincide con los tomados por instrumental de alta precisión.

En la Argentina, la tarea fue de a pares. "Cada colegio trabajó con otro y debían compartir información. En cierto modo, permitió que escuelas de distintos lugares del país pudieran conocerse. Para esta prueba, lo ideal era que las instituciones educativas estuvieran distanciadas como

### Resultados

De los 24 pares de escuelas del Proyecto Eratóstenes 2008 que midieron correctamente, es decir respetando el mediodía solar y la medición de la sombra, el valor medio arrojó 6627 kilómetros de radio. "Como la Tierra no es una esfera perfecta, se considera radio característico el valor de 6378 kilómetros, es decir que los resultados obtenidos fueron bastantes precisos", resalta Guillermo Mattei.

mínimo unos 400 kilómetros en la dirección norte-sur, y preferentemente en el mismo meridiano", detalla la doctora Ponce Dawson, directora del Departamento de Física de la FCEyN, que coordinó el Proyecto.

Más allá de que cada institución debía determinar su precisa ubicación geográfica, los elementos a reunir para la prueba estaban al alcance de la mano. Sólo requerían una varilla, una escuadra, un metro de carpintero, hojas de papel en blanco, cinta adhesiva, lápiz y, de modo opcional, una plomada o nivel. Nada que no pudiera conseguirse o elaborar en forma casera.

"Eratóstenes, que era el director de la Biblioteca de Alejandría, tomó allí las mediciones justo cuando la sombra que proyecta la varilla es la menor posible", precisa Mattei, al tiempo que agrega: "También mandó a un behamista, persona encargada de medir los campos a pie, a recorrer desde Siena a Alejandría para determinar con sus pasos regulares la distancia entre ambas ciudades y así tener el dato para concretar sus cálculos".

Por cierto, en la experiencia nacional no era necesario que los chicos caminaran para determinar distancias. Además, la fecha de medición era más amplia porque se sabe que no altera el resultado, y entonces podía hacerse del 20 al 27 de junio y, si el cielo estaba nublado, pasaba al primer día despejado siguiente. Eso sí, en los días previos, cada colegio tuvo que establecer a qué hora es el mediodía.

**¿A qué hora es el mediodía?**

"Los días previos a la prueba –relata la doctora Ponce Dawson-, los chicos observaron en qué horario la sombra de la varilla era más corta para determinar el mediodía solar, que no siempre coincide con las 12 horas". ¿Un ejemplo? "En Buenos Aires, el Sol estuvo en el plano del meridiano a las 13:05, y en El Bolsón, a las 13:46", apunta Mattei.

No faltaron casos en que, con todos los preparativos a punto, -es decir la varilla parada sobre una base horizontal de modo perpendicular exactamente a 90 grados, según la escuadra o corroborada por la plomada, y con el metro en mano-, se frustró la ansiada medición porque justo se nubló en el momento más inoportuno. "Algunos chicos nos mandaban mails porque estaban preocupados dado que no paraba de llover. Otros nos contaban que hacían la danza de Ra para ver si salía el sol", comenta Mattei. También ocurrieron inclemencias más allá de las meteorológicas, pero que igual no desanimaron a los Eratóstenes argentinos. "En Esquel hicieron la medición arriba de las cenizas que arrojó la erupción del volcán Chaitén", señalan.

El entusiasmo convirtió al Proyecto Eratóstenes en un día distinto. "Hubo escuelas que hicieron choripanes, clases públicas, fogones en esa ocasión", relatan.

Una vez hechas las mediciones, a calcular se ha dicho. "Las escuelas compañeras miden las sombras y con qué inclinación entran los rayos del Sol en distintos momentos en cada colegio. Sabiendo la distancia entre ellas, se puede establecer el radio de la Tierra", explica Ponce Dawson, a la vez que señala las consecuencias de esta actividad: "Permite emplear la matemática para entender un fenómeno natural, comprender cómo entran los rayos del Sol, por qué hay día y noche, cómo son los movimientos de la Tierra y por qué son las estaciones. Además de aprender a medir y ser sistemático en la observación". Por su parte, Mattei señala: "La idea es transmitir a los chicos que la actividad científica está relacionada con la creatividad".

La experiencia de ser Eratóstenes por un día fue tan positiva que intentarán repetirla en el 2009, cuando se celebre el Año Internacional de la Astronomía (ver Recuadro). Una varita, un metro, un mediodía soleado y una idea genial de dos mil años atrás pueden despertar pasiones, vocaciones o el placer de comprender en cuerpo y alma una dimensión hasta entonces lejana e inasible. Seguramente, todos compartirán el recuerdo futuro de: "¿Te acordás el día que medimos la Tierra?".

**2009, Año Internacional de la Astronomía**

Las Naciones Unidas declararon 2009 el Año Internacional de la Astronomía, a pedido de Italia, patria de Galileo Galilei. Es que se trata de un homenaje al cumplirse cuatro siglos de la construcción del telescopio por el sabio renacentista quien, con sus observaciones, puso en duda que la Tierra ocupara un lugar central en el Cosmos, como se consideraba en la época.

"El Universo para que lo descubras" es el lema de esta celebración global en la que participarán más de cien países, entre ellos la Argentina. ¿Sus objetivos? "Incrementar la actividad científica, mejorar la educación formal e informal en ciencia, promover la preservación de la oscuridad del cielo y de los sitios astronómicos históricos y, quizás el más importante, que todas las personas tengan la posibilidad de observar el cielo con un telescopio", precisa la doctora Olga Pintado, quien representa para este evento a los astrónomos argentinos ante la Unión Astronómica Internacional, responsable de esta iniciativa junto con la UNESCO.

"En nuestro país estamos organizando actividades orientadas especialmente a los jóvenes, como la medición de la distancia de la Tierra a la Luna, del diámetro de la Tierra, la construcción de relojes de sol y de sistemas solares a escala", indicó esta investigadora del INSUGEO/Conicet. También habrá actividades para toda la comunidad, como conferencias, talleres, cursos, muestras itinerantes de imágenes astronómicas, etc. "Esta iniciativa abre la posibilidad en todo el mundo de hablar sobre astronomía, que se tome conciencia del lugar que ocupamos en el Universo (y la fragilidad de ese lugar), de las maravillas descubiertas y por descubrir en el espacio", subraya la doctora Gloria Dubner del Instituto de Astronomía y Física del Espacio, al tiempo que concluye: "También tiene que servir para llamar la atención sobre los problemas que rodean al tema, como financiación limitada, problemas de género, contaminación lumínica, entre otros".

Todas las propuestas se pueden consultar en http://www.astronomia2009.org.ar. O vía mail: aia2009.argentina@gmail.com.

## ¿Por qué hace más frío a medida que ascendemos (una montaña, por ejemplo)?

*Por la doctora Norma Possia, investigadora en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la FCEyN y el CIMA, Instituto de UBA-CONICET.*

En la región de la atmósfera más cercana a la superficie terrestre (los primeros 11 km aproximadamente) que llamamos troposfera, la temperatura desciende (en promedio) con la altura, desde 15° C en la superficie, hasta llegar a -70° C en su límite superior (tropopausa). La disminución de la temperatura con la altura en la troposfera se debe primariamente a que la luz solar calienta la superficie de la Tierra y a su vez ésta calienta el aire que se encuentra sobre ella. En la atmósfera, el calor es transferido por radiación, conducción y convección.

Por un lado, la densidad del aire en la atmósfera disminuye muy rápidamente con la altura. En los 5,5 kilómetros más cercanos a la superficie terrestre se encuentra la mitad de la masa total atmosférica, y a la altura del Everest (unos 9 kilómetros) está el 70 % de ella. El aire se encuentra concentrado cerca de la superficie debido a la atracción de la gravedad. La presión atmosférica, como una medida del peso de la masa de aire, tiene una distribución semejante a la densidad.

Por otra parte, los cuerpos emiten energía de acuerdo a su temperatura. Los más cálidos irradian longitudes de onda más cortas, y los más fríos, longitudes más largas. Pero no solo emiten energía, sino que también la absorben. En consonancia con la diferencia entre lo que emiten y absorben, se calientan o se enfrían.

La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo (ondas más largas) hasta el ultravioleta (ondas más cortas). Pero no toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, pues la atmósfera constituye un importante filtro que hace inobservable radiaciones de longitud de onda inferior a las 0,29 micrones, por la fuerte absorción del ozono y el oxígeno. Ello nos libra de la radiación ultravioleta más peligrosa para la salud. La Tierra recibe esta radiación durante las horas de luz.

