

Año 21 | Nº 56 | Octubre 2014

ISSN papel: 1514-920X

ISSN en línea: 1853-2942

EXACTAMENTE

EX
m

La revista de
divulgación
científica

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

/Ecología

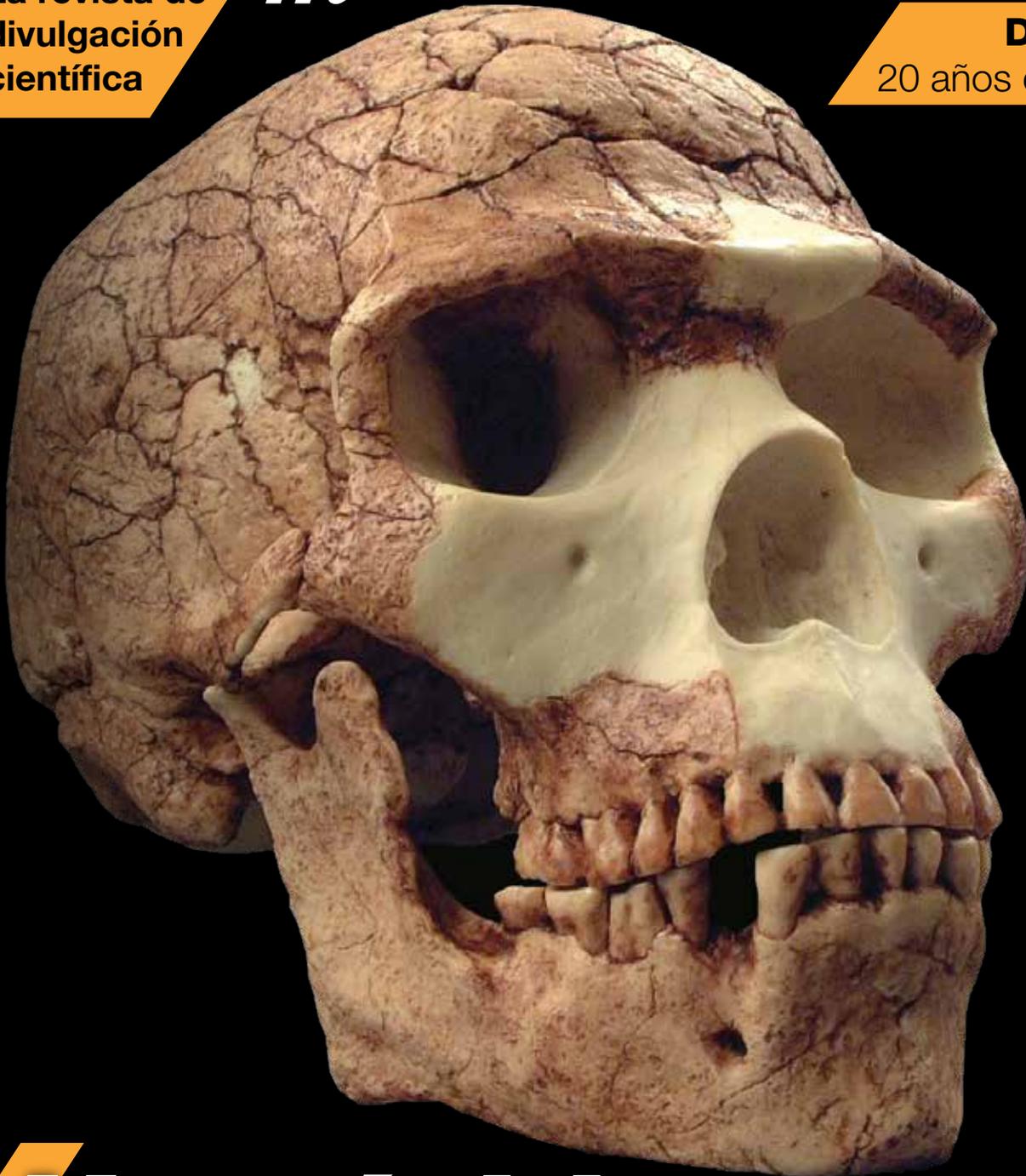
Restauración de
ecosistemas

/Física

La Ley de Entropía
y el origen de la vida

Dossier

20 años de *EXm*



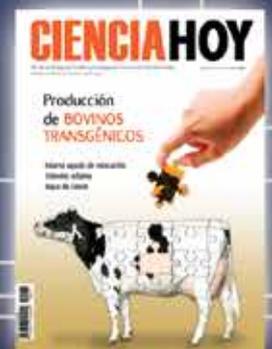
Homínidos

¿De dónde venimos?

Suscríbase al conocimiento

CIENCIAHOY

Revista de divulgación científica y tecnológica



STAFF

Consejo editorial

Presidente: Juan Carlos Reboreda

Vocales: Sara Aldabe Bilmes, Omar Coso, Guillermo Durán, Pablo Jacovkis, Javier López de Casenave, Marta Maier, Silvina Ponce Dawson, Victor Ramos, Matilde Rusticucci, José Sellés-Martínez

Equipo editorial

Director: Ricardo Cabrera

Editor general: Armando Doria

Coordinador Editorial y editor de imágenes:
Juan Pablo Vittori

Jefa de redacción:
Susana Gallardo

Redactores:
Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik

Editores de secciones fijas:
- Artes: José Sellés-Martínez
- Política científica: Guillermo Durán
- Epistemología: Javier López de Casenave

Colaboradores permanentes:
Nora Bär, Guillermo Mattei, Adrián Paenza, Daniel Paz

Corrección:
Agustina Victoria Blanco

Diseño:
Pablo G. González, Federico de Giacomi

Fotografía: Diana Martínez Llaser

Impresión:
Centro de copiado "La Copia" S.R.L.

Foto de tapa:
NCSSM/Flickr.



EDITORIAL

20 años

En diciembre de 1994 apareció por primera vez la revista EXACTAMENTE. Desde aquel primer número nos planteamos llegar a un público fuera de la universidad con un mensaje optimista: la ciencia es un valor importante de la cultura y la sociedad debe poder apropiárselo.

No fue sencillo mantener la constancia año tras año para no faltar a la cita con nuestros lectores y estar presente en las aulas, el lugar donde más nos esperan. No fue sencillo pero lo logramos. Los tiempos no solo han corrido, han cambiado. Las carreras científicas dejaron de ser una salida vocacional para los más curiosos, se han transformado en una necesidad estratégica para un proyecto de país industrial y tecnológico, cuya necesidad de profesionales y técnicos es saludablemente creciente. Desde hace una década nos sentimos doblemente demandados: por la ciencia y por el país.

Y no solo deseamos permanecer, también necesitamos crecer, mejorar. Al cumplir veinte años de existencia lo festejamos con un nuevo diseño gráfico, una nueva propuesta editorial, nuevas secciones fijas, mayor tirada. Y también nos damos el honor de incorporar dos colaboradores de enorme trayectoria: el matemático y divulgador

Adrián Paenza y la periodista especializada en ciencia Nora Bär, con sendas páginas fijas que, consideramos, serán un deleite para nuestros lectores.

Quienes hacemos de la divulgación científica una profesión no podemos dejar de recordar a Leonardo Moledo matemático egresado de Exactas UBA, que brilló con intensidad en la constelación de los comunicadores de la ciencia. Escribió más de una decena de libros de divulgación y dirigió Futuro, el suplemento de ciencia de Página/12. Fue activo, comprometido, cascarrabias y –como todo matemático– siempre conservó su pizca nerd. Pero, sobre todo, nos hizo querer nuestra profesión, nos enseñó que, por interesante que fuese el asunto del que escribamos, la pluma era importante, no solo debía ser clara y lineal, también divertida, atrapante, entretenida, también florida y hasta transgresora. Su reciente muerte no solo nos apena, nos obliga a aumentar nuestro compromiso.

Por todo eso acá estamos, 20 años después, creciendo.

Ricardo Cabrera
Director de EXACTAMENTE

S

SUMARIO

EX

m

EXACTamente

Es una publicación cuatrimestral de la Subsecretaría de Comunicación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

ISSN papel: 1514-920X
ISSN en línea: 1853-2942
Registro de propiedad intelectual: 28199
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Subsecretaría de Comunicación Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428 EHA Ciudad Autónoma de Bs. As. Teléfono: 4576-3387
Página web de Exactas-UBA: <http://exactas.uba.ar>

Vías de contacto

Podés enviarnos tus comentarios, suscribir a tu institución, bajar la revista en formatos electrónicos o ver cómo conseguir la versión en papel en el sitio web: revistaexactamente.exactas.uba.ar o por e-mail a: exactamente@de.fcen.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.



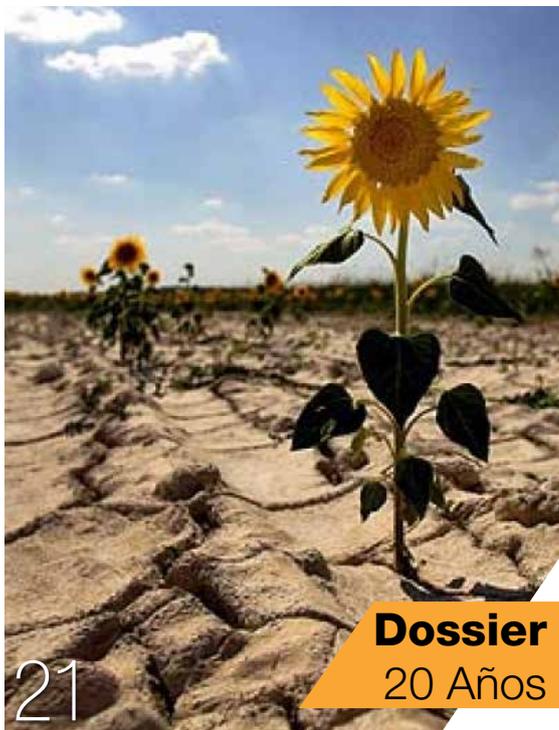
Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 3.0 Unported.



6



10



21

Dossier
20 Años



33



38

3 Editorial

6 Restauración de ecosistemas
De vuelta al pago

10 Evolución
El proceso de hominización

14 Física
Entropía y vida

18 Opinión
Vacunas

21 DOSSIER
20 años de EXACTamente

- Internet
- Terapia génica
- Cambio climático

32 Homenaje
Leonardo Moledo

33 Bitácora
Río de ciencia

38 Industria espacial
ARSAT-1

43 Bär de ciencia

44 Política científica

46 Biblioteca

47 Bits

48 Preguntas

49 Paenzamientos

50 Artes

Encontrá los contenidos de la revista y bajala en el formato que prefieras



EXACTAmente
en todos lados



revistaexactamente.exactas.uba.ar

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

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

Alimentos

Ciencias Biológicas

Ciencias de la Atmósfera

Ciencias de la Computación

Ciencias Físicas

Ciencias Geológicas

Ciencias Matemáticas

Ciencias Químicas

Oceanografía

Paleontología

exactas.uba.ar | Ciudad Universitaria | Pabellón II Ciudad Autónoma de Buenos Aires

UBA
EXACTAS

De vuelta al pago

El oso hormiguero, que había desaparecido hace unos cincuenta años de los Esteros del Iberá, está de vuelta gracias a un proyecto de reintroducción de especies que incluye también al venado de las pampas y al yaguareté. Luego de diez años de esfuerzos, el resultado ha sido positivo. Sin embargo, restaurar un ecosistema es una tarea compleja, y los especialistas no siempre concuerdan acerca de la mejor estrategia a emplear.

Susana Gallardo | sgallardo@de.fcen.uba.ar

A lo largo del siglo XX, la región de los Esteros del Iberá, en la provincia de Corrientes, sufrió los efectos de la cacería, que eliminó seis especies de mamíferos, entre ellos el oso hormiguero, el yaguareté y en menor medida el venado de las pampas. Hoy, sin embargo, ya corretean por los pastizales una treintena de osos hormigueros, o *yurumies*, por su nombre en guaraní. Es el resultado de diez años de trabajo continuo de un proyecto de reposición de especies.

“Recomponer un ecosistema degradado es como restaurar una catedral gótica destruida por un bombardeo y de la que quedan solo los cimientos. Pero es reconstruir algo que se desarrolló tras millones de años de evolución”, señala el biólogo Ignacio Jiménez

Pérez, coordinador de Recuperación de Fauna Amenazada de la fundación The Conservation Land Trust Argentina (CLT).

También el venado de las pampas está de retorno en el Iberá, reserva natural provincial desde 1983. El próximo será el felino yaguareté, una especie en estado crítico en la Argentina. Sin embargo, restaurar ecosistemas es una tarea nada sencilla que involucra diversos factores, más allá de la biología.

Qué y cómo conservar

Son muy variados los aspectos que se tienen en cuenta a la hora de decidir cuál es la estrategia para conservar un ecosistema o una especie. En general, se tiende a mantener las poblaciones dentro de su ambiente (conservación *in situ*). “En circunstancias extremas, en el caso en que no haya condiciones en su ambiente para que una especie pueda vivir, se suele recurrir a la conservación *ex situ*, que significa mantener las

especies fuera de su ambiente, y que puede tomar distintas formas, como bancos de germoplasma, jardines botánicos o zoológicos, o eventuales centros para la cría en cautiverio y posterior reintroducción de especies”, explica el doctor David Bilenca, profesor en el Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de Exactas-UBA e investigador del CONICET. Las formas de conservación *ex situ* pueden aplicarse a planes de mejoramiento vegetal o animal.

Se pueden conservar desde paisajes hasta procesos en un ecosistema. “Lo primero es definir los indicadores que muestran si un ecosistema está conservado o no”, señala Bilenca. Para algunos, lo importante es conservar ciertos procesos, como los de degradación o de producción de biomasa, con independencia de las especies que participen en ellos. Por ejemplo, puede suceder que una especie exótica, introducida en un ecosistema, cumpla el rol ecológico de un herbívoro emblemático



Juan Ramón Díaz Colodrero

Según los especialistas, si se logra crear una población de yaguaretés (declarado monumento natural por ley y oficialmente catalogado como especie en peligro de extinción) en Iberá, se podría incrementar en un 50% la población nacional de esta especie.

ya desaparecido. En cambio, hay quienes consideran que no solo se debe conservar la estructura y el funcionamiento de un ecosistema, sino también las especies que lo conforman, o que lo conformaron en el pasado.

“La respuesta siempre será el resultado de un consenso entre diversos actores sociales”, afirma Bilenca, y subraya: “La conservación también es un producto cultural”. A la hora de decidir conservar una especie en particular, entran en juego consideraciones éticas, culturales y económicas, además de las estrictamente biológicas. Por ejemplo, algunos animales son emblemáticos, como el yaguareté, que es un predador tope, con un papel relevante en la red trófica; pero, además, posee otros atributos que motivan su conservación. En efecto, suele ser considerado como símbolo de poder, inteligencia o majestuosidad.