Asimismo, la Tierra emite constantemente energía infrarroja. La atmósfera absorbe parte de esta energía por el vapor de agua y el dióxido de carbono presentes en ella y la vuelve a radiar hacia la superficie (efecto invernadero). Dado que la concentración de vapor de agua decrece rápidamente con la altura, la mayor absorción ocurre en las capas cercanas a superficie produciendo su calentamiento.

En resumen, los gases de la atmósfera permiten que la radiación solar llegue a la superficie terrestre, pero ellos absorben buena porción de la radiación infrarroja de la Tierra manteniéndola en las capas inferiores.

Si una porción de aire se calienta más que el aire circundante, se elevará, porque es más liviano que el de su entorno. El aire calentado, al elevarse, transfiere el calor verticalmente. Las parcelas de aire más frío irán hacia la superficie a remplazar al aire ascendente. Estas parcelas frías se calentarán y ascenderán, y el aire frío de las capas superiores las reemplazarán. Se establece así una circulación convectiva. La convección es un importante mecanismo de transferencia vertical de calor. Pero, cuando estas porciones de aire se elevan, disminuye la presión, entonces se expanden y se enfrían. A su vez, las que descienden se comprimen y se calientan.

Un ingrediente que contribuye a esta redistribución vertical del calor es el vapor de agua. Cuando estas corrientes ascendentes convectivas cuentan con el suficiente vapor de agua, en el ascenso éste se condensa por el enfriamiento, libera calor latente y calienta el aire circundante.

## *¿Por qué los planetas son redondos?*

*Responde el doctor Fernando Minotti, investigador del CONICET y docente del Departamento de Física de la FCEyN.*

La respuesta rápida es que los planetas son redondos porque la gravedad que producen es lo suficientemente intensa como para destruir cualquier irregularidad relativamente grande. En efecto, si se aplican fuerzas que tienden a deformar un sólido, éste puede resistirlas mientras no superen un valor máximo, por encima del cual el material se rompe. No sólo las deformaciones, sino también las grandes compresiones rompen y, eventualmente, funden los sólidos, lo importante es que, si está roto o fundido, el material puede balancear las fuerzas que tienden a comprimirlo, pero no ya las que tienden a deformarlo. La forma esférica minimiza los esfuerzos gravitatorios de deformación y produce esfuerzos esencialmente de compresión, que pueden ser balanceados por la presión misma del cuerpo, aun siendo gaseoso, como en el Sol o Júpiter.

Si imaginamos una columna cilíndrica de roca, notamos que la gravedad genera sobre ella esfuerzos de deformación. Basta pensar en cómo se comportaría una columna inicialmente igual a la anterior, pero hecha de algún material fluido muy viscoso, como miel o dulce de leche. Estos esfuerzos serán mayores cuanto mayor sea la altura de la columna o la aceleración de la gravedad, por lo que si estas son suficientemente grandes, los esfuerzos pueden superar los valores de ruptura; la columna se desmorona bajo su propio peso. Estructuras con pendientes más suaves, como montañas, pueden tener alturas mayores al distribuir mejor su peso y generar así menores esfuerzos de deformación.

Un cuerpo celeste (asteroide, luna o planeta) del tamaño apropiado para generar una gravedad tal que sólo puedan mantenerse en pie estructuras de altura pequeña (comparada con las dimensiones del cuerpo) tenderá entonces a ser esférico.

Una estimación sencilla, usando las leyes conocidas de la gravedad y la resistencia de las rocas, conduce a que el radio mínimo para que esto pase sea del orden de la centena de kilómetros, valor bien superado por los planetas. En los asteroides se ha observado que, efectivamente, aquellos con radios mayores que unos 150 km tienden a ser esféricos, mientras que los de dimensiones menores tienen formas variadas (visite, por ejemplo, http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery/photogallery-asteroids.html).

# CIENTIFICOS
## INDUSTRIA ARGENTINA

El programa de Ciencia sigue en la televisión pública, con nuevos informes, secciones y columnistas

**CON ADRIÁN PAENZA**

**SÁBADO**
**19 Hs.**

tv.pública

www.canal7.com.ar

## Neuronas electrónicas

# Circuitos "vivos"

*por Gabriel Stekolschik | gstekol@de.fcen.uba.ar*

***Cada vez más interesados en los asuntos de la biología, los físicos intentan comprender los principios básicos que rigen el comportamiento de los seres vivos para tratar de emularlos de manera artificial. En el Laboratorio de Sistemas Dinámicos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA diseñan circuitos electrónicos que imitan a las neuronas biológicas.***

La percepción de un aroma, la orden para mover un brazo o una pierna, el dolor... Sensaciones y movimientos. Se trata de fenómenos aparentemente dispares, y sin embargo tienen algo en común: se transmiten a través de las neuronas mediante impulsos eléctricos. Se podría pensar entonces al sistema nervioso como una gran red eléctrica y, en ese caso, también podría pensarse en reemplazar neuronas dañadas mediante circuitos electrónicos. Una fantasía todavía muy lejana, pero para nada improbable.

El paulatino avance en el conocimiento neurológico y el desarrollo de nuevas tecnologías electrónicas e informáticas han permitido progresos significativos en el campo de las llamadas neuroprótesis. De hecho, hoy existen dispositivos experimentales que, más temprano o más tarde, posibilitarán que las personas sordas puedan oír, o que los individuos ciegos puedan reconocer imágenes. También, buscando solucionar la pérdida de capacidades motoras en pacientes que sufrieron lesiones en la médula espinal, se han diseñado prótesis neurales que, mediante microelectrodos implantados en la corteza cerebral, registran las señales del cerebro y las "traducen" en estímulos que pueden contraer músculos o mover brazos robotizados.

Pero, por la naturaleza de su diseño, todos estos aparatos están pensados para reemplazar las funciones de órganos o miembros completos, y no toman en cuenta la posibilidad de solucionar problemas ocasionados por la pérdida acotada de células nerviosas, como ocurre en algunas enfermedades neurodegenerativas –por ejemplo el Parkinson- o, también, luego de un accidente cerebro-vascular.

Durante la última década, algunas inves-

tigaciones han conducido al desarrollo de circuitos electrónicos que imitan la función de una neurona. Ahora, los científicos apuntan a interconectar esos circuitos con el fin de reemplazar grupos de neuronas. Y no se descarta la posibilidad de sustituir un sistema nervioso completo.

**Sistema eléctrico**

Fueron millones de años de evolución los que debió transitar la vida para refinar un sistema que le permitiera transmitir mensajes instantáneos de una parte a otra de un organismo. Y la solución que finalmente encontró fue el impulso eléctrico. "Las neuronas se expresan mediante la actividad eléctrica, y uno puede imitar satisfactoriamente una función neuronal porque el paradigma fundamental de la neurobiología está en gran parte depositado en la electrónica", señala Lidia Szczupak, doctora en biología e investigadora del Conicet en el Laboratorio de Fisiología y Biología Molecular y Celular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA.

En ese paradigma, podría imaginarse a las neuronas como cables de un sistema eléctrico de múltiples interconexiones, en donde el voltaje de la red es muy bajo (del orden de los milivoltios). En ese sistema, existe una infinidad de "botones" que, cuando son accionados, encienden un determinado circuito. Por ejemplo, un pinchazo en un dedo acciona la "tecla" que enciende un circuito del dolor, un estímulo luminoso en la retina activa el circuito de la visión, y una "orden química" en el cerebro enciende la vía motora responsable de un movimiento determinado.

¿Y cómo se transmite ese estímulo a través de la red? Cuando un circuito "se enciende" por una señal externa (el pinchazo, por ejemplo), se produce un cambio en la disposición de las cargas eléctricas que hay a un lado y otro de la membrana de la célula nerviosa que recibe el estímulo. En apenas milisegundos, ese hecho modifica el voltaje de la membrana de esa neurona haciéndolo crecer en unos pocos milivoltios. Si ese voltaje supera un cierto umbral se dispara entonces lo que se denomina *potencial de acción*, que consiste en la transmisión de ese cambio eléctrico a una o más neuronas vecinas, las que, de la misma manera, transmitirán ese impulso a otras células contiguas, y así sucesivamente hasta completar el circuito. En definitiva, mediante este mecanismo, las neuronas se comunican y el organismo consigue transmitir un mensaje de manera prácticamente instantánea y sin que la señal pierda sus características originales: "El potencial de acción es la unidad de información de toda neurona y es un fenómeno que asegura que en un cable largo, como es el caso de las prolongaciones neuronales, no se pierda algo de la señal en el espacio", ilustra Szczupak.

Pero la complejidad de un sistema que requirió millones de años de prueba y error no puede ser imitada fácilmente. De hecho, los científicos no se proponen construir algo idéntico a lo que generó la naturaleza, sino, más bien, interpretar el mecanismo y tomar de él los principios básicos que posibilitan su funcionamiento.

**Preguntarle a la biología**

Desde un punto de vista electrónico, una neurona se puede representar con un circuito eléctrico relativamente simple. Pero si se quiere emular su comportamiento, la tarea se vuelve un poco más complicada, porque la célula nerviosa tiene una conducta "no lineal", es decir, no responde a un estímulo de manera proporcional a la intensidad de la señal. Más bien, hace falta que la señal crezca lo suficiente en intensidad como para alcanzar el umbral que permite que se dispare el potencial de acción. Con este mecanismo, la naturaleza consigue que el sistema de transmisión de la información sea de "todo o nada", en el que sólo hay dos respuestas posibles: que el impulso se transmita, o que no se transmita.

"Una neurona electrónica es un circuito que representa la dinámica no lineal de una neurona biológica", explica el médico Jacobo Sitt, investigador del Laboratorio de Sistemas Dinámicos del Departamento de Física de la FCEyN.

Como muchos otros comportamientos, la conducta "no lineal" de una célula nerviosa puede ser representada mediante ecuaciones, las que a su vez pueden ser resueltas por medio de una computadora. De esta manera, un circuito eléctrico conectado a un procesador de datos puede imitar el proceso de toma de decisiones de una neurona biológica, es decir, de generación o transmisión del potencial de acción. Esto es, en esencia, una neurona electrónica.

Pero, lógicamente, el diseño no es todo. Resta conectar el dispositivo -mediante microelectrodos- a una o más células nerviosas para verificar que funciona. "Para confirmar que el sistema es válido hay que preguntarle a la biología, es decir, hay que hacerlo interactuar con las neuronas biológicas y comprobar que funciona en tiempo real, en los tiempos que maneja la biología", ilustra Sitt. El problema es que el conjunto de ecuaciones que debe resolverse es bastante complejo, y aún las computadoras más nuevas no son lo suficientemente rápidas como para poder interactuar en tiempo real con las células nerviosas. "No es que el sistema sea más lento, sino que tiene que resolver un problema que las neuronas biológicas no necesitan solucionar. Porque en el mundo real las ecuaciones se resuelven naturalmente", indica.

Para lograr que la electrónica y la biología se sincronicen, las investigaciones en el campo de las neuronas electrónicas se valen de dispositivos especializados en procesar señales en tiempo real. Se trata de los procesadores digitales de señales (DSP, por sus siglas en inglés), sistemas presentes en múltiples aplicaciones de la vida diaria, como teléfonos celulares, reproductores digitales de audio, módems inalámbricos, cámaras digitales, entre muchas otras. Un DSP es un sistema que posee un hardware y un software optimizados para efectuar operaciones numéricas a muy alta velocidad.

"De esta manera, podemos diseñar el programa en una computadora, y después

transferirlo a un chip del DSP. Así, por ejemplo, se puede representar el comportamiento de cien neuronas con sus sinapsis (unión entre neuronas), y, también, modificar las conexiones entre las mismas modificando la programación del chip", consigna Sitt.

**Modificar la biología**

Algunos experimentos dirigidos a reemplazar eficazmente células nerviosas con neuronas electrónicas han sido exitosos. Por ejemplo, un equipo de científicos de la Universidad de California en San Diego consiguió sustituir un grupo de neuronas de la langosta de mar por sus análogas eléctricas. También fue posible el reemplazo de una neurona de la sanguijuela mediante un circuito electrónico gracias al trabajo conjunto entre la doctora Szczupak y un grupo de físicos del Laboratorio de Sistemas Dinámicos de la FCEyN. Entre estos últimos, se encuentra Gabriel Mindlin, doctor en física e investigador del Conicet: "Queremos reemplazar un grupo de neuronas del cerebro de ciertas aves cantoras, porque son un modelo animal muy bueno para estudiar el aprendizaje de un comportamiento complejo", informa Mindlin.

Muy pocas especies animales comparten con el ser humano la característica de necesitar un tutor para aprender a vocalizar. Entre ellas, hay algunos cetáceos, como los delfines y las ballenas, y algunas aves, como los colibríes, los loros y las oscinas (cantoras). Entre estas últimas, los jilgueros y los canarios son los modelos de trabajo de Mindlin: "En estas aves, los núcleos neuronales involucrados en el control del habla son pocos y se los conoce muchísimo, por eso, es un modelo excelente para estudiar aprendizajes sofisticados", señala.

El reemplazo de esos núcleos neuronales con dispositivos electrónicos permitiría estudiar profundamente la neurofisiología del canto de las aves observando los efectos de suprimir, potenciar o intercambiar conexiones neuronales o, incluso, de crear sinapsis donde antes no las había. "Al principio parece muy complejo, pero cuando uno analiza las señales motoras de estos núcleos comprueba que su control requiere de instrucciones relativamente sencillas, que son representables por una ecuación relativamente simple. Por eso, no es descabellado pensar en reemplazar esos núcleos".

A la hora de pensar en la posibilidad de utilizar este tipo de dispositivos para reemplazar áreas dañadas del cerebro involucradas en el proceso del habla, Mindlin es cauteloso: "Este podría ser un modelo que podría utilizarse para estudiar otras especies".

**Futuro en mente**

La posibilidad de utilizar neuronas electrónicas para resolver problemas de salud es, todavía, muy lejana. Por ahora, y por mucho tiempo más, serán útiles para efectuar experimentos electrofisiológicos que permitan comprender el funcionamiento del sistema nervioso. Además, uno de los desafíos que tendrán que sortear estos aparatos es el de la miniaturización: "Si bien aquí lo achicamos mucho, el modelo más pequeño es de aproximadamente cuatro por ocho centímetros" consigna Sitt.

Por lo pronto, una de las aplicaciones actuales de esta tecnología está en la neurorobótica. Los neurorobots son dispositivos que tienen sistemas de control diseñados a partir de los principios que rigen el funcionamiento del sistema nervioso: "Lo que hacen es copiar las soluciones que encontró la biología para los problemas de la vida real. De esta manera, pueden aprender de su entorno y resolver problemas", explica Sitt.

Por ejemplo, un área de particular interés para la neurorobótica son los sistemas de navegación basados en el funcionamiento del hipocampo de las ratas, debido a que estos animales tienen una gran habilidad para desplazarse, tanto en la luz como la oscuridad. Otra propiedad del sistema nervioso de los seres vivos que le interesa a la neurorobótica es la habilidad para organizar en categorías las señales provenientes del ambiente, una capacidad que depende de la combinación de diferentes estímulos sensoriales (imágenes, sonidos, gustos).

Pero los neurorobots también pueden devolverle a la biología algo de lo que ella les enseña, pues el estudio del comportamiento de estos dispositivos podría ser útil para generar hipótesis acerca de cómo funciona el sistema nervioso de los seres vivos.

En cualquier caso, aunque se pudiera pensar la relación entre el hombre y las máquinas en términos de una cooperación recíproca, resulta todavía utópico imaginar que una máquina pueda imitar realmente la sofisticación de la naturaleza: "Es cierto que la electrónica de una neurona es más que trivial y, por lo tanto, posible de imitar. Lo que creo que es difícil que se pueda lograr es un robot con la elegancia de los movimientos de un animal tan simple como una sanguijuela", opina Szczupak.

# ciencia y cultura

**Encuentre los libros de ciencia en todas las librerías del país.**

AREA PAIDOS · Editorial Ariel · CRÍTICA · PAIDÓS · Grupo Planeta

Defensa 599 - 1° piso • Tel: (54 11) 4331-2275 • difusion@areapaidos.com.ar

## Cantando en el mar

# Salvemos a las ballenas

*Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar*

***El biólogo estadounidense Roger Payne, que halló que cada ballena franca austral presenta callosidades en su cabeza que las individualiza como si fueran una huella dactilar, y también descubrió el canto de las ballenas jorobadas, clama desde hace años por su conservación, y no cesa de estudiarlas.***

La imagen de Roger Payne es la de un hombre feliz, de aquellos que viven con pasión su quehacer: el estudio y cuidado del medio ambiente, en especial las ballenas. A ellas las lleva a todos lados. Incluso al café de un hotel porteño, que lo hospedó en su visita a la Argentina. Allí, este biólogo norteamericano, fundador y presidente del Ocean Alliance/Whale Conservation Institute, no se cansa de mostrar imágenes en su computadora portátil, ni de hacer oír el canto de estos gigantes del mar. E invita a esta cronista a compartir esos sonidos que han dado la vuelta al mundo y aún más, se hallan viajando por el Cosmos.