Actualmente, cuando se crea un parque nacional, las autoridades se ponen

en contacto con las comunidades locales, para determinar si pueden comprometerse con el proyecto. “Es difícil que un área protegida logre sostenerse si no tiene una buena recepción en la comunidad local”, destaca Bilenca.

La pampa tenía al venado

Hasta mediados del siglo XIX, millones de venados habitaban las llanuras argentinas. Eran cazados con boleadoras por los indígenas, que se alimentaban de su carne. Al respecto, en las crónicas de Ulrico Schmidl, que integró la expedición de Pedro de Mendoza, se relata que los indígenas ofrecieron como presente a los españoles carne de venado y de ñandú. También se los cazaba por el cuero, de hecho, entre 1850 y 1870 se exportaron a Europa más de dos millones de cueros de venado.

Hoy, la población de venados se encuentra fragmentada y se concentra en cuatro puntos de la Argentina: en el sur de la Bahía de Samborombón (Parque

Nacional Campos del Tuyú); en el sur de la provincia de San Luis; en un área que comprende el norte de la provincia de Santa Fe y el sur de la del Chaco; y en Corrientes, en terrenos que lindan con la Reserva Iberá.

Lo cierto es que el ambiente natural de este ciervo nativo, la llanura pampeana, sufrió grandes modificaciones: los pastizales fueron reemplazados por un monocultivo, los alambrados impidieron la circulación natural de la fauna, y se introdujeron especies exóticas, como el ganado vacuno y otros animales de campo, que trajeron enfermedades frente a las cuales la fauna local no estaba preparada. “Con el ambiente fragmentado, los venados quedaron en los lugares de menor productividad”, detalla Mario Beade, guardaparques del Parque Nacional Campos del Tuyú, creado en mayo de 2009 con el fin de proteger las últimas poblaciones del venado de las pampas en el sur de la Bahía de Samborombón.



Juan Ramón Díaz Colodrero

Ejemplares de venado reintroducidos por la fundación CLT en San Alonso. Hasta mediados del siglo XIX, millones de venados habitaban las llanuras argentinas. Hoy, la población de venados está fragmentada y quedó relegada a zonas de menor productividad.

La protección de la especie en la provincia de Buenos Aires se inició en 1979 cuando la Fundación Vida Silvestre creó una reserva de 3000 hectáreas. “La conservación es un proceso que tiene que involucrar a la sociedad”, afirma Beade, y relata: “En aquel entonces, salimos a hablar con la gente del lugar, con los propietarios de campos para que asumieran el compromiso de frenar la cacería”.

Los pobladores locales cazaban las hembras por su carne. Los turistas apuntaban a los machos para obtener trofeos de caza, a pesar de ser un ciervo pequeño, de unos 60 centímetros de altura, y de tener una cornamenta simple.

Hoy numerosas lanchas privadas navegan en la bahía, y la caza furtiva sigue presente. “Tenemos una población de venados similar a la de cuando empezamos”, se lamenta Beade. Frente a este problema, se proyecta crear una estación de cría, en un predio cedido por la municipalidad de General Lavalle. “La idea es reproducir algunos animales y luego liberarlos en la Bahía de Samborombón y también poblar otros lugares”, explica.

El retorno del yurumí

Si bien había desaparecido del Iberá, hay poblaciones de oso hormiguero en la región chaqueña y en los bosques

húmedos de la provincia de Misiones. Para reponerlos en los esteros, los especialistas de CLT rescataron ejemplares de diversas provincias; muchos de ellos eran crías pequeñas que quedaron huérfanas luego de que algún cazador diera muerte a sus madres en el monte. Cabe destacar que el proyecto requirió del apoyo de la Dirección de Recursos Naturales de Corrientes, la Dirección Nacional de Fauna Silvestre, y de la realización de convenios con diversas provincias para el traslado de los animales.

Una vez rescatados, los osos hormigueros pasan por una etapa de chequeos sanitarios o de cuidados intensivos, según el caso. Cuando ya pueden desenvolverse en un ambiente silvestre, son liberados en la reserva Rincón del Socorro, cerca de la Colonia Carlos Pellegrini, punto turístico principal del Iberá. Allí iniciarán su nueva vida en los pastizales y humedales, pero serán seguidos muy de cerca por los biólogos, gracias a un emisor de radio colocado mediante un arnés.

Para confirmar si la reintroducción tuvo éxito, hay diferentes criterios. “Para algunos, deben pasar tres años seguidos en que la cantidad de animales que nace sea mayor que la que muere”, explica Ignacio Jiménez Pérez, y prosigue: “Otro criterio sería que haya una tercera generación nacida en vida silvestre”. Otra manera de confirmarlo es

proyectar los datos de supervivencia y natalidad en un modelo informático para ver si la población va a mantenerse en el tiempo.

En el caso del oso hormiguero, “durante dos años la producción fue superior a la pérdida, y, si proyectamos en el tiempo los estimados de reproducción y supervivencia, claramente la población es viable”, asegura Jiménez.

Futuro parque

En la reserva provincial del Iberá, de una superficie total de un 1.300.000 hectáreas, 150 mil son propiedad de CLT; 600 mil son terrenos privados de producción ganadera, y 550 mil son tierras fiscales de la provincia de Corrientes. “CLT quiere entregar esas 150 mil hectáreas al Estado argentino, y también queremos animar al gobierno de Corrientes para que done sus 550 mil hectáreas, así se conformaría un parque nacional de 700 mil hectáreas donde se conservaría toda la fauna original, incluyendo a las especies que estamos reintroduciendo”, adelanta Jiménez.

En el parque no habría producción tradicional, sino “producción de naturaleza”, es decir, de vida silvestre que genera una economía local basada en el turismo. “Esto de traer animales de vuelta solo tiene sentido en un área tan amplia como la de Iberá”, asegura el biólogo.

Áreas protegidas

La creación de parques nacionales, en sus inicios, tuvo motivos estéticos, se elegían lugares emblemáticos por su belleza, como el Nahuel Huapi y el Iguazú, los primeros parques creados en la Argentina. Posteriormente, más allá del interés de preservar áreas por su belleza, se procuró tener una representación de los diversos tipos de ambientes. Y se distinguió entre parques nacionales, monumentos naturales (áreas o especies que merecen protección por su valor estético, histórico o científico) y reservas nacionales (áreas que deben conservarse sin la protección especial concedida a los parques nacionales).



Juan Ramón Díaz Colodrero

Rescate de una cría huérfana de oso hormiguero en Santiago del Estero. Luego de su reintroducción en el Iberá y según las últimas estimaciones de reproducción y supervivencia, los especialistas indican que, claramente, la población de osos hormigueros es viable.

A comienzos del 2000, cuando empezó la idea de reintroducir el oso hormiguero, había recelo e incredulidad entre los especialistas. “Incluso, como si fuera un tema religioso, había quienes afirmaban no creer en las reintroducciones”.

Una razón es que en los años setenta se realizaron algunos intentos que fracasaron. “En círculos académicos quedó la impresión de que esos proyectos fallan”, comenta Jiménez, y agrega: “En la última década del siglo XX, al mejorar las técnicas, hubo numerosos proyectos exitosos, en diversos continentes. Sin embargo, muchos biólogos siguen manteniendo una visión negativa”.

Para que estos proyectos tengan éxito, se necesita que haya un hábitat de calidad. “El Iberá, que fue muy dañado en la segunda mitad del siglo pasado, ofrece un espacio de restauración ecológica casi único en la región. Además, se necesita una institución que se comprometa a largo plazo”, destaca Jiménez.

Para que la reposición de especies funcione, se tienen que haber revertido las causas de la extinción. “En el caso de los mamíferos del Iberá, la causa era simple: los mataban a tiros o destruían los pastizales altos y los montes”, remarca.

El yurumí no estará solo

El venado de las pampas, como herbívoro nativo, y el yaguareté, como predador tope, son otras de las piezas

faltantes en el Iberá. Y los biólogos de CLT están trabajando para su retorno. Una población de venados ya pastorea en San Alonso, una lomada de diez mil hectáreas dentro del corazón de la reserva. “En este momento hay entre 40 y 46 venados, con una tasa de crecimiento del 20 al 25% anual”, señala Jiménez. Y prosigue: “Empezamos con unos quince animales y en tres años vamos a tener alrededor de cien”.

Ahora le toca el turno al yaguareté, declarado monumento natural por ley y oficialmente catalogado como especie en peligro de extinción en la Argentina, con una población total estimada de 200 animales, repartidos en Salta (las Yungas), Misiones y Chaco. Si se logra crear una población en Iberá, se podría incrementar en un 50% la población nacional de esta especie, según sostiene el especialista.

El Iberá le brinda unas 600 mil hectáreas continuas, sin conflicto con humanos ni con ganado, y con presas suficientes como para alimentar a una centena de ejemplares. “Está el hábitat y se dispone de las técnicas, por el trabajo con otras especies”, destaca. Al respecto, se está construyendo un centro de cría, donde se llevarán ejemplares de zoológicos para que se reproduzcan, y luego sus crías serán liberadas en la reserva.

La reintroducción de especies tiene larga tradición en diversos países, como por ejemplo en Sudáfrica, donde se

realiza desde hace varias décadas, con proyectos donde se ha llegado a restaurar un parque nacional completo con la liberación de hasta seis mil ejemplares de diferentes mamíferos, como rinocerontes, elefantes, jirafas, leopardos y leones, entre otros.

En el caso del Iberá, “el retorno de los grandes mamíferos serviría para incrementar el potencial turístico de la región, mientras que a nivel tecnológico y profesional la reintroducción serviría para aprender a restaurar poblaciones de cara a un futuro en el que las barreras y la fragmentación pueden terminar empobreciendo las reservas naturales ya existentes”, señala la bióloga Sofía Heinonen, de CLT, en el libro *Oso hormiguero: regreso al monte correntino* (Disponible en: http://www.proyectoiberara.org/especiesamenazadas_osohormiguero_doc.htm).

Según la especialista, el hábitat es más sustentable en la medida en que esté completo. La reposición de piezas faltantes en un ecosistema no solo tiene interés para la ecología, sino también para las economías regionales. Lo que se espera es que el Iberá pueda competir, como destino turístico, con Pantanal, un extenso humedal que abarca parte de Brasil, Bolivia y Paraguay. Allí, por ejemplo, el yaguareté se convirtió en atractivo turístico. Y es protegido por la población que lo ve como un beneficio, pues genera empleo y divisas.

¿De dónde venimos?

La investigación sobre el origen de los seres humanos es uno de los campos científicos donde se encuentran más controversias. Año tras año, el hallazgo de nuevos fósiles en diferentes partes del mundo perturba el árbol genealógico de la humanidad. En esta nota, se relata la historia que cuenta con mayor consenso por estos días.

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

Hace unos 6 a 7 millones de años, en un área selvática del África, un individuo muy similar a un chimpancé conseguía erguirse sobre sus pies. La posición erecta no le daba ninguna ventaja significativa en la selva, por lo cual pasaba la mayor parte de su tiempo en los árboles alimentándose de frutos.

Pero en algunas zonas, el clima estaba cambiando. Particularmente, en el este de África. Allí, desde hacía algunos millones de años, la humedad disminuía paulatinamente y las condiciones eran cada vez más áridas. El bosque tropical había comenzado a clarear y, en su lugar, aumentaban los espacios abiertos con pastos altos y escasos árboles.

En ese nuevo ambiente, la disponibilidad de frutos disminuía. Entonces, las raíces, las semillas, los huevos o los

restos de carne abandonados por los carnívoros empezaban a ser apetitosos para esos monos. Pero, para encontrar ese alimento había que andar mayores distancias.

La posibilidad de pararse en dos pies fue entonces clave para la supervivencia de aquellos monos. Porque el bipedismo permite recorrer grandes trayectos con menor gasto de energía que en la posición cuadrúmana. Además, en medio de los pastos altos, la posición erecta posibilita un mayor radio visual para detectar el alimento y escudriñar la presencia de algún enemigo.

Árbol genealógico

El reloj molecular, una técnica que permite datar el momento de divergencia entre dos especies, indica que el antecesor común entre el ser humano y el chimpancé –la especie actual más próxima a nosotros– debió habitar nuestro planeta hace unos 6 millones de años (6 Ma).

Los registros fósiles sugieren que el *Sahelanthropus tchadensis*, un individuo que vivió por aquellos tiempos en el centro de África, pudo ser uno de los iniciadores del linaje que se diferencia del chimpancé y al que pertenecemos los humanos.

Si bien la nomenclatura está cambiando, todavía se utiliza mayormente el término *homínido* para referirse a los fósiles que poseen ciertos rasgos característicos del *Homo sapiens*, nuestra especie. Por ejemplo, la postura erecta o, también, un tamaño menor de los dientes caninos superiores en los machos –más parecidos a nuestros incisivos– que indica una menor agresividad en la competencia por las hembras y el territorio.

Se cree que el *Sahelanthropus* podía andar en dos pies y se sabe que sus caninos eran más parecidos a incisivos que a colmillos, lo cual lo convierte en el homínido más antiguo conocido hasta el momento.



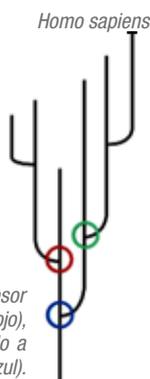
Diana Martínez Liaber

Recreación de un *Australopithecus afarensis* en Laetoli (Tanzania, hace 3.700.000 años) Muestra Tecnópolis 2014.

A la fecha, se desenterraron cientos de fósiles de homínidos. Esto permitió proponer hipótesis acerca de cómo fue su evolución.

“No hay que imaginar la evolución de los homínidos como una sucesión lineal de especies sino como un árbol de muchas ramas que se fueron bifurcando. Algunas de esas ramas se extinguieron por completo hace millones de años y otras continuaron evolucionando hasta hace relativamente poco tiempo”, señala el doctor Rolando González-José, investigador del CONICET y director del Centro Nacional Patagónico (CENPAT).

Así, el *Sahelanthropus* estaría situado en una de las ramas iniciales del árbol del que formamos parte los humanos. Pero eso no significa que haya sido un ancestro directo nuestro: “Puede ser un linaje extinguido que se ramificó antes de que alguna de las sucesivas ramificaciones posteriores dieran origen al *Homo sapiens*”, especula este especialista en evolución humana (ver esquema).



Sahelanthropus podría ser antecesor nuestro (círculo verde) o no (círculo rojo), pero en tal caso fue muy parecido a nuestro antecesor común (círculo azul).

Se sabe que ese árbol tiene largas ramas paralelas, lo que significa que especies distintas de homínidos convivieron durante mucho tiempo.

Menos tripas y más cerebro

Ardipithecus ramidus vivió en una zona boscosa del este de África hace unos 4,4 Ma. Probablemente pasaba mucho tiempo en los árboles, por los que se movilizaba en cuatro patas. Pero ciertas características de su esqueleto indican que caminaba erguido sobre sus piernas cuando iba por el suelo. Su altura aproximada era de 1,20 metros y su pequeño cerebro –de unos 350 cm³ de volumen– era muy similar al de un chimpancé actual. Su dieta era esencialmente vegetariana. “La dieta es muy importante en el proceso evolutivo de los homínidos porque es crucial para el desarrollo del cerebro, que es otro de sus rasgos característicos”, consigna la doctora Cristina Dejean, del Instituto de Ciencias Antropológicas (ICA) de la UBA.

Es que el cerebro consume muchas calorías y el tejido cerebral requiere de cierto tipo de lípidos para poder desarrollarse, y la dieta vegetariana es baja en calorías y pobre en grasas. Asimismo, en los herbívoros, el intestino –otro

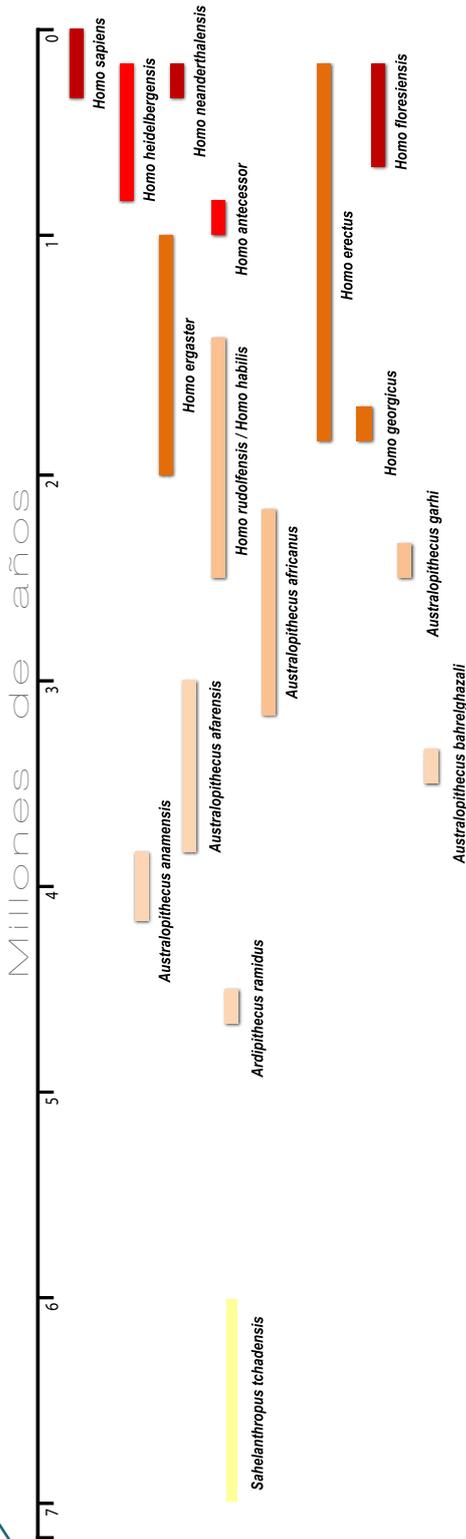
órgano costoso de mantener en términos energéticos– suele ser muy largo, pues la digestión de los vegetales es muy dificultosa.

Varios cientos de miles de años después, el entorno en el cual había vivido el *Ardipithecus* ya había empezado a cambiar. Los bosques frondosos raleaban y el alimento escaseaba. La vida debió ser muy difícil entonces para el *Australopithecus afarensis*, que surgió hace casi 4 Ma. Sin embargo, sobrevivió durante casi 1 Ma.

Si bien su alimentación era principalmente vegetariana, debió verse obligado a bajar de los árboles y caminar para buscar alimento en la sabana. Allí, pudo haberse alimentado de oleaginosas ricas en ácidos grasos y también de huevos y de reptiles pequeños, como las lagartijas. Se estima que su cerebro tenía entre 400 y 500 cm³.

“Hoy se sabe que existieron cinco especies distintas de *Australopithecus* que vivieron desde hace 4,2 Ma hasta hace 2 Ma. Algunas de ellas pudieron ser contemporáneas entre sí”, informa el doctor Francisco Carnese, director de la Sección de Antropología Biológica del ICA. “Incluso, los últimos *Australopithecus* pudieron haber convivido con los primeros individuos del género *Homo*”, añade.

Posible esquema evolutivo de los homínidos



Hace poco más de 2 Ma, un individuo que habitaba la sabana africana utilizó sus manos –que habían quedado libres gracias a la posición erecta– para tomar una piedra y golpearla contra una roca. Mediante ese procedimiento, obtenía un objeto afilado que le permitía cortar la piel y la carne de animales muertos o fracturar sus huesos para extraer el tuétano, algo que le era imposible realizar con sus dientes.

“Al principio éramos carroñeros”, comenta Dejean. “Esas herramientas primitivas nos permitían consumir más grasas y proteínas, lo cual resulta en la ingesta de más calorías”, completa.

Este nuevo mutante tenía un volumen cerebral de entre 500 y 750 cm³. Además, podía sobrevivir con un intestino más corto, que gasta menos energía en la digestión. A diferencia de sus primos, los *Australopithecus*, que tienen que comer seguido pues su dieta es baja en calorías, este nuevo homínido almacenaba grasas como tejido adiposo y, por lo tanto, disponía de más tiempo libre. Las manos liberadas también le facilitaban el transporte del alimento.

El *Homo* se hacía presente en la Tierra y comenzaba la Edad de Piedra.

Mil intentos y un invento

“Las primeras especies de *Homo* aparecen en un corto espacio de tiempo y algunas de ellas son contemporáneas y pudieron haber habitado una misma región”, afirma Carnese. De hecho, *Homo rudolfensis*, *Homo habilis*, *Homo georgicus* y *Homo ergaster* habrían surgido entre 1,8 y 2,4 Ma atrás.

Algunos científicos dudan de que el *rudolfensis* sea una especie distinta del *habilis*. Según Carnese, “en ambos casos se trata de individuos cuyo cuerpo no era muy diferente del de los *Australopithecus*, pero tenían un cerebro mayor, y se les atribuye la elaboración de las primeras herramientas líticas”.

Pero es el *Homo ergaster* quien hace 1,4 Ma empezó verdaderamente a trabajar la piedra. Ya no se trataba simplemente de golpearla para lograr un filo. Ahora, hay un tallado de ambas caras con el propósito de producir utensilios, como puntas, hachas de mano o cuchillas. “*Ergaster* presenta un cerebro mayor a los 800 cm³, y un tamaño y estructura corporal muy similares a los humanos actuales”, observa Carnese. “Un cerebro mayor se relaciona con mayores capacidades cognitivas y una mayor complejidad social”, añade.

El “salto tecnológico” dado por el *ergaster* le permitió el acceso a más carne. A su vez, el dominio del fuego y, con ello, la posibilidad de cocinar el alimento facilitó la digestión.

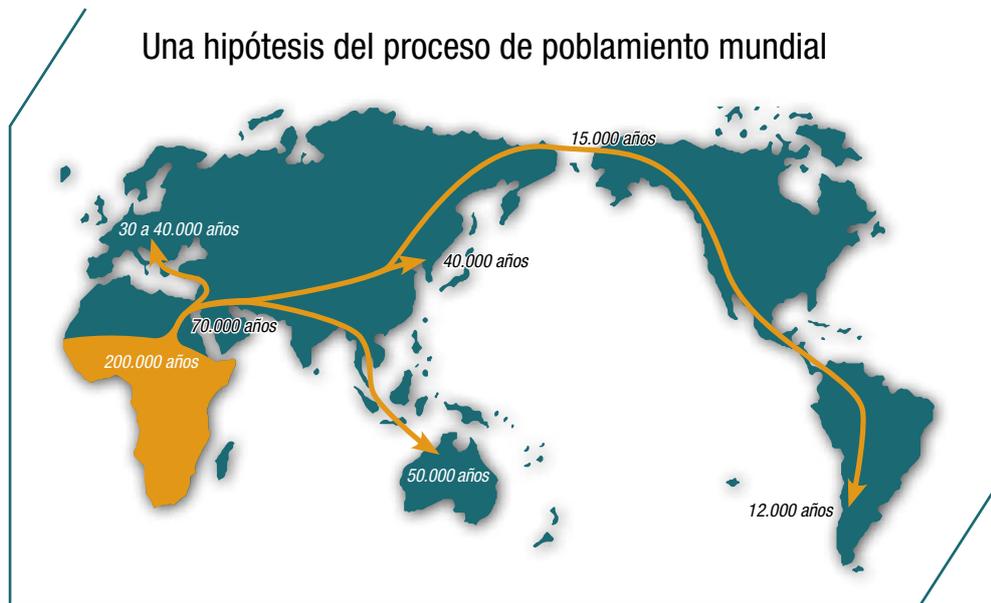
Se pensaba que *ergaster* fue el primer homínido que salió de África. Sin embargo, el hallazgo en Asia de restos de 1,8 Ma de antigüedad complicó el rompecabezas. Se los bautizó *Homo georgicus* por habérselos encontrado en la actual República de Georgia. Su cerebro era pequeño, su altura rondaba los 1,5 metros y su industria lítica era muy primitiva. Pero se sabe que eran cazadores y que comían carne.

Para algunos, los fósiles georgianos serían en realidad de *Homo habilis*. Para otros, en cambio, serían una forma primitiva de *Homo erectus*, un homínido que vivió en Asia entre 1,8 MA y 300.000 años antes del presente, del que se encontraron numerosos fósiles en lugares tan distantes como China o Java.

“Durante el primer cuarto del siglo XX se pensaba que la humanidad se había originado en Asia. Pero tras la aparición de los fósiles de *Australopithecus* se aceptó que fue en África”, acota Carnese.

A lo largo de su extensa historia (1,5 Ma), la capacidad craneana del *Homo erectus* aumentó notoriamente: desde los 850 hasta los 1100 cm³. Para adaptarse al agrandamiento del cráneo, el nacimiento debió ser más prematuro, de manera que la cabeza del niño

Una hipótesis del proceso de poblamiento mundial



podría pasar por el canal de parto. Por otra parte, el desarrollo de un cerebro más grande tiene más requerimientos nutricionales durante la lactancia. Las hembras debieron entonces dedicar un tiempo más prolongado al cuidado del recién nacido, debido a su inmadurez. Así, estos homínidos necesitaron desarrollar comportamientos capaces de cohesionarlos, como compartir la comida y dividir sexualmente las tareas.

Hace poco más de 1 Ma, mientras el *Homo erectus* se extendía por Asia, África veía nacer al *Homo antecessor*, un homínido con una capacidad craneal en torno a los 1000 cm³ y una altura de alrededor de 1,70 metros. “Era bastante parecido a nosotros en tamaño y textura física, y tenía una cara moderna”, describe Carnese.

Si bien no dominaba el fuego y su industria lítica era primitiva, fue el primer homínido en llegar a Europa. Los restos del *antecessor* de 900.000 años de antigüedad, hallados en España, hacen suponer que su patrón de desarrollo sería similar al nuestro, con niñez y adolescencia prolongadas, y que practicaba el canibalismo.

Se cree que el *antecessor* habría dado origen al *Homo heidelbergensis*, un homínido que se expandió por Europa entre 600.000 y 250.000 años antes del presente. Con un cerebro de tamaño similar al nuestro (1350 cm³), aunque más corpulentos que nosotros, los *heidelbergensis* fabricaban herramientas de piedra, dominaban el fuego y eran cazadores y recolectores. Hay indicios de que vivían en pequeños grupos fuertemente cohesionados, con estrategias de supervivencia que hacen suponer la existencia de relaciones afectivas y atisbos de pensamiento simbólico.

Hay consenso en que los *heidelbergensis* fueron los antecesores del *Homo neanderthalensis*, un homínido que vivió en Europa y ciertas zonas de Asia occidental desde hace 230.000 hasta 28.000 años atrás. Su capacidad craneal

era mayor que la de los humanos modernos. Tenían rasgos que indican que estaban muy adaptados al clima frío y que podían caminar largas distancias e, incluso, efectuar carreras rápidas durante un lapso corto de tiempo. Producían herramientas de hueso y piedra con cierto grado de sofisticación, lo que les permitía cazar en la tierra y en el agua y fabricarse abrigo. Vivían en cuevas y conformaban grupos sociales que enterraban a sus muertos y colocaban ofrendas en las tumbas. La anatomía de su laringe sugiere que habrían podido articular una fonética limitada.

Mientras los *erectus* ocupaban el lejano oriente y los *heidelbergensis* se expandían por Europa, los *antecessor* que habían quedado en África habrían originado al *Homo rhodesiensis*. Sobre este punto subsiste la controversia acerca de si, en realidad, no se trataría de un *Homo heidelbergensis* africano.

De lo que no quedan dudas es que hace unos 200.000 años, en lo que hoy es Etiopía, después de millones de años de prueba y error, nació un nuevo mutante. Su cuerpo era frágil y no estaba especializado para ninguna función. No era hábil para desplazarse entre los árboles. Tampoco tenía la agilidad, la fortaleza física o las garras de un depredador. Pero tenía un cerebro que le permitió suplir esas carencias y dominar el mundo. El *Homo sapiens* llegaba para quedarse.

La conquista del mundo

Los estudios genéticos demuestran que todos los humanos actuales provienen de África, de donde salieron por primera

vez hace unos 70.000 años. Primero fueron hasta Asia, y hace 50.000 años llegaron a Australia. También desde Asia llegaron a Europa hace unos 35.000 años y a América –a través del actual estrecho de Bering– hace unos 15.000 años. Sudamérica fue la última en ser poblada por los humanos, hace unos 12.000 años.

Mientras migraba, el *sapiens* se encontró con otras especies de *Homo* que aún no se habían extinguido, como el *neanderthalensis* –con quien probablemente se cruzó sexualmente– y el *Homo floresiensis* –probable descendiente del *erectus*– que vivió en la isla de Flores, Indonesia, hasta hace unos 13.000 años.

“La historia de la evolución humana es un enorme rompecabezas del cual nos faltan muchísimas piezas, y lo vamos armando a medida que encontramos nuevos fósiles”, advierte Dejean, que también es profesora en la Universidad Maimónides.