Es que Payne junto con Scott McVay descubrió que las ballenas jorobadas cantan, y sus grabaciones hoy recorren el Universo a bordo del Voyager. Pero aquí en la Tierra también se hicieron oír. Es que unos diez millones de copias de su disco "Las canciones de las Ballenas Jorobadas", fueron distribuidas a través de la Revista National Geographic en los años setenta.

Procedente de Vermont, Estados Unidos, Payne arribó una vez más a nuestro país, donde vivió hace unos cuarenta años y fue entonces el pionero del Programa Ballena Franca Austral en Península Valdés, hoy a cargo del Instituto de Conservación de Ballenas (ICB). En los años 70, se instaló, jun-

to con su familia, en las costas patagónicas, e inició las observaciones que lo llevaron a descubrir que las ballenas francas australes podían identificarse a través del patrón de callosidades de sus cabezas, que hacían las veces de una huella dactilar única. Esta característica permite seguir a la distancia al animal para estudiarlo a lo largo de su vida, sin necesidad de matarlo. Desde entonces, los científicos continúan las investigaciones, fotografiando a cada cetáceo y arman un catálogo de estos mamíferos acuáticos. Ya llevan más de 2.000 ejemplares retratados.

Incansable en su tarea de investigación y conservación, acaba de concluir una expedición de más de cinco años en la que tomó junto con su equipo muestras de piel de cachalotes (otra especie de cetáceo) para medir la contaminación de los mares del mundo a bordo del velero de investigación Odyssey, de la Ocean Alliance. En un alto en su vorágine, Payne se hace un momento para hablar con la prensa, poco antes de dar en Buenos Aires la conferencia "¿Existe un futuro para las ballenas?", con un mensaje contundente.

"Las acciones de nuestra especie, y en otros casos, las inacciones, han llevado al borde de la extinción a muchas poblaciones de ballenas. Esta actitud –asegura- puede revertirse si las personas conocen a las ballenas, y a través del conocimiento, aprenden a amarlas". Sin embargo, las amenazas aún son muchas. Entre ellas, la cacería "científica" de ballenas llevada a cabo por buques japoneses, que aprovechan vacíos legales para ignorar la regulaciones y continuar la matanza con métodos crueles, aparece como una de las más evidentes y a la vez aberrantes. Pero la cacería no es la única, ni la más letal: más ballenas y delfines mueren cada año atrapados en redes de pesca, o silenciosamente intoxicados por sustancias químicas sintéticas que afectan sus sistemas nervioso y reproductivo al concentrarse en las cadenas alimentarías que son la base de la vida en el mar. Y que también nos afectan a nosotros, los humanos que las sintetizamos.

Si bien el panorama internacional de cacería es preocupante, la Argentina es, a su criterio, una excepción porque el número de ballenas "sigue creciendo, aunque el año pasado murieron 83 ballenas francas en Península Valdés sin que se pudieran saber los motivos, a pesar de nuestros esfuerzos por investigarlos".

En el monitor de su computadora portátil, exhibe un mapa del Mar Argentino donde se destacan los sitios en que han tenido lugar las matanzas en el pasado. "Los círculos muestran las posiciones en que fueron cazadas las ballenas francas por la flota ballenera rusa en una temporada de los años 60, en las que mataron más de 1300. La especie ya estaba protegida desde los años 30, es decir que hubo cacerías ilegales".

Si bien la historia condena, también es motivo de satisfacción. "La Argentina –resalta- es uno de los primeros países conservacionistas. José León Suárez fue el primer argentino que dijo (en las primeras décadas del 1900) que era tiempo de proteger las ballenas y a raíz de él surgió la Convención Internacional de la Regulación de la Ballenería. Es un patrimonio del cual se deben enorgullecer".

**Habitante de la Patagonia**

¿Por qué decidió, en los años 70, instalarse en nuestro país?

Escuché que habían avistado ballenas francas en la Argentina, en Estados Unidos, en las costas del Atlántico, en la misma latitud también hay ballenas francas. Cuando escuché eso dije: es la latitud para la ballena franca, y me quedé a vivir en la Patagonia.

Las ballenas francas del Norte no salen de ese hemisferio y lo mismo ocurre con la ballena franca Austral, es decir nunca se encuentran. ¿Por qué el nombre de franca? Por sinónimo de correcta, pues resulta ser la "ballena correcta para cazar". Los investigadores del ICB precisan: "Se estima que antes de la cacería comercial había entre 55 mil y 70 mil ballenas francas australes. Si bien en 1936 se prohibió su caza, sólo quedaban unas 11.300 para el año 2003 en todo el Hemisferio Sur. La situación de la ballena franca del Atlántico Norte es peor, ya que quedan sólo unas 350".

*¿A lo largo de estos casi cuarenta años en que usted ha estudiado las ballenas, ha seguido a alguna en particular, guiándose por las callosidades que permiten identificarlas?*

- Troff, la vi por primera vez en 1970, y luego varias veces más, con al menos tres ballenatos que tuvo en Península Valdés en distintos años. Tiene una hendidura pronunciada en su lomo en forma de Y. Cuando uno ve un animal que conoce y lo ve de nuevo es una gran emoción que te lleva hasta las lágrimas.

Este ejemplar es legendario para los investigadores que siguieron con el relevamiento de estos gigantes en Península Valdés. Ellos los estudian en estas costas patagónicas donde de mayo a diciembre arriban en un momento crucial, para dar a luz a sus crías y para el cortejo y la cópula. "Qué cantidad hay, quién es la madre de quién, cuáles se caen bien y quiénes no, cada cuánto tienen a sus crías, a qué lugares les gusta venir, es parte de lo que sabemos luego de años de estudiarlas", detalla Mariano Sironi, director científico del ICB, presente durante la entrevista. Este seguimiento lo hacen con fotografías aéreas y observaciones desde botes y acantilados que prosiguen a lo largo de los años.

"En el 81, Troff se dejó ver en nuestras costas, en 1988 y en 1994 apareció en Brasil, y el último día de la temporada de 2004 estábamos con Luciano Valenzuela y vimos a una madre con su cría junto a una tercera ballena excepcionalmente grande, muy cerca de la costa. Nos subimos al bote para verlas mejor, y observamos que esa gran ballena en la espalda tenía una hendidura, un "trough" (en inglés) y de allí su nombre. Cuando la vi, le dije a Luciano: 'Imaginate si fuera Troff'. No tenía en mi mente el patrón de callosidades, así que saqué algunas fotos para identificarlas con los archivos guardados en la computadora.

Al volver a Córdoba chequeé la información, y era Troff. Hacía 23 años que no se la veía en la misma bahía donde Roger la había divisado por última vez. Fue una emoción inmensa", relata Sironi.

**El canto de las jorobadas**

Hoy Payne, a pesar de que ha escuchado innumerables veces el canto de las ballenas jorobadas, no deja de sorprenderse y disfrutarlas como si fuera la primera vez. Le fascina y no lo oculta. De hecho, no es el único y ha contagiado su pasión: las grabaciones vendieron 10,5 millones de copias en el mundo.

Pero, en verdad, cuando descubrió con Scott McVay el canto fue hace tiempo, en las islas Bermudas, hallazgo que publicó en 1971 en la prestigiosa revista Science. Según contó en un programa especial de National Geographic Channel, comenzó junto con un amigo a escuchar una y otra vez "y, finalmente, captamos que estas canciones eran secuencias rítmicas de sonidos largos y repetidos. Registramos los sonidos en forma visual en un espectograma acústico. Vimos que los patrones duraban 15 minutos y que regresaban y se repetían para luego escucharse la canción completa".

Esta melodía de la cual es testigo a diario el océano, tiene además sus particularidades porque tampoco al parecer falta la rima.

*¿Cómo es que las ballenas jorobadas cambian la entonación para encontrar la rima?*

- Mi primera esposa, Katherine, descubrió que cuando la canción se hace compleja, las ballenas buscan la rima al igual que los trovadores. Es como un ayuda memoria. Y también se observó que después de cinco años cantan una nueva canción casi completamente distinta a la canción original. Tengo la idea de que luego de unos años será posible entenderlas.