Para González-José, la reconstrucción de nuestra historia evolutiva está muy condicionada por la dinámica de las excavaciones: “Se explora mucho en el este de África, pero cuando se empezó a buscar en otras regiones, como el Chad, que está en el centro del África, también aparecieron homínidos, como el *Sahelanthropus tchadensis*, que trastocó todas las hipótesis porque resultó ser más antiguo que todos los otros homínidos descubiertos hasta ahora”.

El árbol genealógico de la humanidad cambia año tras año. Incluso, debido a algunos hallazgos controversiales, varios árboles distintos permanecen vigentes.

Inevitable vida

En algún pasillo de alguna Facultad de Bioquímica de alguna universidad resuena irónica la pregunta: “¿Ahora los físicos también creen que pueden explicar la vida?” ¿El motivo? La noticia de que un joven investigador se adjudica el descubrimiento de “una nueva teoría sobre el origen de la vida” basada en la famosa ley física de la entropía. Sin embargo, las ideas sobre la relación entre la vida y las leyes fundamentales de la física tienen varias décadas de discusión. Aquí la historia.

Guillermo Mattei | gmattei@df.uba.ar

La segunda ley de la termodinámica ha fascinado a todo tipo de pensadores más allá de sus implicancias específicas en la descripción que de la naturaleza hace la física (Ver *EXACTAMENTE* #28, “Sobre esas presuntivas aguas del tiempo”). Nietzsche, Borges, Engels, entre otros, especularon sobre sus presuntas generalizaciones. En particular, una clásica e ineludible relación es la que se da entre la entropía y los mecanismos conocidos de los seres vivos. Ahora, la especulación se extiende al mismísimo origen de la vida.

Jeremy England, un joven profesor e investigador del *Massachusetts Institute of Technology*, en Estados Unidos, ha movido recientemente el ambiente científico al proponer una cuantificación de las diferencias de capacidad que tienen los simples agregados de carbono y los organismos vivos al capturar energía del ambiente y devolverla en forma de calor. Si

bien los últimos son muchísimo más eficientes que los primeros, el formalismo físicoquímico de England mostraría que, cuando un grupo de átomos está estimulado por una fuerza externa, como el Sol o un combustible químico, y rodeado por un entorno a una cierta temperatura, como el océano o la atmósfera, probablemente se reestructurará para ir disipando gradualmente cada vez más energía y, bajo ciertas condiciones, inexorablemente adquirirá la característica emblemática de la vida. “Si partimos de un agregado de átomos y los iluminamos lo suficiente, no sería sorprendente que obtuviéramos una planta”, es una de las osadas hipótesis de England.

En síntesis, no solo el origen sino la subsecuente evolución de la vida serían una inevitable consecuencia de una de las leyes más básicas y establecidas de la física. England redobla la apuesta: “Desde la perspectiva de la física, podemos decir que la evolución darwiniana es un caso particular de un fenómeno más general.” Por supuesto que las repercusiones y controversias en los medios

científicos se viralizaron con la celeridad de los tiempos actuales. Más allá de que importantes fundaciones e instituciones suelen plantar estas semillas de información en las redes, la temática disparada es apasionante.

La segunda

En el corazón de las ideas de England subyace la segunda ley de la termodinámica, ley del aumento de entropía o de la flecha del tiempo. La energía tiende a dispersarse con el transcurso del tiempo y la entropía es la medida de ese efecto. Desde un punto de vista probabilístico, lo que ocurre es que hay muchas más maneras en las que la energía puede esparcirse que en las que puede concentrarse. Las temperaturas de una taza de café y del aire de la habitación en la que se encuentra se igualarán irreversiblemente. El café nunca se calienta espontáneamente de nuevo porque las probabilidades están abrumadoramente alineadas en su contra para que gran parte de la energía del ambiente se centre al azar en sus átomos.

$$S = k \cdot \log W$$

έντροπία

έντροπία

$$S = k \cdot \log W$$

Έντροπία

$$S = k \cdot \log W$$

$$S = k \cdot \log W$$

έντροπία

$$S = k \cdot \log W$$

De todas maneras, uno de los padres de la mecánica cuántica, Erwin Schrödinger, acuñó a mediados del siglo XX el concepto de *neguentropía* para describir la capacidad de aquellos sistemas que pueden intercambiar materia, energía e información con sus entornos y bajar así su entropía sin violar la segunda ley. A mediados de la década del setenta, el belga Illya Prigogine recibió el Premio Nóbel de Química por extender esta noción a sistemas termodinámicamente desequilibrados, tales como los seres vivos.

Por su parte, a fines del segundo milenio, el físico polaco Christopher Jarzynski demostró que la entropía producida en un proceso termodinámico, tal como el enfriamiento de una taza de café, corresponde a una sencilla relación entre los valores de la probabilidad de que los átomos sigan por ese camino y de que lo hagan por el camino inverso; es decir, interactuando de manera tal que el café espontáneamente se caliente. Este resultado, de formulación muy simple, tuvo gran

poder predictivo en todo tipo de situaciones termodinámicas, tanto las estáticamente equilibradas como las muy alejadas de un escenario de equilibrio absoluto.

La llamada *autorreplicación celular* es, justamente, un proceso de disipación de energía a lo largo del tiempo. “Una buena manera de disipar más es hacer más copias de uno mismo”, grafica England en referencia a sus trabajos acerca de la cantidad mínima de disipación que puede ocurrir en la autorreplicación del ARN. La autorreplicación no es patrimonio exclusivo de los seres vivos. Muchos procesos naturales como los vórtices que se producen en fluidos turbulentos o no naturales (como los virus informáticos) son autorreplicantes. England postula que si la autorreplicación obedeciera a leyes generales los biólogos podrían evitarse buscar explicaciones darwinianas para cada proceso adaptativo y pensar más generalmente en términos de organización motorizada por la disipación.

El matrimonio entre la física y la biología

Respecto a esta presunta tensión entre las leyes generales de la física y el conocimiento biológico, Ignacio Sánchez, investigador del CONICET en el laboratorio de Fisiología Proteica del Departamento de Química Biológica de Exactas-UBA, opina que si bien es muy encomiable la fascinación que le producen al biólogo las decenas de miles de proteínas diferentes que usualmente tiene para estudiar, la pregunta “¿cuál es la ley general que subyace detrás de toda esa diversidad?” es muy necesaria.

Más allá de la real trascendencia del trabajo de England, la idea que expresa que detrás de todo conocimiento biológico habría muchas leyes fundamentales de la física queda flotando de manera bien perceptible. Sánchez explica: “Algún biólogo podría llegar a decir: ‘la división celular de una bacteria es algo maravilloso que jamás lograremos comprender’ y el físico diría: ‘sin embargo, si consideramos la termodinámica de los procesos

irreversibles, esto debería ocurrir más o menos así, con estas restricciones”. Tanto Sánchez como Diego Ferreiro, investigador del CONICET en el mismo laboratorio, se autodefinen como *físicos biológicos*, lo cual, lejos de implicar reduccionismos lineales, encarna una puesta del conocimiento biológico en el marco de las restricciones que describe la física en niveles más básicos.

Para Sánchez, un aragonés graduado en la Universidad de Zaragoza y doctorado en la Universidad de Basilea (Suiza), esta historia puede contarse empezando por el vitalismo o la añeja doctrina por la cual los seres vivos estarían impulsados por una fuerza inmaterial que, sin necesidad de postularla como sobrenatural, se diferenciaría claramente de nociones físicas tales como la energía. Con la formalización creciente del conocimiento por medio de la matemática, el vitalismo fue perdiendo terreno en tanto la química y la física fueron delimitándolo. “Como hizo Pasteur con sus experimentos sobre la generación espontánea”, ejemplifica Sánchez y agrega: “Durante el siglo XIX y buena parte del XX han estado ocupados en demostrar que la química de los seres vivos no es extraordinaria. Una vez desarrollada la Termodinámica, que es como la ley de las cosas que pueden ocurrir, si algo puede ocurrir va a ocurrir conforme a ella. Y en eso la biología no puede salirse de la norma”. Se trata de una estrategia analítica que no se centra en las reacciones químicas o en el detalle molecular sino en el aumento o no de una

magnitud, algo más abstracta, como la entropía del sistema. Schrödinger empezó a considerar cómo es que un ser vivo podía mantenerse organizado dentro de un universo que, de forma global, se desorganiza. Sánchez señala: “Buena parte de la termodinámica que se desarrolló en el siglo XIX es de procesos que se encuentran en situaciones de equilibrio, pero uno cae rápidamente en la cuenta de que los seres vivos no están para nada equilibrados, sino que todo lo que hacen lo hacen en escenarios muy alejados de sossegados equilibrios. Ilya Prigogine desarrolló la termodinámica del *no equilibrio* que es la más relevante para el problema de la vida”.

El asombroso mecanismo de la división celular es un desvelo para biólogos pero ¿cómo podemos describirlo en el lenguaje de la Termodinámica? En opinión de Sánchez, lo novedoso del trabajo de England reside en tratar a la replicación celular con ecuaciones generales de la termodinámica y llegar a predicciones contrastables sobre el origen y velocidad de la replicación celular. “Puede funcionar o no pero, desde el punto de vista científico, es estimulante”, opina.

Paradójicamente, el creacionismo es muy útil para describir la relación entre la biología y la mecánica estadística. “Algunos creacionistas sustentan su postura en la supuesta imposibilidad de que las proteínas de los seres vivos sean producto de la evolución. Dicen que dado el hiper astronómico número de secuencias posibles

de una proteína, no es posible que la evolución haya encontrado aquella que permite al organismo seguir viviendo”, explica Sánchez. El argumento es que, sin intervención divina, sería imposible encontrar las secuencias que funcionan pero “nosotros decimos que de hecho ahí están, funcionando, y que la termodinámica estadística es la herramienta que ayuda a entender cuantitativamente la búsqueda de una secuencia viable.”, aclara el físico biológico. Particularmente, el grupo de investigación de Sánchez oscila entre el estudio de estas leyes generales y de los mecanismos particulares de ciertas proteínas de virus que producen cáncer.

En cuanto a la posibilidad de tratar a los sistemas sociales –muchos organismos vivos de la especie *Homo sapiens* con desarrollos culturales diversos– con un abordaje nuevo que pudiera incluir cantidades abstractas que emulen a la entropía física, Sánchez opina: “Para mí, los sociales son también sistemas complejos de muchos componentes, por lo que tomar conceptos tales como información o entropía para estudiarlos puede ser útil. Obviamente ninguna aproximación resuelve todo, pero yo creo que abordajes de este tipo pueden aportar nuevas formas de generar conocimiento”.

Acerca de esos motores llamados células

Por su parte, el investigador del CONICET y profesor del Departamento de Física,

HUMOR por Daniel Paz



Esteban Calzetta es el autor del libro *Entropía*, sobre la entropía y la segunda ley de la termodinámica, conceptos que están involucrados, según sus palabras, en una polémica permanente.



Archivo Exactas Comunicación

Esteban Calzetta, opina sobre el trabajo de England: “Lo que está diciendo no está mal, pero es conocido desde hace un siglo y medio! Además vale solo para sistemas en estado estacionario, y si no están muy lejos del equilibrio, mejor. El problema es aplicarlo a sistemas tan complejos como una célula”.

Calzetta, que es autor del libro *Entropía* destinado a docentes de escuelas técnicas, sintetiza: “Si uno tiene un ser vivo, lo que le va a pasar con certeza, desde un punto de vista termodinámico, es que se va a morir, no que va a evolucionar”, y afirma: “No existe problema alguno en adoptar la hipótesis de que se pueden aplicar las leyes de la física al estudio de los seres vivos. La cosa es si esa hipótesis es o no de utilidad.”

Para leer más

Descargá gratis el libro *Entropía*, de Esteban Calzetta (2009), INET, Ministerio de Educación de la Nación

<http://www.inet.edu.ar/capacitacion-publicaciones/material-de-capacitacion/nueva-serie-de-libros/entropia/>

En la misma línea que la paradoja creacionista, Calzetta se pregunta en su libro: “¿Cuál es la probabilidad de que un plato de apfelstrudel se convierta espontáneamente en la Novena Sinfonía de Beethoven?” Esa conversión no viola la segunda ley siempre y cuando una cantidad suficiente de calor haya sido disipada al medio ambiente durante el proceso.

“En general, el punto de partida para analizar cualquier proceso biológico desde el punto de vista termodinámico es que los seres vivos son sistemas abiertos que funcionan extremadamente lejos del equilibrio, cosa que entusiasma a los físicos. Los sistemas biológicos viven al borde de un enorme precipicio; el peligro permanente de seguir el camino marcado por la termodinámica y caer en el equilibrio térmico”, se detalla en el capítulo “Entropía y vida”.

“La historia de un sistema biológico sigue el mismo patrón que el universo todo: cada proceso individual conlleva un aumento de entropía. El sistema consigue mantenerse estable reinicializándose continuamente mediante la absorción de energía con bajo contenido entrópico del medio ambiente. La fuente de energía con bajo contenido de entropía por excelencia es, como en el caso del universo en su conjunto, la radiación: en este caso la luz solar es absorbida por plantas verdes y reconvertida en azúcares. Gracias a la absorción de nutrientes, los seres vivos podemos compensar nuestra pérdida de energía al medio ambiente –ya sea que realicemos trabajo o, simplemente, disipemos calor– y mantener controlado el contenido de entropía de nuestro cuerpo, de manera de no salir disparados hacia el equilibrio térmico. Por supuesto, en el momento en que perdemos la capacidad de combatir eficientemente el aumento de la entropía, dejamos de ser seres vivos”, explica Calzetta.

Finalmente, el físico concluye: “En resumen, nada de lo que sabemos hoy en día sobre sistemas biológicos es realmente incompatible con nuestra hipótesis de trabajo de que se puede describir a un ser vivo en términos

físicos. La comprobación de que esta hipótesis es muy fértil reside en la explicación y comprensión de muchos procesos específicos que se llevan a cabo en la célula tales como la regulación de la tasa de mutaciones que controlan la transmisión de la información genética y el funcionamiento de máquinas moleculares, como la quinesina, que transporta material de un lado a otro”.

Biología: la nueva física de la matemática

Una mirada epistemológicamente bungeana acerca del maridaje entre la biología y la física podría afirmar que una de las claves del éxito en la creación de este tipo de conocimientos es la formalización. Matematizar siempre paga.

“La matemática es el nuevo microscopio de la biología. Es más, la biología es la nueva física de la matemática”, sintetiza el biólogo matemático Joel Cohen, profesor de la Universidad Rockefeller (Nueva York, Estados Unidos). Cohen, que ha realizado trabajos acerca de la transmisión del mal de Chagas en el noroeste argentino junto al profesor Ricardo Gürtler del laboratorio de Eco-Epidemiología del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de Exactas-UBA, describe muy precisamente: “La matemática puede ayudar a los biólogos a comprender los problemas que de otro modo son demasiado grandes –la biosfera– o demasiado pequeños –estructura molecular–, o demasiado lentos –macroevolución–, o muy rápidos –fotosíntesis–, o demasiado lejanos en el tiempo –principios de extinciones–, o muy remotos en el espacio –vida en los extremos de la Tierra o en el espacio–, o demasiado complejos –el cerebro humano–, o demasiado peligrosos o lindantes con la ética –epidemiología de agentes infecciosos–”.

El bioquímico o el economista no deberían preocuparse, los físicos no pretenden permutar despreocupadamente células por resortes o individuos por átomos de hidrógeno; la formalización novedosa y creativa es lo que vale.

El brujito de Gulubú

Una moda que hace estragos en Inglaterra y otros países anglosajones está rebotando en nuestras pampas: el movimiento anti-vacuna. Los adeptos suelen apoyar su actitud en el descreimiento de la protección de la vacunación y en la sospecha de que las vacunas ofrecen riesgos y perjuicios. Pero ¿dónde están esos riesgos para la salud de la comunidad? ¿Qué es más peligroso, vacunarse o no hacerlo?

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

Vivir sano, estar en equilibrio con la naturaleza, ésa parece ser la consigna. Alejarse de los químicos, de lo sintético, de lo industrial y acercarse a lo natural. Suena bello, romántico... pero poco inteligente. Es parte de lo que llamamos la *falacia naturalista*: pretender que la naturaleza encierra preceptos de vida, que nos indican cómo *debe* ser nuestra vida. Pretender un equilibrio con la naturaleza, en todo caso, significa tolerar su modo de proceder. Y la naturaleza procede sin moral. Uno de los mecanismos cruciales de la evolución de la vida –cuyo resultado es la naturaleza tal como la vemos en la actualidad– es la muerte. La naturaleza es cruel. Pongamos un ejemplo sencillo: ¿cómo hace la naturaleza para erradicar una enfermedad? Muy fácil, extermina a todos los individuos susceptibles a esa enfermedad. Qué gracioso.

La humanidad, en cambio, sí tiene preceptos morales y prioriza la vida por encima de los avatares de la naturaleza. Por eso se inventaron las vacunas. Y fue un acierto, porque lejos de toda duda, las vacunas han salvado vidas y evitado padecimientos más que cualquier otra panacea en la historia de la humanidad. Basta con analizar las estadísticas de muertes infantiles, o secuelas permanentes, por enfermedades infecciosas que eran comunes hace siglos (viruela, difteria, rubeola, sarampión, poliomielitis, etcétera) y compararlas con las muertes, o secuelas permanentes, que ocurren en la actualidad por esas enfermedades. La diferencia es incontrovertible.

Pero la humanidad se enfrenta con una nueva epidemia cuyo potencial patológico no tiene límite: el movimiento anti-vacunación. Se trata de personas, o familias, que deciden no vacunar a sus hijos. No creen en la efectividad de las vacunas, o creen que las vacunas pueden generar daños, o suponen que se

trata de un enorme negocio que victimiza a las poblaciones, o piensan que padecer las enfermedades de las cuales las vacunas nos protegen no es malo sino benéfico, o sostienen que es más saludable protegerse de las enfermedades con otros métodos... o cualquier combinación de estas creencias. En general se puede asociar a estas personas con otras prácticas: vegetarianismo, naturismo, clientes de la homeopatía, medicina antroposófica, ayurveda, y otras medicinas alternativas. Son parte de las brujerías del brujito de Gulubú.

La libertad individual

Pese a la bronca que pueda darnos ser testigos de semejante irracionalidad hay quien podría pensar: respetemos la libertad individual, quien no quiera vacunarse o vacunar a su familia está en su derecho, es parte de su libertad individual, si quiere correr el riesgo de enfermarse allá él, es su propio riesgo. Pero esto no es así. Las vacunas actúan en dos frentes: el individual y el público.



Ruffino Uribe/Flickr

La inmunidad individual suele ser muy efectiva, aunque también es relativa. El freno fundamental y definitivo para una enfermedad es la inmunidad poblacional. Lo que frena la circulación y la propagación de una enfermedad es tener una población mayoritariamente inmunizada. Se estima que para evitar la circulación de una enfermedad contagiosa es necesario que al menos el 95% de la población esté inmunizada. Por lo tanto, el vacunarse implica no sólo una actitud egoísta (protegerse uno mismo y a su familia) sino una actitud altruista (si yo estoy protegido, protejo a los demás). La vacunación obligatoria y las campañas de vacunación masivas deben mantenerse aun cuando el riesgo de contagio sea muy bajo, ya que medido poblacionalmente el riesgo potencial del rebrote de una enfermedad en medio de una población no inmunizada es infinitamente mayor que en una población vacunada.

No es cierto que la obligatoriedad de la vacunación sea una vulneración del

derecho individual, toda vez que se reconozca que el propio cuerpo es un potencial foco infeccioso que puede enfermar –o matar– a otros.

Las autoridades sanitarias de los gobiernos del mundo suelen ser demasiado tolerantes con los ciudadanos que hacen objeciones religiosas o filosóficas contra la propia vacunación amparándose en la libertad individual. Resulta antipático, es obvio, vacunar compulsivamente. Siempre se ha preferido actuar mediante el convencimiento, la información, la educación, las reglamentaciones institucionales del estilo “si usted no tiene el plan de vacunación obligatorio cumplido no puede inscribirse en esta institución educativa, o no puede acceder a este trabajo, o no puede contratar este seguro de salud”.

El falso apoyo

Uno de los orígenes de esta epidemia de sinsentido tuvo lugar en 1988, cuando una de las principales revistas de medicina,

The Lancet, publicó un trabajo que sugería que el autismo estaba relacionado con la vacuna triple viral (anti sarampión, paperas y rubeola). Luego de la publicación, la vacunación en Inglaterra disminuyó sensiblemente. Ningún otro trabajo –y se hicieron muchos– pudo verificar tal relación causal. Pero la sociedad demandaba un punto final a tan absurda sospecha, y hace poco llegó: un equipo de investigadores de la Universidad de Sidney recolectó toda la información disponible (más de mil trabajos) desde que comenzó la polémica. El estudio abarca 1.300.000 casos de niños autistas. Y el resultado es categórico: no existe ninguna relación causal entre la vacunación y el autismo.

Otro tanto ocurrió con la sospecha de que los preservantes o *vehículos* con los que se inyectan (o ingieren) las vacunas podrían ser dañinos. El más señalado fue el timerosal (un conservante a base de mercurio) que hasta se llegó a syndicar como causante de epilepsias. Tal acusación carece de sentido, pero aun así se realizaron

centenares de estudios que echaron por tierra la imputación. De todos modos, y en aras del principio de prudencia, casi todas las vacunas actuales en el mercado cambiaron el timerosal por otros vehículos.

La verdad verdadera

La vacuna debe su nombre a que su descubridor, Edward Jenner, la elaboró a partir de exudados de pus de las manos de una ordeñadora que había adquirido una enfermedad de las vacas muy parecida a la viruela, una enfermedad mortal muy temida en aquella época. Al inocular ese preparado a individuos sanos, se volvían inmunes a la viruela. El mecanismo de acción está

cabalmente comprendido: el sistema inmune genera defensas infranqueables para un agente infeccioso si su víctima sobrevive a un primer encuentro. La vacuna hace las veces de esa primera infección enfrentando al cuerpo no con el agente salvaje sino con una cepa atenuada, o con partes inocuas del agente. Los individuos inoculados, casi en un 100% (dependiendo de la vacuna), se tornan inmunes.

La efectividad de la vacuna está ampliamente demostrada por muchos estudios sanitarios y epidemiológicos. La negación de esta realidad es un síntoma de mentes paranoicas y visiones conspirativas. La realidad es otra. El siguiente gráfico viralizado en redes sociales da

una idea cabal del éxito en la lucha contra la enfermedad.

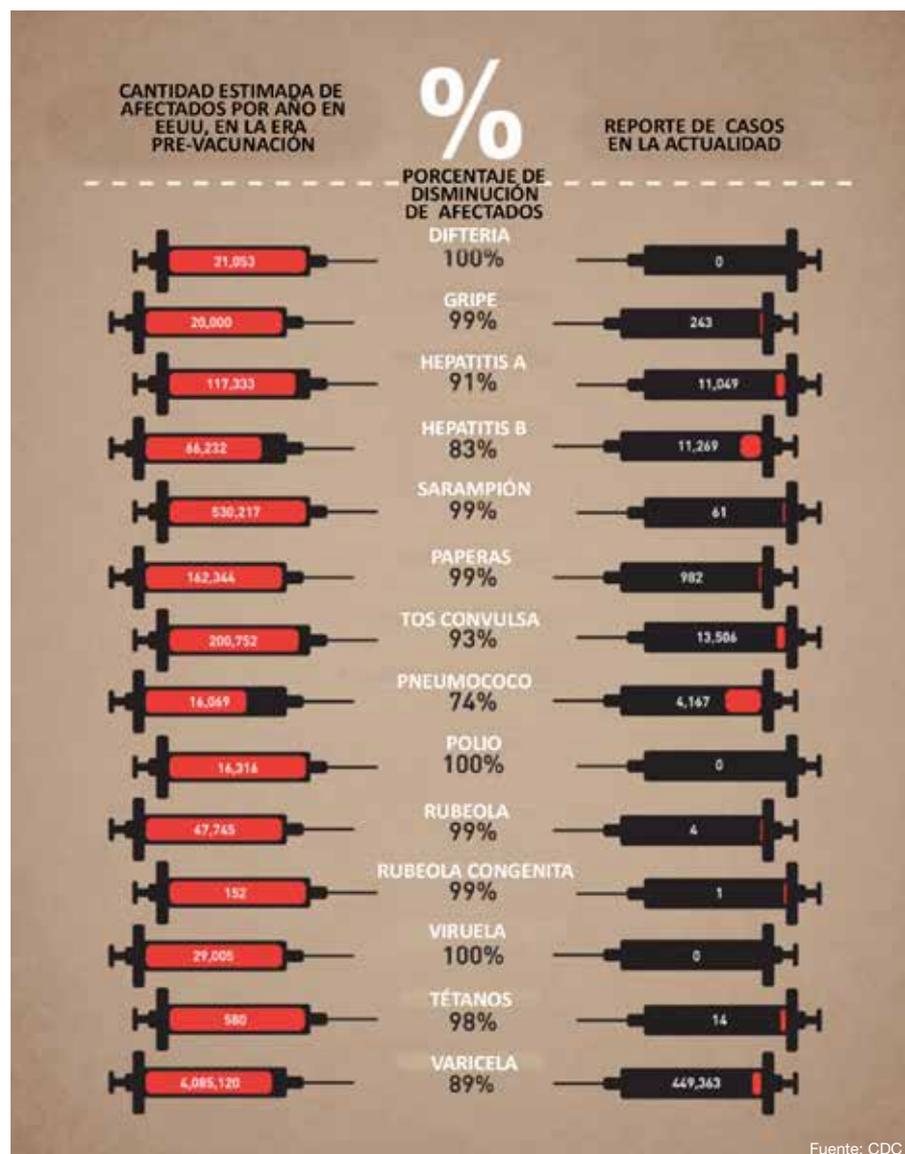
Y por casa...

La Argentina posee uno de los planes de vacunación obligatoria más modernos y completos del planeta. Está integrado por 16 vacunas que se administran en forma gratuita a toda la población en situación de ser aplicada. No sólo representa una inversión enorme del Estado, sino un ahorro varias veces superior en atención médica, por no hablar del ahorro de padecimientos individuales y muertes. Un ejemplo sirve de muestra: la hepatitis A era endémica en la Argentina, pero gracias a la vacuna obligatoria y gratuita que se introdujo en 2005 en el esquema nacional, dejó de generar epidemias y logró bajar estrepitosamente la incidencia. Se trataba de la primera causa de trasplante hepático en niños (aunque muchos morían por no conseguir donante). El último trasplante hepático por esa causa se produjo en 2007. Y ya no hubo más.

Similar impacto tuvieron las incorporaciones al calendario las vacunas contra el tétanos neonatal (último caso en 2007), contra difteria (último caso en 2006), triple Bacteriana A celular contra la tos convulsa prenatal (bajaron de 70 a 9 los casos que casi siempre son mortales).

En fin, el movimiento anti-vacuna además de no entender la realidad sanitaria del país y del mundo pone en riesgo al resto de la población. Enfermedades que ya estaban casi erradicadas del planeta, como la polio, reaparecieron debido al relajamiento de los planes de inmunización, y obligó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) a declarar una emergencia sanitaria en varias regiones del mundo. Es triste, pero también vergonzoso.

En 2013, la OMS publicó en su sitio web una lista de mitos y hechos sobre la vacunación, que se encuentra disponible en español. Se hace necesario que el sistema educativo lo traslade al aula, manejando un cuatrimotor.





D

DOSSIER

EX *m*

20 años de *EXACTAMENTE*

Lejos de los dogmas y abriéndose camino a través de dudas, incertidumbres y pensamientos inconclusos, el conocimiento científico no se detiene porque es imposible frenar el profundo deseo de saber y la necesidad de dominar la naturaleza.

Hace 20 años, el mundo era parecido al de hoy, solo que sin Internet en cada casa. Hace 20 años, el mundo era parecido al de hoy, pero sin la explícita amenaza del derretimiento de los polos. Hace 20 años, el mundo era parecido al de hoy, pero con la esperanza de que las terapias génicas revolucionarían la medicina. La lista podría ocupar muchas páginas.

A 20 años de su nacimiento, *EXACTAMENTE* eligió revisar el estado del arte de tres temas de los que se ocupó en sus números iniciales y que permiten repasar los pasos y tropezones que ofrece el derrotero del conocimiento.

Redes avanzadas

On line



reynemedia/Flickr

Hace unos veinte años, *EXACTAMENTE* anticipaba que la Universidad de Buenos Aires iba a formar parte de ese nuevo desafío llamado Internet. Hoy, el tema pasa por las redes avanzadas. El mismo experto consultado entonces, Julián Dunayevich, quien tuvo una participación clave en las dos gestiones de conexión, habla del pasado, del presente y del futuro de esta poderosa herramienta.

“Los investigadores argentinos se suben a la autopista informática” titulaba el segundo número de la revista *EXACTAMENTE*, y explicaba de qué se trataba esa cosa llamada Internet. A poco de avanzar en el texto se daba un anticipo. “El 95 es el año Internet para la Universidad de Buenos Aires: todas las unidades académicas van a estar conectadas a esta red, o, mejor dicho, la Universidad va a formar parte del mundo internet”.