*¿Hay alguna razón para que ocurran estas variaciones?*

- Creo que sí. Si soy un macho y no estoy teniendo éxito para aparearme con hembras, podría, por ejemplo, escuchar la canción de un macho que sí tiene éxito, copiarla e irme a otro lugar y probar en el mercado como me va. Los machos son los que cantan. Las hembras eligen al mejor cantante.(ríe)

*UD. suele decir que deberíamos aprender de las ballenas porque ellas podrían provocar mucho daño y sin embargo no lo hacen, a diferencia del hombre...*

- El animal es tan grácil y poderoso que podría hacer todo el daño que quisiera e incluso matar, sin embargo, en las interacciones con la gente eso no sucede, a menos que sean atacadas por un arpón. Pero si podés resistir la tentación de clavarle un arpón, (en esta circunstancia se defenderá y atacará), no hará nada en contra tuyo.

Y da un ejemplo para demostrar la fuerza de este gigante. Como es habitual las madres nadan junto con su cría. En una oportunidad el ballenato pasa por una estructura de cemento junto con un mástil de hierro hundido en el mar y el roce produce un fuerte ruido. Esto atemorizó a la ballena mamá que raudamente volvió sobre el mástil y lo golpeó con su cola, doblándolo de inmediato. "En tierra quisimos reproducir el mismo daño con una camioneta que intentaba plegar un hierro de iguales dimensiones y no se logró. En cambio la hembra simplemente con un movimiento de su cola lo doblegó.

**Mares contaminados**

*¿Qué es lo que más le preocupa hoy?*

- Hemos realizado un estudio de cinco años y medio tomando muestras de distintos mares del mundo para estudiar la contaminación. Regresamos con 968 muestras de cachalotes y en este momento las estamos analizando. Por ahora, sólo tenemos datos preliminares. Pero indican que los océanos están increíblemente contaminados por productos químicos, metales y materiales orgánicos.

La inquietud por la contaminación de los mares se suma a viejos problemas como la cacería de ballenas, o que muchas de ellas queden enganchadas en redes de pesca. Y en este sentido, enfatiza: "Los conservacionistas tienen que ganar todas las batallas sin excepción en su lucha por la protección de los animales, porque, si se pierde una, es suficiente para perder una especie. Durante los próximos diez años debemos ganar todas las batallas, y en los próximos 100 años, mil años y diez mil años, porque con una sola batalla perdida, la especie puede desaparecer. No estoy tan seguro de decir si realmente vamos a lograrlo. Esto se aplica no solo a las ballenas sino a cualquier otro tipo de especie como reptil, ave, entre otros.

*¿Qué se puede hacer al respecto?*

- Lo principal es que la gente debe darse cuenta de que es un problema que existe y preocupa. Una vez que eso se logra, se debe comenzar a tomar actitudes de participación. En caso de no hacer nada, las ballenas están condenadas a morir.

**Panorama nacional**

Desde el Centro Nacional Patagónico, en Puerto Madryn, Chubut, el doctor Claudio Campagna, investigador independiente del CONICET; respondió vía mail cuestiones referentes al panorama nacional de nuestro mar.

** ¿Cómo es hoy la situación de la ballena en el Mar Argentino en relación a años anteriores?*

- La población se encuentra en aumento y hay más conciencia de la necesidad de cuidado

** ¿Cómo es el panorama del resto de las especies? ¿Cuáles se encuentran en peligro?*

- Existen decenas de especies en peligro... todas las especies de tortugas marinas que visitan el Mar Argentino, muchas especies de albatros, algunos delfines, algunos tiburones, rayas y peces óseos...

** ¿Qué medidas se llevan adelante de conservación y qué convendría hacer con miras al futuro?*

- Comienza a establecerse la necesidad de generar áreas marinas protegidas. Convendría tener un 10% del Mar Argentino bajo alguna figura de protección de la diversidad biológica.

## Las enseñanzas del Maestro Ciruela

# Vacío misterioso

Está bastante difundida la idea de que en el vacío no hay gravedad. Pero ¿qué tiene que ver el vacío con la gravedad? Sencillamente NADA. Aclaremos los tantos: la gravedad es la atracción mutua de los cuerpos que, cuando son muy masivos, produce aceleraciones apreciables. La caída de los cuerpos en la superficie de la Tierra, por ejemplo, es un efecto de la gravedad. Si viniese un ejército de alienígenas con una aspiradora gigante para llevarse nuestro aire a su desvencijado y distante planeta, y se chuparan hasta la última molécula de nuestra maltratada atmósfera, y no quedara nada, o sea, quedara VACIO... aún así la cinemática de los cuerpos seguiría siendo muy parecida a lo que es ahora: las monedas seguirían cayendo de nuestros bolsillos y la gente seguiría suicidándose arrojándose desde el octavo piso. La gravedad no necesita medio material para manifestarse.

Supongo que este malentendido proviene de asimilar la palabra VACIO con el concepto de espacio interestelar. Efectivamente allá lejos, muy lejos de la Tierra y de cualquier otro cuerpo celeste, no hay nada... el espacio está vacío. Y tampoco hay gravedad una gravedad apreciable, las cosas no caen hacia ningún lugar; sólo parecen flotar. De ahí, alguna gente pensó que ambas características estaban relacionadas.

Pero yo me pregunto... allá lejos tampoco hay luz, ya sea porque estás muy lejos del Sol o de cualquier estrella, o porque aunque la hubiera no hay cuerpos en los que reflejarla. El espacio interestelar... es una noche eterna. De modo que podríamos caracterizarlo con su negrura. ¿Por qué a nadie se le ocurre sospechar que en la negrura no hay gravedad? ¡El razonamiento es el mismo! Pero claro, cualquiera sabe que la negrura y la gravedad no tienen nada que ver entre sí, porque saben que cuando apagan la luz de la pieza a la noche los cuerpos siguen tan grávidos como lo eran a la mañana. Acá es la experiencia la que les dice que tal asociación es ridícula.

Bueno, relacionar el vacío con la gravedad lo es en la misma medida.

Cuando los alienígenas se van huyendo de nuestros ejércitos con la atmósfera robada en las bodegas de su flota imperial de platos voladores, viajan por lugares donde no hay gravedad (o mejor dicho: es tan pequeña que ni se nota), y además tampoco hay nada, y además está muy oscuro... viajan por el vacío y la negrura. Pero nadie se piense que no sienten la gravedad porque están en el vacío ni porque es de noche: no sienten la gravedad porque están lo suficientemente lejos de cuerpos masivos como planetas o estrellas, y por ninguna otra causa. ¡Malditos alienígenas!

### MODELADORA

Aunque pequeña e imperceptible para un ser humano -o cualquier otro cuerpo de masa semejante- que esté flotando en el espacio sideral, la fuerza gravitatoria posee un par de características singulares: es acumulativa (sólo atrae, nunca repele) y de largo alcance.

Esto la convierte en la única fuerza omnipresente en el espacio intergaláctico, la mayor responsable de su dinámica, su forma y estructura. A escala cósmica, la gravedad es la fuerza modeladora; y su arcilla, el universo.

## La frase memorable

*La belleza es el resultado de una selección sexual.*

Charles Darwin
*(1809 - 1882)*

Premios 2008

# Virus, simetrías y proteínas luminosas

***El descubrimiento del HIV y del vínculo entre el virus papiloma y el cáncer de cuello de útero merecieron el premio en Medicina y Fisiología. El de Física correspondió a las investigaciones acerca de las partículas subatómicas. El de Química, al aprovechamiento de la luminosidad de una proteína para visualizar procesos biológicos microscópicos.***

*Françoise Barré-Sinoussi*

*Harald zur Hausen*

*Luc Montagnier*

El Nobel de Medicina 2008 fue otorgado a los descubridores de dos virus que causan graves enfermedades: el sida y el cáncer de cuello de útero. Los franceses Françoise Barré-Sinoussi y Luc Montagnier, por el hallazgo del VIH, en 1983, compartirán un millón de euros con el alemán Harald zur Hausen, que postuló al virus papiloma como el causante del cáncer más común en la mujer, luego del de mama.

En la década de 1970, zur Hausen publicó sus primeros trabajos donde vinculaba al virus papiloma con el cáncer de cuello de útero. Su idea era que las células tumorales, si habían sido transformadas por un virus, deberían contener la información genética de aquél integrada en su propio genoma.

A través de sus investigaciones con tumores, el científico alemán pudo demostrar que más del 50 por ciento de las biopsias de cáncer cervical mostraban la presencia de ADN de ciertos tipos del virus papiloma. En particular, las cepas 16 y 18 se encuentran presentes en el 82 por ciento de los pacientes con cáncer cervical invasivo.

El virus papiloma puede ser detectado en el 99,7 por ciento de las mujeres que han padecido cáncer de cuello de útero, y se estima que afecta a unas 500.000 mujeres por año en el mundo.