El anuncio fue realizado hace dos décadas con entusiasmo por Julián Dunayevich, licenciado en Ciencias de la Computación de Exactas-UBA y, en ese entonces, director del Centro de Comunicación Científica (CCC) de la UBA. Hoy, luego de dirigir InnovaRed, una organización pública dedicada a promover el uso de redes avanzadas en la Argentina, sigue con la misma pasión por conectar.

Al recordarle su frase, este experto cibernético no se enreda en añorar, –un verbo que parece no conjugar la informática–, aunque no deja por eso de destacar el logro. “Se trató de un hito importante. Por un lado, fue un cierre de un trabajo

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

de diez años; y por el otro, era hablar de cosas que todavía la gente no tenía incorporadas. Uno tenía que explicar qué era, de la misma forma que hoy se debe explicar qué son las redes avanzadas, o sea, el futuro de Internet”, señala, luego de desplegar sobre la mesa del bar del Pabellón II material bibliográfico para la nota.

Parece acostumbrado a tratar de hacer entender lo que tiene entre manos. No es que hable en un lenguaje extraño de computación, lo hace en castellano normal, pero, como lo que anticipa aún no se termina de concebir, recibe respuestas que hoy, como ayer, lo sorprenden. En este sentido, recuerda comentarios del pasado cuando elucidaba las posibilidades de Internet. “En especial, en universidades privadas, planteaban: ¿Y esto qué me va a dar como valor agregado? Como en esos casos no hacían investigación, no tenían un uso inmediato. Me decían: ‘Estás pagando un enlace dedicado, que luego por la noche, no lo vas a usar’. No le encontraban la utilidad. Hoy, en cambio, si a uno le cortan Internet, está tan desesperado como si le faltara la luz o el agua”, compara.

El paso de un extremo al otro en cuanto a interés por la red no deja de llamarle la atención. “En los años noventa cuando iba por la calle y escuchaba que alguien decía algo sobre un URL o una dirección web, enseguida me daba vuelta. ¿Cómo sabe esa persona eso? ¿Cómo habla en ese lenguaje críptico que solo conocemos nosotros? Hoy, cualquier chico ya incorporó en la jerga el *tuitear*, el *googlear*...”, describe.

Cuando eligió enredarse en estas cuestiones, allá por 1985, integrando un grupo de estudio en el área de redes en Exactas, no lo hizo porque avizoraba que sería un adelantado para su época. “En ese momento, los temas de avanzada en computación eran otros, como base de datos, Teoría de lenguaje o inteligencia artificial. Nosotros dijimos: vamos a meternos en esto. Pero por absoluta casualidad. Si me preguntás si yo pensaba que esto iba a ser algo, te digo que no. De hecho, nos metimos porque nos divertía hacerlo”.

Dunayevich siempre fue pionero en lo que respecta a las redes informáticas en la Argentina, y dirigió el grupo de la Red Académica Nacional, que conectaba a los investigadores mediante el servicio de correo electrónico. “Lo hacíamos con un módem de 300 bps (bits por segundo) o sea 0,3 Kb, velocidades ínfimas que para un par de textos funcionaban. Podía demorar minutos u horas, pero andaba”, rememora. Siempre, este sistema iba a ser más veloz que enviar un trabajo de investigación o *paper* al exterior en sobre y con estampilla por estafeta postal.



Juan Pablo Vittori/Exactas Comunicación

Aunque rapidez, rapidez era la de antes. Dunayevich trae de los inicios de Internet un dato que le sigue causando gracia: “Arrancamos en 1994, con un enlace de 64 Kb. Hoy un celular con 3G, si anda bien, tiene unas 30 veces eso. ¡Y eso era la conexión de toda la UBA! Lo divertido –y aún hoy me cargan por eso– es que entonces hablaba de un *enlace de alta velocidad*”.

Ahora, el panorama muestra otros números. “En redes avanzadas, hasta hace unas pocas semanas, la UBA estaba en 30 megas, y se pasó a dos enlaces de 1 giga. Alguien podría decir: ‘y ¿esto para qué lo quieren?’ Se instalaron enlaces de 1 giga en Exactas y en toda la UBA, pero también en el Polo Científico Tecnológico que funciona en las ex bodegas Giol. Allí se encuentra una supercomputadora de 5000 núcleos, que permitirá hacer procesamientos que antes debían realizarse en Europa o Estados Unidos. Al estar conectada la supercomputadora a las redes avanzadas, se va a poder transmitir gran volumen de información. Además, se está conectando al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para que los datos que recopila en todo el país puedan ir a un equipo de alto rendimiento de cómputo; a la CONAE, CNEA, INTA, institutos

Pioneros

“En nuestro país está funcionando una red experimental UUPC”, relataba Juan Pablo Paz en 1989 en la revista *Mundo Informático*, y agregaba que el objetivo de ese proyecto era armar una red de comunicación de datos para conectar a futuro a todos los centros de investigación científica y tecnológica del país entre sí y con el exterior. “La historia de esta red –escribió– comienza alrededor de 1986 a partir de un grupo de investigación que comenzó a funcionar en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, cuyo director es el doctor (Hugo) Scolnik, y la coordinación está a cargo de Julián Dunayevich, Jorge Amodío, Mauricio Fernández, Nicolás Baumgarten y Claudio Palonsky”.

del CONICET, UNC, etcétera”, enumera en una larga lista las conexiones en marcha.

Redes avanzadas

Así como, hace veinte años, explicó mil veces de qué se trataba Internet, ahora Dunayevich lo hace con las redes avanzadas que “no solo garantizan velocidad sino también la calidad de la información”, remarca. En este sentido, el especialista insiste: “Red avanzada, a diferencia de Internet, está pensada para garantizar calidad de servicio. Con Internet, no puede garantizarse llegar al otro punto con calidad y a la velocidad requerida. Por ejemplo, si se pretende monitorear una operación quirúrgica vía remota, es imprescindible contar con una conexión estable, sin pausas ni cortes. También es posible pensar en proyectos de genómica, bioinformática, astronomía, entre otros”. En las redes avanzadas, calidad y velocidad están aseguradas.

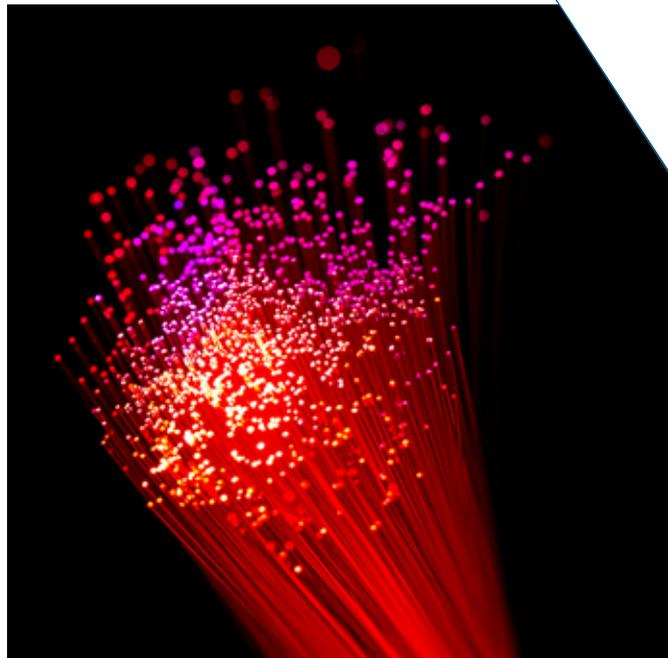
“Esta nueva generación de redes aprovecha los avances tecnológicos de fibra óptica, que permiten multiplicar por miles las velocidades. En Argentina, ARSAT está colocando 50.000 kilómetros de fibra para que llegue a todos los puntos del país”, indica.

El interconectado nacional resulta clave, a su criterio, porque en los últimos años hubo modificaciones a tener en cuenta. “La diferencia de los años noventa con el presente –en gran parte por una política pública clara de diez años en esta cuestión–, es que cuando pusimos Internet en la UBA y en todas las universidades nacionales, no era para comunicarnos entre nosotros, sino para hacerlo con el exterior. Hoy, más del 50% de la necesidad es para conectarnos entre nosotros. Ya existe –ejemplifica– una sinergia entre el INTA, CONICET, SMN o distintas universidades nacionales, que requieren de esta red. Por otro lado, hay políticas públicas a escala regional, que acompaña el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), que exigen una muy buena comunicación con los distintos países de la región para hacer investigaciones en conjunto”.

Precisamente, ¿cómo está ubicado nuestro país en esta materia en relación con otros? “La Argentina –responde– está cercana a donde debería estar dentro de la región. Tenemos las condiciones para subirnos al tren sin problemas”.

Futuro cercano

En el mundo académico en la Argentina, las redes avanzadas ya están entrelazándose. Ahora bien, ¿tiene sentido que esto también ocurra en el ámbito doméstico? “No tiene sentido



hoy, pero va a ocurrir en poco tiempo. Ya hablar de *triple play* (empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales de voz, banda ancha y televisión) es estar pensando diferente”, resalta. “Hoy se habla de ‘Internet de las cosas’, donde cualquier objeto estará conectado o vinculado. Por ejemplo, una heladera puede avisar que nos estamos quedando sin leche. Hoy, esto en la Argentina no sucede. Pero si los objetos estuvieran interconectados, se podrían monitorear y tomar decisiones al respecto”, dice.

En este terreno, las redes avanzadas aportan aire fresco a un sistema comprimido. “Hay un problema con *Internet commodity* o IPv4, donde ya las direcciones de IP se acabaron y no hay más para distribuir. Además, si pensamos en Internet de las cosas, en que cada objeto debe tener una dirección para poder acceder, será imprescindible pensar en IPv6. Si bien las redes avanzadas todavía trabajan con las dos modalidades, la idea es que se pueda trabajar en una red donde se tengan velocidades diferenciadas, se pueda garantizar la calidad del servicio de punta a punta y se puedan imaginar aplicaciones y servicios totalmente diferentes”, precisa.

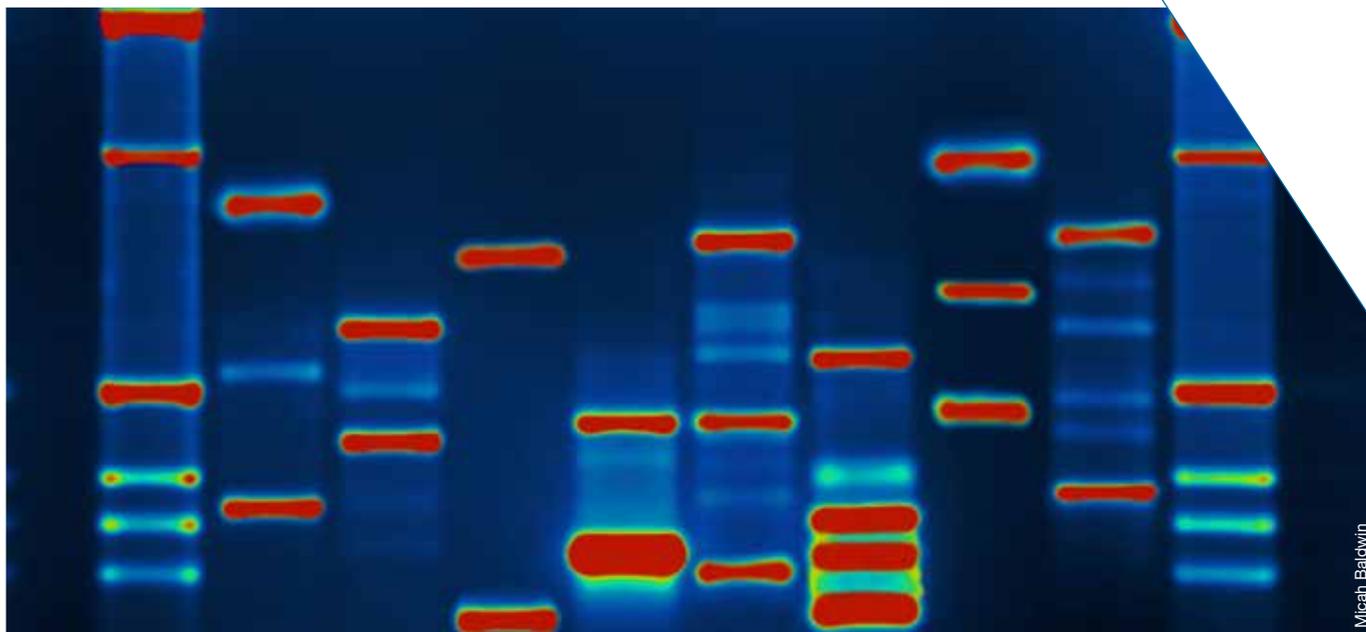
A su criterio, aún quedan actores sociales por convencer sobre las virtudes de las redes avanzadas. En algunos casos, Dunayevich siente que está “en la misma situación que cuando debía explicar Internet. Al día de hoy, algún instituto de investigación dice que con 15 megas le basta, le alcanza porque no hace todo lo que quiere hacer”, resalta y agrega: “Veinte años después estamos peleando por algo similar: por el futuro de un recurso que todo el sistema científico necesita”.

La última pregunta de rigor es cómo ve la situación en los próximos veinte años. “Es inimaginable porque los cambios en tecnología son muy, muy rápidos. En definitiva, las redes avanzadas en muy poco tiempo serán el Internet de todos. Y nosotros estaremos pensando en algo nuevo”, concluye este pionero de alma.

Avatares de una ilusión

Los años noventa marcaron el inicio de los experimentos en humanos dirigidos a tratar enfermedades genéticas mediante el reemplazo de un gen “defectuoso” por su versión “sana”. La cura de los llamados *chicos de la burbuja* a través de esta técnica generó expectativas. Pero los resultados que se sucedieron disiparon muchas fantasías. Hoy se renuevan las perspectivas alentadoras.

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



Micah Baldwin

Hace veinte años, la revista *EXACTamente* hacía conocer a su público el incipiente desarrollo de una novedosa estrategia dirigida al tratamiento de ciertas enfermedades genéticas. Aquella nota periodística, titulada “Genes que sanan”, daba cuenta de la terapia génica, una técnica que posibilita la introducción de genes “sanos” en pacientes con genes “defectuosos” con el objetivo de reparar el origen de la afección.

“Se trata de una nueva forma de tratamiento no convencional que intenta corregir la causa genética que origina una dolencia y no solo sus efectos”, explicaba entonces el doctor Osvaldo Podhajcer, pionero en la Argentina en el desarrollo de este procedimiento.

En aquel tiempo, *EXACTamente* reflejaba el entusiasmo que transmitía la comunidad científica ante los primeros resultados alentadores de la terapia génica.

Dos décadas después, nos reencontramos con Osvaldo Podhajcer, quien actualmente se desempeña como investigador del CONICET en la Fundación Instituto Leloir: “Creo que es un muy buen ejercicio juzgar a la ciencia desde una perspectiva histórica”, opina.

Burbujas

El 20 de octubre de 1995, la prestigiosa revista científica *Science* daba a conocer los resultados de un ensayo de terapia génica –iniciado en 1990– llevado a cabo en dos chicos que padecían el Síndrome de Inmunodeficiencia Combinada Severa, una enfermedad genética que suele

manifestarse durante el primer año de vida y que hace que el sistema inmunológico sea incapaz de defender al organismo de cualquier agente infeccioso. Por este motivo, quienes nacen con esta patología deben vivir completamente aislados y, por ello, suelen ser conocidos como “niños burbuja”.

Aquel artículo de *Science* informaba que, aunque de manera parcial, los chicos habían recuperado su respuesta inmune. Gracias a ello, habían podido salir de la burbuja. Según los autores de aquel trabajo, podía concluirse que “la terapia génica puede ser segura y efectiva”.

No obstante, en 1999, el uso clínico de la terapia génica provoca la primera muerte. Jesse Gelsinger tenía 18 años y, debido a la mutación de un gen, padecía una deficiencia de la enzima ornitina decarboxilasa, lo cual afectaba la capacidad del hígado para eliminar el amonio, un subproducto tóxico del metabolismo de las proteínas. “En ese momento, en Estados Unidos y en Europa se detuvieron todos los estudios clínicos con terapia génica”, recuerda Podhajcer. Finalmente, las investigaciones del caso determinaron que la muerte era atribuible a serias irregularidades en el procedimiento con el que los médicos efectuaron el tratamiento. Entonces, los estudios volvieron a ponerse en marcha.

En 2002, la revista *Science* publica los resultados de un ensayo clínico con dos “chicos burbuja”. “Ese trabajo demostraba que la terapia génica posibilita la cura de la enfermedad. De hecho, los chicos volvieron a llevar una vida normal. Incluso, uno de ellos se contagió de varicela y se curó por la respuesta inmunológica propia”, destaca Podhajcer.

Pero en 2008, un trabajo científico publicado en el *Journal of Clinical Investigation* informaba que cuatro “chicos burbuja”

que habían sido tratados mediante terapia génica habían desarrollado leucemia. Según el mismo artículo, tres de ellos pudieron salvarse con quimioterapia. El cuarto falleció. “Fue lo que se llamó ‘el infierno tan temido’”, recuerda Podhajcer.

Vehículos genéticos

Una de las técnicas más utilizadas para introducir genes “sanos” en las células es el uso de un tipo particular de virus llamados retrovirus, aprovechando la capacidad natural de estos microorganismos para ingresar a las células e integrarse –con su material genético– al ADN celular. Para ello, se los modifica genéticamente con el fin de incorporarles el gen de interés y para que no produzcan enfermedad.

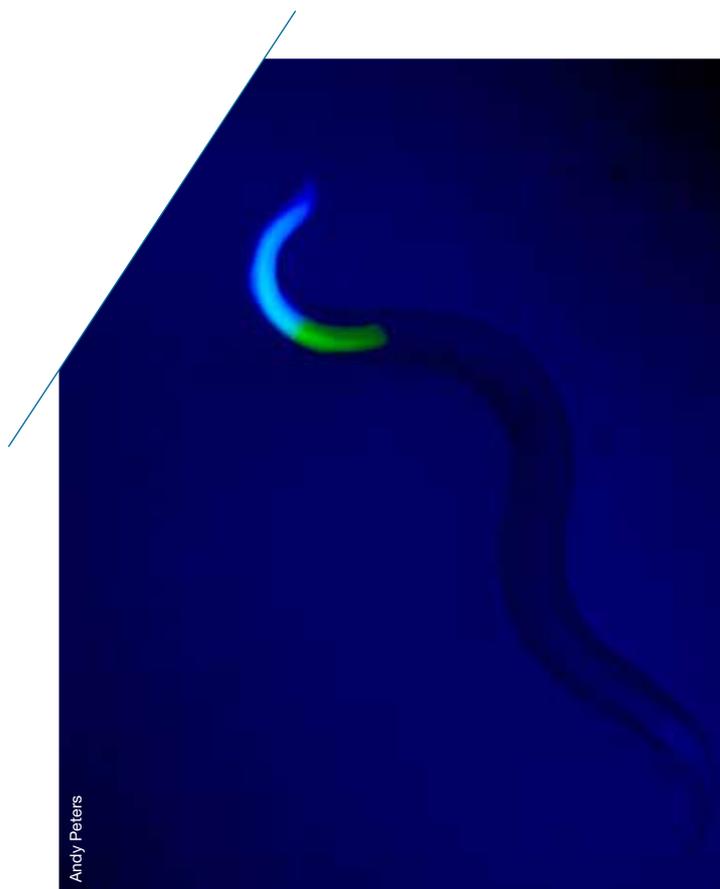
“Para el año 2010 empezó a quedar claro que las leucemias habían sido causadas porque los retrovirus se insertaron en lugares del genoma donde se activan ciertos oncogenes, es decir, genes que provocan cáncer”, aclara Podhajcer. “Cuando se entendió cuál era la causa de esas leucemias, se modificaron los retrovirus y los lentivirus, que también se integran al genoma. Desde entonces, no hubo ningún caso más. Hoy hay más de 45 ‘chicos burbuja’ curados gracias a la terapia génica”, explica.

Otro de los métodos utilizados para transferir un gen terapéutico al interior de las células es el uso de liposomas, que son pequeñas “bolsitas” de grasa que, cuando entran en contacto con la membrana celular, se funden con ella y descargan su contenido genético en el interior de la célula que se quiere tratar.

Desde aquel artículo periodístico de *EXACTAMENTE* a la fecha, esta tecnología ha evolucionado notoriamente: “Este tipo de terapia génica no viral ahora forma parte de la nanomedicina”, señala Podhajcer.



Marc Samsom



Andy Peters

Según el investigador, los liposomas miden entre 100 y 150 nanómetros –un nanómetro es la mil millonésima parte del metro– y llevan en su superficie anticuerpos específicos que permiten dirigir los liposomas hacia las células elegidas como blanco del tratamiento. “Nosotros, como otros grupos en el mundo, estamos trabajando en esto”.

Promesas incumplidas

Hace veinte años, la terapia génica se presentaba como una “nueva arma contra el cáncer”. En particular, se imaginaba que la introducción de p53 –un gen supresor del cáncer– en las células tumorales podía servir para tratar algunas formas de esta patología. “Lo que se anunciaba en ese momento acerca de p53 como posibilidad terapéutica era impresionante. Sin embargo, no se ha avanzado de acuerdo con aquellas expectativas”, comenta Podhajcer.

También se pensaba en aquellos tiempos en la introducción de “genes suicidas” en las células tumorales. La estrategia imaginada, originalmente ideada para atacar tumores cerebrales, consistía en transferir a las células cancerosas el gen responsable de la producción de una proteína que hace que dichas células sean sensibles a un medicamento que las destruye. De esta forma, aquellas células que hubieran recibido el gen y produjeran la proteína en cuestión activarían dicha medicina y morirían.

“Aquel estudio llegó a la fase III de investigación clínica pero se vio que no mejoraba la supervivencia de los pacientes. No obstante, la idea del gen suicida, es decir, de introducir en la

célula un gen que la haga susceptible a la acción de un medicamento, sigue existiendo”, ilustra Podhajcer.

Veinte años no es nada

La realidad actual de la terapia génica contrasta con las fuertes expectativas generadas en sus inicios por la comunidad científica –muy acompañadas por la prensa– en torno a la potencialidad de esta tecnología. Pero, en términos de lo que lleva un desarrollo científico, el tiempo transcurrido desde que se comenzó con los primeros estudios clínicos hasta ahora es, prácticamente, un pestañeo histórico.

“Posiblemente había intereses comerciales y de los mismos sectores de la comunidad científica dedicada al tema que hicieron que se llegara demasiado rápido a los estudios clínicos con el objetivo de salir pronto con un producto al mercado”, considera Podhajcer.

Como se esperaba hace veinte años, la terapia génica está progresando significativamente en el campo de las enfermedades monogénicas, es decir, las que son causadas por un solo gen. “Particularmente, aquellas en las cuales uno puede sacar las células del paciente, modificarlas genéticamente y restituir las al organismo, como es el caso de las patologías de la sangre”, acota Podhajcer.

El procedimiento se complica cuando hay que trabajar *in vivo*, es decir, con el paciente “completo” y no solo con algunas de sus células. En este caso, el virus que porta el gen “sano” debe sortear ciertos obstáculos para alcanzar su destino. “Una de las dificultades es que más del 80% del virus es captado por el hígado antes de llegar a las células que uno quiere tratar”, ejemplifica.

Según Podhajcer, para el diseño del tratamiento es esencial comprender profundamente las características de la enfermedad que se pretende atender y, en función de ello, cuál es el mejor vehículo a utilizar para que el “gen sanador” cumpla su objetivo: “No es lo mismo si es una enfermedad localizada o diseminada, o si se necesita que el gen se exprese durante un tiempo o permanentemente”, consigna. “Por otro lado, no solo hay que lograr que el virus no sea captado por el hígado, sino también que se dirija específicamente a las células blanco. Y en el caso de tumores, también hay que conseguir que el virus penetre la masa tumoral. Además, no es fácil producir virus en gran escala, y no es lo mismo preparar un lentivirus que un adenovirus, un retrovirus o un herpes”, añade. “Definitivamente, yo diría que hoy lo menos complicado de esta técnica es la preparación del gen terapéutico”, concluye.

Veinte años después, la terapia génica ha recuperado su estatus promisorio: “Creo que ha logrado ya un lugar central en el tratamiento de las enfermedades metabólicas monogénicas pero también en los cánceres más avanzados, en los que no es fácil desarrollar tratamientos exitosos”, considera. “De hecho, quienes trabajamos en terapia génica en cáncer lo hacemos en modelos animales que reproducen el cáncer diseminado”.

Cambio climático

Muchas certezas, poco compromiso político



UN Photo

Susana Gallardo | sgallardo@de.fcen.uba.ar

En 1990 se conoció el primer informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). La temperatura del planeta estaba aumentando y se suponía que ello se vinculaba al empleo de combustibles fósiles, pero la causa no se podía demostrar con certeza. *EXACTAMENTE*, durante sus veinte años de existencia, se ocupó del tema varias veces, y lo hizo desde el primer número. ¿Qué se puede afirmar hoy acerca de este problema?

A comienzos de la década de 1990, ya se reconocía que las actividades humanas estaban transformando el ambiente del planeta, y en distintas regiones se notaban las consecuencias climáticas del exceso de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Pero muchos se negaban a admitir que ese cambio tuviese una causa antrópica. Es más, hasta dudaban de que el clima estuviera cambiando. ¿Cuál es la situación veinte años después?

“Hay un concepto básico sobre el que nunca hubo duda: si hay más gases de efecto invernadero, hay mayor temperatura”, destaca el doctor Vicente Barros, vicepresidente del IPCC, y profesor emérito del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, de Exactas-UBA. Pero, dado que el clima tiene diversas causas de variabilidad, se dudaba de que el calentamiento observado en el último siglo se debiera a la actividad humana.

Mayores certezas

Sin embargo, a comienzos de este siglo se pudo mostrar que el calentamiento, al menos el producido desde 1950, responde, en parte, a una causa antrópica. El IPCC lo confirmó por primera vez en su cuarto informe, en 2007. “La forma de comprobarlo fue viendo cómo los modelos reproducen las condiciones del pasado”, asegura Barros.

Así, los registros de temperatura desde el año 1900 fueron incorporados en los modelos, que son una representación de los procesos atmosféricos y oceánicos que pueden ser formulados en términos de ecuaciones físico-matemáticas. De este modo, se vio cómo evolucionaba la temperatura con y sin el aumento de gases de efecto invernadero. Sin los gases, los modelos se adecuaban a la realidad, pero solo hasta 1950. A partir de ese momento, la temperatura de la Tierra empezó a calentarse mucho más de lo que indicaba el modelo sin los gases de invernadero.

Por su parte, la doctora Inés Camilloni, investigadora en el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA) de UBA-CONICET, señala que “en estos veinte años se produjo un gran avance en los modelos climáticos, que es la herramienta con la cual se construyen los escenarios futuros”, y agrega: “Se mejoró la representación de muchos de los procesos que ocurren en el sistema climático”. En el primer informe del IPCC, los procesos de la atmósfera se representaban en forma mucho más rudimentaria, y algunos componentes quedaban excluidos, como el hielo, la vegetación y los aerosoles, que son partículas en suspensión en la atmósfera, y pueden tener un origen natural (erosión o erupciones volcánicas), o ser resultado de procesos de combustión.

El mayor número de observaciones, la mejora en la forma de representar los procesos físicos y el desarrollo de computadoras más potentes permitieron aumentar la resolución de los modelos. Por ejemplo, la atmósfera puede ser dividida en numerosos niveles, lo mismo que los océanos, y puede representarse la orografía. “Estos avances hacen que los modelos sean más confiables, porque representan mejor el clima observado”, subraya Camilloni, y prosigue: “Pero también en estos veinte años cambió cómo se representan los cambios a futuro”.

Escenarios más detallados

Los escenarios para lo que resta del siglo incluyen los cambios en tres componentes: los gases de invernadero, los aerosoles y la cobertura y uso del suelo. Toda esta información se traduce en proyecciones de cambio de temperatura y de precipitación. Además, los modelos siempre mostraban más habilidad para proyectar la temperatura. “Ahora los escenarios futuros presentan mayor nivel de detalle sobre los cambios esperados en la precipitación”, especifica.

Asimismo, hoy se ha logrado disminuir el grado de incertidumbre debido a que los especialistas trabajan con un mayor número de modelos. “En el informe del IPCC de 2007 tuvimos

veinte modelos, hoy hay unos cuarenta, con mayor nivel de detalle y menor grado de incertidumbre, y todos muestran cambios en el mismo sentido y en el mismo orden de magnitud. Y esa concordancia puede medirse con metodologías estadísticas”, explica Camilloni.

También se hacen simulaciones de la variabilidad interna del clima, y se comparan con las proyecciones que incluyen los forzantes humanos. Si los cambios que se proyectan son mayores que la variabilidad interna, quiere decir que el aumento de temperatura pronosticado se debe a la acción humana. “Son herramientas sofisticadas para cuantificar la incertidumbre y después comunicarla”, describe Camilloni.