**La epidemia del siglo XX**

Corría el año 1981 cuando, en los Estados Unidos, se describió una nueva enfermedad, muy severa y que avanzaba con gran rapidez. Se la definió como síndrome de inmunodeficiencia adquirida. Los pacientes presentaban infecciones oportunistas repetidas. No obstante, al comienzo no parecía tan obvio que el sida fuera una sola enfermedad y que los síntomas, que afectaban a casi todos los órganos del cuerpo, tuvieran una única causa. A fines de 1982 diversos laboratorios intentaban encontrar la causa del sida.

Varias evidencias apuntaban a un origen retroviral. Un grupo dirigido por Barré-Sinoussi y Luc Montagnier, del Instituto Pasteur de Paris, se dedicó a aislar y cultivar células de ganglios linfáticos de pacientes en las primeras etapas de la enfermedad, y detectaron la actividad de la enzima transcriptasa reversa, signo directo de la replicación de un retrovirus. Gracias a estos descubrimientos, fue posible desarrollar métodos de diagnóstico y de análisis de sangre, así como diversas drogas antivirales.

"El premio Nobel pone punto final a una discusión, y confirma el rol del virus VIH en la enfermedad, pues había opiniones encontradas", afirma la doctora Celia Coto, viróloga y profesora consulta en la FCEyN. Si bien para los virólogos la existencia del virus no ofrecía dudas, algunos la negaban. Otros, por su parte, pensaban

que se trataba de un artefacto de laboratorio, que había escapado por error.

"El premio cierra esta historia y le da validez al hecho de que se trata de un virus que se transmite entre los humanos, y que proviene, al menos el VIH tipo 2, de un chimpancé de África occidental", subraya la investigadora.

Erradicar el virus no es fácil debido a la forma en que interactúa con su hospedador y evade su sistema inmune. Su estrategia consiste en integrar su genoma al de las células que ataca, los linfocitos T, y mutar en forma permanente.

También es difícil encontrar una vacuna. "Para que una vacuna pueda provocar una respuesta inmune, tiene que poseer constituyentes del virus. Lo mejor sería emplear un virus vivo atenuado, pero el VIH es muy peligroso. Las vacunas con virus inactivado, como la Salk (antipolio), requieren repetir las dosis para poder obtener una respuesta y que genere anticuerpos", explica Coto. Se buscaron alternativas, como incluir parte de la membrana del virus, pero no fue posible producir anticuerpos en suficiente cantidad.

**El ser y la nada**

¿Por qué existe "algo" en lugar de vacío? Esta pregunta nada trivial comenzó a responderse allá por el año 1960, cuando el estadounidense de origen japonés Yoichiro Nambu -uno de los galardonados en Física- formuló su descripción matemática de la ruptura espontánea de algunas simetrías de la naturaleza, un fenómeno que explica, entre otras cosas, por qué existe el universo y, en consecuencia, nosotros: "Somos todos hijos de la ruptura de la simetría", ilustra el comunicado de la Academia Sueca.

"Las simetrías de la naturaleza son muy importantes, no sólo para el ordenamiento de las partículas elementales sino, también, para la generación de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza: la gravitatoria, la nuclear, la electromagnética y la débil. Podría decirse que, en buena parte, el trabajo de la física moderna es identificar cuáles son las simetrías de la naturaleza", señala el doctor Daniel de Florian, profesor del Departamento de Física de Exactas e investigador del CONICET, y añade: "Y así como el concepto de simetría es fundamental, a veces la ruptura de esas simetrías tiene una importancia muy relevante".

Pero por qué las simetrías de la naturaleza se rompen fue un problema que permaneció como un misterio hasta el año 1972, cuando dos investigadores japoneses de la Universidad de Kyoto, Makoto Kobayashi y Toshihide Maskawa -los otros dos premiados-, hallaron una solución teórica al asunto: predijeron que debían existir tres partículas elementales hasta ese momento desconocidas. Esta hipótesis fue paulatinamente confirmada con el sucesivo hallazgo experimental de tres tipos de quark: el charm (en 1974), el bottom (1977) y el top (1994).

**Ruptura vital**

Se puede ilustrar el concepto de simetría, y de su ruptura, mediante un sencillo experimento: si se coloca la letra "A" frente a un espejo, puede observarse que ésta es simétrica con respecto a su imagen especular. En cambio, si enfrentamos a la letra "Z" a un espejo veremos que la simetría se rompe.

Para la física de las partículas elementales existen tres principios de simetría: la simetría de espejo (simbolizada con la letra P, por "paridad"), según la cual todos los eventos ocurrirían exactamente igual si se los mira directamente o en un espejo, la simetría de carga (C), que establece que las partículas deberían comportarse exactamente igual que sus antipartículas, que tienen las mismas propiedades pero carga opuesta, y la simetría T (por simetría de tiempo), según la cual los sucesos a nivel microscópico serían exactamente iguales ya sea que ocurran hacia atrás o hacia adelante en el tiempo.

Si bien en 1964 los premios Nobel James Cronin y Val Fitch descubrieron que la materia y la antimateria se comportan de manera diferente, fueron los trabajos de Kobayashi y Maskawa los que describieron cómo la ruptura de un tipo particular de simetría (denominada "CP") encajaba dentro del marco teórico. "La violación de la simetría CP es lo que ha permitido que hoy exista el universo", explica de Florian. Según el investigador, si el universo respetara esa simetría

*Makoto Kobayashi*

*Toshihide Maskawa*

*Yoichiro Nambu*

completamente, existiría el mismo número de partículas que de antipartículas y dado que, cuando se encuentran, ambas se destruyen, no habría materia y, por lo tanto no existiría nada de lo que hoy existe. Según las hipótesis más firmes, en algún momento inicial del Big Bang (la explosión que dio origen al universo) se produjo una asimetría, una minúscula desviación, que produjo una partícula adicional de materia por cada 10.000 millones de partículas de antimateria. Según parece, esa ruptura de simetría es la que habría permitido la supervivencia de nuestro universo. "Esa asimetría es algo que todavía no entendemos completamente por qué se produjo, pero estos trabajos dieron la posibilidad de comenzar a explicarlo" -comenta de Florian-, "tenemos la esperanza de que en el LHC (el acelerador de partículas europeo que fue puesto en funcionamiento recientemente) se pueda comprender mejor este mecanismo", se ilusiona.

*Martin Chalfie*

*Osamu Shimomura*

*Roger Tsien*

**¿Un anticipo del próximo Nobel?**

La mayoría de los físicos postula que la ruptura espontánea de simetría que habría acontecido en los inicios del universo sería la que habría permitido que las partículas adquirieran masa: "La única forma de que esos objetos tengan masa es la ruptura espontánea de esa simetría a través del mecanismo de Higgs", sostiene de Florian.

El bosón de Higgs es una partícula elemental hipotética cuya existencia es predicha por el Modelo Estándar de la física de partículas. Es la única partícula del Modelo Estándar que no ha sido observada hasta el momento y desempeñaría un rol importante en la explicación del origen de la masa de otras partículas elementales. Se espera que, mediante el LHC, sea hallada en un tiempo relativamente corto: "Todo hace pensar que la Academia premió estos trabajos previendo que, cuando se descubra el bosón, le den el premio Nobel a Higgs", especula de Florian.

**Secretos fluorescentes**

Es una proteína que viene del mar, y hoy los laboratorios del mundo recurren a ella para desentrañar dónde se ubican las proteínas dentro de la célula, cómo interactúan entre sí y reaccionan cuando reciben un medicamento, entre otras numerosas cuestiones vitales. Se trata de la proteína verde fluorescente (GFP, por sus siglas en inglés) que hace visible procesos biológicos como el crecimiento de tumores malignos o el funcionamiento del sistema nervioso.

Hace más de cuarenta años, Osamu Shimomura, doctorado en Química Orgánica en la Universidad de Nagoya, Japón, logró aislar la proteína detectada en la medusa (*Aequorea victoria*), que era característica por su luminosidad. Tiempo después, en Estados Unidos, Martin Chalfie, doctor de Neurobiología de la Universidad de Harvard, descubrió cómo utilizarla para visualizar el mundo celular; y más tarde, su colega también norteamericano, Roger Tsien, doctorado en Fisiología en la Universidad de Cambridge, realizó ajustes y diseñó distintas variantes de la GFP.

Este trío aportó distintos eslabones para develar los secretos de la fluorescencia, que echan luz en procesos vitales. "Por ejemplo, iluminan cómo progresan los tumores cancerígenos, muestran el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer en el cerebro o el crecimiento de una bacteria patológica", precisa, desde Estocolmo, el jurado de la distinción.

La lista de beneficios es extensa y ha generado un cambio en el proceso de investigación, según indica la doctora Elizabeth Jares-Erijman, profesora del Departamento de Química Orgánica de la FCEyN. "Esto ha disparado el desarrollo de sistemas de microscopía que pueden ser utilizados para observar y monitorear en el tiempo la expresión de una o más proteínas marcadas con fluorescencia. Al observar una proteína, se puede estudiar su movimiento, interacciones con otras proteínas, localización en la célula, procesos de transporte, dinámica, que en el pasado se estudiaba en material muerto (fijado), así como analizar el efecto de medicamentos, inhibidores, etc., por observación directa de la proteína en estudio en su contexto biológico natural y en sistemas vivos", afirma la investigadora.

# Premio Innovar 2008 a los nanocatalizadores

El proyecto "Nanocatalizadores" obtuvo el Premio Innovar 2008 en la categoría "Investigación Aplicada", que otorga el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Se trata de un trabajo realizado por el equipo formado por el doctor Ernesto Calvo junto con Federico Williams, ambos profesores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (FCEyN) y los becarios doctorales de CONICET, Miguel Vago y Mario Tagliazucchi. El estudio se llevó a cabo en el INQUIMAE, que funciona en la FCEyN.

"Desarrollamos un método químico simple y económico para la deposición de nanopartículas metálicas sobre sustratos de cualquier forma", señalan los flamantes ganadores de la distinción, que asciende a diez mil pesos. "La tecnología que desarrollamos puede ser utilizada en celdas de combustibles, en electrocatalizadores de la industria farmacéutica y para la generación de superficies antibacterianas, por ejemplo en la industria textil", agregan.

En el departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física de esta Facultad se encuentra el robot que lleva adelante ese proceso que "resulta sumamente importante en la industria farmacéutica, porque evita separaciones costosas y productos tóxicos", destaca Calvo, que también es investigador del CONICET.

Ernesto Calvo

# Premios al periodismo científico

Las periodistas Cecilia Draghi y Susana Gallardo, integrante y directora del Centro de Divulgación Científica de la Facultad fueron distinguidas por la Asociación de Entidades Periodísticas Argentinas (ADEPA).

Draghi ganó el primer premio en periodismo científico, en tanto que Gallardo recibió una mención en la misma categoría. En ambos casos se tuvieron en cuenta los artículos publicados en la revista Exactamente y en el diario La Nación.

Susana Gallardo y Cecilia Draghi

# y al cine de ciencia

Asimismo, el video "5 minutos de ciencia: física de multitudes", realizado por el Centro de Producción Documental (Cepro) de Exactas, fue seleccionado para competencia en el festival CINECIEN 2008 y se exhibió durante el festival, que tuvo lugar los días 16, 17 y 18 de diciembre de 2008, en la Biblioteca Nacional.

# Y más premios

Entre los científicos distinguidos en 2008 por la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se encuentran cuatro investigadores de la Facultad.

**Premios Consagración**

- Sección de Matemática, Física y Astronomía: Graciela Boente Boente.

- Sección de Ciencias Químicas, de la Tierra y Biológicas: Rosa Muchnik de Lederkremer.

**Premios Estímulo**

- Sección Ingeniería. Premio Hilario Fernández Long en Mecánica Computacional: Sebastián Uchitel.

- Sección Matemática, Física y Astronomía. Premio Alberto Sagastume Berra en Matemática: Daniel Carando.

Rosa Muchnik de Lederkremer

## El barman científico Tratado de alcohología

**FACUNDO DI GENOVA**
Buenos Aires, 2008
Siglo XXII Editores
238 páginas

Como su título indica, *El barman científico* viene en saga con aquel título fundador de la colección *Ciencia que ladra...*, *El cocinero científico*, escrito por el biólogo y divulgador Diego Golombek. Con igual criterio de difundir conocimientos científicos a través de situaciones cotidianas, este nuevo libro aborda las múltiples posibilidades de abordajes químicos, microbiológicos, médicos, históricos y sociológicos que hacen posible las bebidas alcohólicas.

Con buen ritmo y una ración de humor de estilo "golombekiano", Facundo Di Genova elaboró un material muy apto para la lectura en la playa, lleno de datos interesantes que traslucen un importante trabajo de investigación. *El barman...* arranca desde el principio de la historia humana: la cerveza babilónica, los licores nacidos del inicio de la química, Pasteur, Lavoisier y su cabeza perdida en la revolución francesa... y pone en paralelo el desarrollo de las cervezas, licores, vinos y aguardientes con el desarrollo de la propia sociedad, su ciencia y su razón. *El barman...* cuenta y explica con pasión, pero de manera ordenada, combinando terminología específica, hablado de moléculas, hongos, reacciones químicas y mezclando hasta alguna cita erudita con, por ejemplo, la receta del "pajarito", la clásica bebida alcohólica que suele elaborarse tras las rejas.

## Filosofía de las ciencias. Temas y problemas

**HÉCTOR A. PALMA**
San Martín, 2008
Universidad Nacional de San Martín
208 páginas

Para el epistemólogo Héctor Palma, el objetivo de *Filosofía de las ciencias. Temas y problemas* es brindar elementos para que los estudiantes que se inician en la universidad puedan reflexionar acerca de la ciencia contemporánea. Así, el autor revisa las principales líneas de la epistemología del siglo XX

Comienza con el positivismo lógico, corriente iniciada en torno al círculo de Viena, en la década de 1920. Caracterizada, entre otras cosas, por considerar una ciencia unificada y un único método para todas las disciplinas, esta corriente recibió numerosas críticas que propiciaron el surgimiento de una gran diversidad de líneas filosóficas.

En la década del 60 se produce un giro sociohistórico. El interés se centra en el proceso de obtención del conocimiento. Y surgen los estudios sobre la ciencia y la tecnología, que incluyen a la historia de la ciencia; la perspectiva sociológica; la retórica de la ciencia, un importante aporte al análisis del discurso científico; y el estudio de las políticas científicas así como las filosofías especiales de la ciencia, que se ocupan de los problemas de áreas disciplinares específicas.

Una exhaustiva revisión que resulta fundamental para reflexionar sobre el lugar que ocupa la ciencia en la actualidad.

## Mis diversas existencias. Apuntes para una autobiografía

**GREGORIO KLIMOVSKY**
Buenos Aires, 2008
A-Z editora, 279 páginas

*Mis diversas existencias*, autobiografía de Gregorio Kimovsky, relata las vivencias y reflexiones de alguien que ha tenido una vida muy rica en muy variados campos: la cultura, la ciencia, la filosofía y la política, entre otros. Lo personal se encuentra entramado con la historia política, científica y universitaria del país a lo largo de casi un siglo.

Los primeros capítulos transitan aspectos más personales: la infancia y la juventud, la relación con sus padres y hermanos, su matrimonio. Pero en la mayor parte del relato el autor ofrece su perspectiva sobre acontecimientos centrales de la historia argentina y del mundo, como la revolución de 1930, que derrocó a Hipólito Yrigoyen, los hechos que llevaron a Perón al poder, la revolución del 55, la dictadura de Onganía y la noche de los bastones largos, la dictadura del 76, y el retorno a la democracia, entre otros.

A través de las páginas desfilan Rolando García, Manuel Sadosky, René Favaloro, Misha Cotlar, Jorge Sábato, Gino Germani, José Babini, Gregorio Weinberg, entre otros.

En un relato ameno, el autor reflexiona sobre temas como la educación en la Argentina, los derechos humanos, la validación científica del psicoanálisis, los gobiernos de facto, entre muchos otros.

## El espejismo de Dios

**RICHARD DAWKINS**
Madrid, 2007
Espasa
450 pág.

Ciencia y religión colisionan en casi todo. Permanentemente dicen cosas opuestas sobre los mismos asuntos. Y, sin embargo, una enorme cantidad de gente hace de cuenta que no existe tal contradicción. Mira para otro lado, o trata de no pensar en ello. Una minoría, incluso, se empeña en justificarlo, argumentando que ambas se ocupan de esferas distintas, magisterios diferentes y no solapados.

Pero Richard Dawkins se rebela y denuncia la falacia con la que se pretende esconder una contradicción mucho más profunda: el pensamiento racional versus la burda irracionalidad. Comenzando por una definición operativa de Dios no esa cosa ambigua que puede ser cualquier cosa o ninguna, sino el Dios personal, que se ocupa de cada uno, que está en todas partes, el que dicta mandamientos, el que erigen las religiones-, Dawkins continúa cuestionando ese respeto absurdo que se profesa en todas partes a la pertenencia religiosa: lo deroga.

La obra sigue con un plan de demolición prolijo y ordenado. No exento de pasión, ni humor, ni brillo; y con un discurso lógico y devastador culmina un texto de gran humanismo y esperanza. Es un hito de la cultura, un hito de la razón. Un punto de inflexión. Una frontera.

## Causas y azares
## La historia del caos y de los sistemas complejos

**GABRIEL MINDLIN**
Buenos Aires, 2008
Siglo XXI, 124 páginas

Los libros que hablan del caos suelen hacerle honor a su objeto de estudio: son rebuscados, confusos, caóticos. Al fin llegó la excepción a la regla: *Causas y azares* es claro, lineal, fácil de entender y, sobre todo, ameno.

No es fácil ponerle orden al caos, pero Mindlin le encontró la vuelta: un enfoque histórico, en el que cada respuesta va precedida de una pregunta, en el que cada concepto nuevo tiene un pasado que lo vio nacer y crecer desde que fue una idea diminuta, una observación simple, una curiosidad sencilla.

El autor de esta inestimable pieza es uno de los físicos más reconocidos de la Argentina, que con sencillez y despojo se coloca como testigo y como protagonista de la aventura de comprender el caos.

Qué cuestiones universales atrajeron a Mindlin cuando aún no había finalizado la carrera; qué vueltas insospechadas dio el caos hasta que los físicos lograron sujetarle sus infinitos brazos y atajarle los embates; y qué tuvo que ver al fin, con su elección del campo de estudio: la complejidad del canto de los pájaros y el funcionamiento organizado de las neuronas.

## El error de Descartes

**ANTONIO DAMASIO**
Barcelona, 2008
Drakontos Crítica
344 páginas

El filósofo francés René Descartes, pienso luego existo, separó al individuo en cuerpo y alma. Este concepto, de enorme potencialidad intuitiva, fue adoptado por los más influyentes pensadores de los tres siglos siguientes. Ya no cabe duda de que se trató de un error garrafal; aunque todavía, gran parte del pensamiento retrógrado de la humanidad sigue aferrado a ese metafísico disparate.

Antonio Damasio, formado en psiquiatría y especializado en neurofisiología, marcó un punto de inflexión en el ideario popular de la psicología al difundir la visión materialista, científica y médica del "alma". Analizando casos clínicos reales, tratados todos con una prosa entretenida, atrapante, y con un enfoque de gran humanidad y profunda empatía, el autor despliega todo el misterio de la psique: pensamiento, conciencia, personalidad, humor, comportamiento, emoción, sentimiento, memoria, conocimiento… demostrando simplemente cómo todo emerge de los sesos y de ninguna otra parte, afincando definitivamente el alma como una propiedad emergente del cerebro.

Desde 1994 -año de la primera edición- hasta hoy, se han vendido cientos de miles de ejemplares de este libro extraordinario que no deja de agotarse en las librerías. Esta nueva entrega de Drakontos Bolsillo es una fiesta para los lectores que todavía no pudieron disfrutarlo.

# El problema de la galería de arte

Por Pablo Coll pecoll@gmail.com

Una galería de arte recibe una muestra muy importante. La galerista decide contratar una agencia de seguridad para vigilar la galería. La agencia le asegura que con menos de 5 cámaras va a ser imposible vigilar todos los puntos de la sala al mismo tiempo. Las cámaras que propone la agencia pueden girar sobre un eje para tener una visión de 360 grados, pero no son tan modernas como para poder atravesar las paredes, no funcionan con rayos X ni infrarrojo, lo hacen con luz común y corriente. La agencia propone la siguiente ubicación de las cámaras en el plano de la galería, donde cada circulito es una cámara.

Pero la galerista, que estudió matemática en la escuela, se da cuenta de que es posible tener vigilada toda la galería con menos cámaras. ¿Con cuántas cámaras se puede hacer y dónde habría que ubicarlas?

Este problema podría traducirse en los siguientes términos: ¿cuál es la cantidad mínima de lamparitas necesaria para iluminar toda la galería y dónde deberían ubicarse?

Así como hay problemas matemáticos que han permanecido durante siglos antes de que alguien fuera capaz de dar la solución y muchos permanecen aun a la espera de una, este problema, planteado en 1973 por Víctor Klee y que se conoce con el nombre que da título a esta nota, fue resuelto a los pocos días de planteado por el matemático de origen checo Vasek Chvátal.

Chvátal llegó a la conclusión de que siempre es posible observar una sala de N esquinas con N/3 cámaras y muchas veces con menos. Un problema interesante es buscar casos (planos de galerías) que necesiten efectivamente N/3 cámaras y no puedan vigilarse con menos. Encontrar estos planos de galerías implicaba mostrar que la cota se cumplía en algunos casos en forma ajustada. Chvátal lo resolvió con unos planos de galería con forma de peine. ¿Podrán reproducirlos?

***

El siguiente problema tiene cierto parecido al anterior. Ambos comparten el hecho de ser problemas de visibilidad, un área de la geometría. Fue propuesto por Dynkin, Rozental, y Tolpygo, un trío de matemáticos rusos en una antigua antología de problemas matemáticos que apenas llegó a ser traducido al inglés

Hallar el plano de una galería de arte en

el cual se pueda ubicar una lamparita en algún lugar, de manera que ninguna de las paredes de la galería quede completamente iluminada desde esa ubicación en que se encuentra la lámpara. Las paredes de esta galería no tienen necesariamente que formar ángulos rectos entre si. ¿Cuál es el mínimo número de paredes que puede tener la galería para que pueda existir un punto donde poner la lamparita con la propiedad que mencionamos?

***Soluciones***

*1) Es posible lograr tener toda la galería vigilada con tres cámaras, como se muestra en la figura.*

*He aquí el peine de Chvátal, tiene 12 vértices y requiere 4 guardias.*

*2) La galería podría tener seis paredes como la de la figura y una lamparita en el centro de esta extraña sala no iluminaría completamente ninguna de las seis paredes.*

nuevos títulos

# colección **ciencia joven**

eudeba

**El Sol.** Marta Rovira

**Drogas hoy. Problemas y prevenciones.** Wilbur Ricardo Grimson

**El origen de los primeros Estados. La "revolución urbana" en América precolombina.** Marcelo Campagno

**Investigación en cáncer y citogenética.** Christiane Dosne Pasqualini
Susana Acevedo

**El VIH/Sida desde una perspectiva integral.**
Pedro Cahn y colaboradores
Fundación Huésped

**El Mundo Mediterráneo en la Antigüedad Tardía 300-800 d.C.**
Pablo Ubierna

**Introducción a la filosofía.**
Francisco Bertelloni - Antonio Tursi

**Los juegos de Minerva. La historia de las ciencias de la naturaleza en trece escenas con comentarios.** Miguel de Asúa

otros títulos de la **colección**

Una expedición al mundo subatómico | Números combinatorios y probabilidades | Las plantas entre el suelo y el cielo | Introducción a la geología | Biomateriales | Reproducción humana | La física y la edad de la información | Biodiversidad y ecosistemas | 100 años de relatividad | Entre el calamar y el camello | Por los senderos de la noche | La física de los instrumentos musicales | La intimidad de las moléculas de la vida | El lenguaje de las neuronas | Biología marina | El universo de las radiaciones | Construyendo con átomos y moléculas | Evolución y selección natural | El aire y el agua en nuestro planeta | Respuesta inmune | Contaminación y medio ambiente.

**EDITORIAL UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES S.E.M.**
Librería Central: Av. Rivadavia 1571/3 (C1033AAF) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Tel.: 54 11 4383-8025
ventas@eudeba.com.ar. www.eudeba.com.ar. Sede Ciudad Universitaria: Pabellón III Subsuelo. Tel.: 4780-0281

# incubacen

**Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires**

Con el compromiso de promover la transferencia de conocimiento al sector productivo, apoyando a nuestro país a enfrentar los nuevos desafíos tecnológicos, la Secretaria de Investigación Científica y Tecnológica promueve el emprendedorismo de base tecnológica a través de **incubacén**.

Si sos graduado, estudiante o docente de Exactas y tenés una idea de servicio o producto innovador podés participar de nuestras convocatorias. Próxima convocatoria de ideas: **marzo 2009**.

- BIOTECNOLOGÍA
- NANOTECNOLOGÍA
- TICs
- PLANES DE NEGOCIOS
- PROPIEDAD INDUSTRIAL
- MATERIALES
- MATEMÁTICA
- METEOROLOGÍA
- MARCAS
- COMERCIALIZACIÓN
- FINANCIAMIENTO
- QUÍMICA
- GEOLOGÍA
- BIOLOGÍA

**www.incubacen.fcen.uba.ar**
Ciudad Universitaria, Pabellón II. Tel: 4576.3381