Helisson O.Rocha/Flickr

El calentamiento es una realidad: en el planeta hubo un aumento promedio de la temperatura de siete décimas de grado desde que se inició la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII. Pero ese calentamiento no es homogéneo, sino que es mayor en los continentes y en las altas latitudes del hemisferio norte, pues, al aumentar la temperatura, retroceden los hielos, que reflejan la luz y ayudan a enfriar. Además, hubo cambios en los vientos y se aceleró el ciclo hidrológico, así en algunas regiones aumentaron las lluvias. También se incrementó la temperatura en la superficie del mar, y en las capas más profundas de los océanos, donde se acumula el 90% del calor.

Los escépticos de siempre

Si bien el cambio es innegable, la causa ha sido un factor de discusión. Así, muchos de los escépticos atribuían el fenómeno al aumento de la radiación solar. Pero esta empezó a decaer en las últimas tres décadas, que justamente fueron las más cálidas de todo el registro histórico, y cada una más que la anterior, según indica Barros.



Billy Wilson

Los geólogos también se han mostrado escépticos. “Es lógico, ellos están acostumbrados a mirar la Tierra en una escala de tiempo de miles o millones de años, y este es un problema de una escala del orden de cien años”, reflexiona el especialista.

El año 1998 fue muy cálido, luego la temperatura bajó y volvió a subir, pero sin superar la de ese año. “Como los modelos habían proyectado un aumento, eso alimentó el fuego sagrado de los escépticos que dicen que los modelos no funcionan, sin embargo la década 2001-2010 fue la más cálida”, dispara Barros.

Hay distintos tipos de escépticos. Están los que niegan todo: tanto que haya cambio climático como que la causa sea humana. Otros admiten el cambio climático, pero niegan el factor antrópico. “Es la corriente que predomina entre los políticos republicanos”, comenta, y agrega que “muchos de estos escépticos activos en los medios son los mismos que negaban la relación entre el cigarrillo y el cáncer”.

Claramente, las distintas posiciones responden a intereses. “Hay intereses de ambos lados”, señala. Por un lado, los intereses del petróleo y el carbón; por el otro, los de las energías renovables. También, según el país, difiere la posición: no es lo mismo el que importa hidrocarburos que el que los exporta.

No obstante, hay un tercer grupo de escépticos: los que admiten el cambio climático y las causas antrópicas, pero consideran que las consecuencias previstas son exageradas. Barros reconoce que en algunos casos no les falta razón.

Un escéptico famoso es el economista holandés Richard Tol, que fue coordinador de uno de los grupos de trabajo del IPCC

y consideraba que los informes eran demasiado alarmistas. En su opinión, hay factores, como la pobreza, que pueden afectar mucho más que el cambio climático. Si bien esto puede ser cierto a nivel global, en países o regiones muy pobres una tormenta severa puede barrer con el crecimiento económico logrado en muchos años.

En cuanto a los efectos del cambio climático sobre los seres humanos, es muy difícil distinguir con certeza entre los distintos factores en juego. “Muchas veces, un problema económico suscitado por el clima puede generar un conflicto político, y luego no se sabe cuál fue la causa, como sucedió en Darfur, África”, ejemplifica Barros. En Darfur, una región de Sudán, en la década de 1980 se iniciaron enfrentamientos entre grupos étnicos, motivados por una competencia por los escasos recursos y el avance de la desertificación y las sequías que provocaron una gran hambruna. Los conflictos agravaron el problema causando la muerte de cientos de miles de personas y migraciones forzosas.

“Cuando se habla de cambio climático, mucha gente dice ‘creo’ o ‘no creo’, mientras que nadie discute el cáncer o la diabetes. A la gente la convencen los hechos, y los modelos climáticos estiman lo que sucederá en el 2100, pero eso la gente no lo ve”, razona Barros. Cuando en Estados Unidos se mide la percepción pública del cambio climático, el valor llega al 65% luego de haberse producido un huracán o una ola de calor. Si, por el contrario, no ha sucedido ningún evento severo o la temperatura disminuye, el porcentaje baja a un 45%.

El investigador advierte: “En este tema, dependemos de la opinión pública, porque si ella no se involucra, los gobiernos

Organismos y acuerdos

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) fue creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Realiza una evaluación periódica de los conocimientos sobre el cambio climático y elabora informes especiales y documentos técnicos. Publicó cuatro informes: en 1990, 1995, 2001 y 2007. El quinto informe estará listo este año. En 2007 el IPCC obtuvo el Premio Nobel de la Paz, compartido con Al Gore, quien fuera vicepresidente de los Estados Unidos desde 1993 hasta 2001.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscripta en 1992 en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro y ratificada por 195 países, es un tratado internacional que reconoce los posibles efectos del cambio climático. Para su aplicación, se aprobó en 1997 el Protocolo de Kioto (Japón), que entró en vigor en 2005, una vez ratificado por Rusia, y sin la adhesión de Estados Unidos. El Protocolo fijó objetivos de reducción o de limitación de las emisiones de gases de invernadero para los países desarrollados y las economías en transición para el período 2008-2012. En 2007 se inició la negociación para elaborar un acuerdo a ser aplicado a todos los emisores de gases de invernadero. Se espera concluir el acuerdo en 2015, con metas de emisión para el 2020.



no van a actuar, por eso es necesario hacer llegar este concepto a la sociedad”.

¿Qué se espera para el futuro? Según Barros, ahora, estamos en el escenario más complicado de todos los que se habían pensado. La tendencia de las emisiones va a seguir la trayectoria de una economía basada en la rentabilidad y en los hidrocarburos, porque son más baratos. Una esperanza son los desarrollos tecnológicos que podrían contribuir con las energías renovables. Por ejemplo, la nanotecnología podría lograr celdas solares con mucha mayor eficiencia. Asimismo, ya se están desarrollando biocombustibles que no están basados en el azúcar o el almidón, sino en la celulosa.

Pero ¿cuál es la voluntad de los países para reducir las emisiones?

Asumir compromisos

El Protocolo de Kioto, firmado en 1997, fijó objetivos de reducción de emisiones para los países desarrollados, pues se suponía que los países en desarrollo tardarían décadas en igualar esas emisiones, pero hoy esas naciones ya están emitiendo más que los países desarrollados. De hecho, el mayor emisor es China, que superó a Estados Unidos. Es que los países en desarrollo están creciendo económicamente al doble o más que los desarrollados. “Por eso resulta necesario que esos países asuman compromisos sobre sus emisiones, aun cuando estas, per cápita, sean menores que las de los países desarrollados, porque, si no, no hay solución al calentamiento global”, advierte Barros, y prosigue: “En la negociación internacional no hay exigencias para los países más pobres, pero sí las hay para los emergentes, entre los que nos encontramos”.

Estados Unidos, que nunca suscribió el protocolo de Kioto, disminuyó sus emisiones desde el 2006 gracias a la transformación de sus centrales eléctricas, basadas en carbón, a *shale gas*, que emite la mitad que el carbón y es mucho más barato. “No es improbable que ese país se anime a suscribir un acuerdo en la 21ª Conferencia de las Partes (COP) que se desarrollará en 2015 en París. Por su parte, China ya tiene una ley de reducción de las emisiones en relación con el producto bruto. Si hay coincidencia entre China y Estados Unidos, el acuerdo se hace”, asegura Barros.

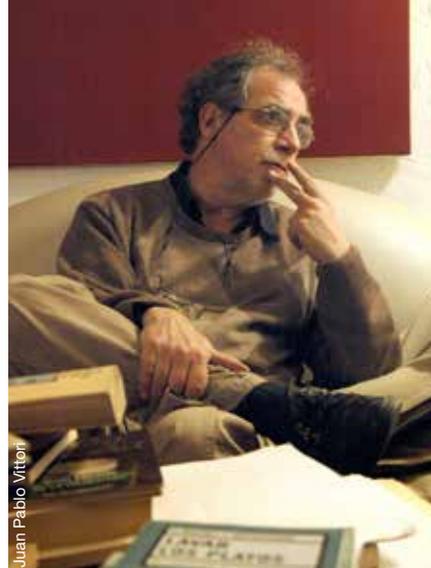
Hasta ahora Argentina no ha tomado grandes medidas para reducir emisiones. Según Barros, si se suscribe el acuerdo en 2015, “habrá que prepararse”. Y detalla: “En emisiones brutas, estamos en un 60% de lo que emite Italia, y emitimos más que Holanda, Bélgica, Portugal, Suecia, Finlandia o Grecia, que están entre los países desarrollados y van a tener que asumir compromisos.”

Un aspecto positivo para nuestro país es que si se concretan reducciones globales de emisiones, seguramente habrá que recurrir a la captura de carbono del aire. Para ello se deberá recurrir a una expansión del área forestada y a los biocombustibles. En ambos casos esto representará una nueva oportunidad económica.

Europa en conjunto está cumpliendo con las reducciones asumidas en el Protocolo de Kioto, al igual que Nueva Zelanda y Australia. “Lo que falta, por un lado, es que los nuevos compromisos tengan implicancia legal y que haya sanciones para quien no cumple. Por otro lado, es necesario establecer formas de control, aunque China y muchos de los países en desarrollo no quieren controles. En ellos predomina la desconfianza sobre el cambio climático”.

En veinte años, el avance del conocimiento permitió tener mayores certezas sobre los cambios en el clima y sus causas. Lo que aún está pendiente es el compromiso de los países para reducir las emisiones.

Leonardo



Armando Doria | mando@de.fcen.uba.ar

Fumaba. Leonardo Moledo fumaba y fumaba. Lo hacía en su casa, en bares (cuando se podía) y en la calle. También, se sabe, fumaba a escondidas adentro de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, que es un edificio libre de humo. Visitaba seguido Exactas, el lugar donde se graduó de matemático. Cada tanto, se daba una vuelta a recorrer laboratorios de la Facultad, agrupaba investigadores para matar más de un pájaro por tiro y aprovechar el viaje. En dos o tres horas charlaba de física, meteorología, nanotecnología, evolución o lo que fuera. Moledo era un tipo curioso y preguntón pero, además, le gustaba dejar en claro que podía aportar algo a la charla, que no era un mero escuchante.

El material que extraía de los investigadores se iba transformando en los diálogos casi mayeúticos que publicaba cada miércoles en la sección de ciencia del diario *Página 12*. De su lectura se desprende que no solo le interesaba y divertía la ciencia y la tecnología, sino que le divertía mucho escribir, jugar con las palabras propias y ajenas. Esa relación llena de finura, sabiduría, caos y absurdo con el discurso divulgativo era un poco el espejo de su personalidad.

Además de escribir sin pausa artículos y libros y llevar adelante la sección de ciencia y el suplemento *Futuro* de su diario de toda la vida, tuvo su época dorada en el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires durante la gestión Tellerman. Ahí fue que logró entusiasmar a muchos porteños con el cielo y la Tierra y armó inolvidables ferias de ciencia durante las vacaciones de invierno, dándole a los chicos de

la Ciudad una oportunidad que se perdió abruptamente con su alejamiento de la gestión. "Asumí en octubre de 2000 y, por aquel entonces, el Planetario era un ícono porteño pero a la vez era una institución muerta, un instrumento escolar en el cual no había ni siquiera un astrónomo o un telescopio", solía explicar con un orgullo que terminó en decepción, al comprobar que su ímpetu no había llegado a convertirse en una política estable.

Hoy una realidad similar lo viven su vieja sección de ciencia y el suplemento *Futuro*, que parecen haberse discontinuado con su partida. Será entonces que nos queda a los que seguimos por acá, continuar bregando por mantener los espacios donde la razón y la pasión hagan la diferencia y, de paso, recordar al tipo más despeinado del mundo y con más lentes colgados en el cuello, fumando a escondidas en un mundo donde no se puede fumar.

¿Cómo acercarte a la ciencia en tres pasos?



1 visitá

Noticias Exactas en <http://noticias.exactas.uba.ar>



2 sumate

a <http://facebook.com/NoticiasExactas> para recibir todas las novedades



3 seguinos
por Twitter a través de @noticiasexactas

noticias.exactas.uba.ar

el servicio de información científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

En el 20° aniversario de la revista, un relato de campaña diferente, en vivo y en directo.

Río de ciencia

Cecilia Draghi | cdraghi@de.fcen.uba.ar
Fotos: Diana Martínez Llaser

Todos a bordo. Finalmente tras varios intentos fallidos llegó el día de la cita esperada: 19 de junio a las ocho de la mañana, en el porteño Club Universitario de Buenos Aires (CUBA). En el velero oceánico *La Sanmartiniana*, de la Fundación FIPCA (Fundación Interactiva para Promover la Cultura del Agua), expertos de Exactas y de la CONAE ultiman detalles antes de zarpar con una precisa misión científica: recolectar muestras de agua y efectuar mediciones radiométricas que sumen datos para poder

elaborar –a partir de imágenes satelitales– un mapa de los sedimentos del Río de la Plata, uno de los estuarios más turbios del planeta. No irán solos: integrantes del *staff* de *EXACTamente* también serán de la partida.

“A lo largo de una línea recta tomaremos muestras en catorce sitios, donde mediremos la turbidez. Queremos saber si la concentración de los sedimentos varía a lo largo del año, y cómo depende de variables meteorológicas la descarga de los ríos tributarios, entre otras cosas”, indica, con el mapa del derrotero en mano, Diego Moreira, licenciado en Ciencias Oceanográficas, a cargo de

A bordo del velero *La Sanmartiniana*, expertos de Exactas-UBA y de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) auscultaron el Río de la Plata, uno de los estuarios más turbios del planeta. A lo largo de trece horas, se tomaron muestras de agua y se realizaron medidas radiométricas para poder elaborar un mapa de sedimentos.

EXACTamente formó parte del viaje para contar todo lo que sucedió.

esta campaña que cruzará el “charco” compartido entre Argentina y Uruguay. Esta misión contribuye a varios proyectos científicos nacionales que se zambullen en la dinámica rioplatense para clarificar un poco más los procesos de transporte de sedimentos, erosión costera, el avance de las islas del Delta, la cantidad de nutrientes para los peces y qué ocurre con los contaminantes, entre otros.

La expedición navegará por más de trece horas, casi llegará a la isla Farallón, muy cerca de Colonia, en Uruguay, y volverá, con algunas peripecias a bordo, pasadas las 21.00, al mismo sitio de donde partió, el CUBA, a unas cuadras de la Ciudad Universitaria.

El día es perfecto y no es casual. La salida de esta misión fue tres veces postergada porque no solo había que combinar factores como contar con el velero, el personal a bordo, los científicos y equipos necesarios, sino también con las condiciones climáticas adecuadas y, como si fuera poco, que allá arriba, los satélites también estuvieran ubicados en el lugar justo. “Es fundamental que el día esté despejado, sin nubes que puedan alterar las mediciones, pero con viento suficiente para realizar la navegación.

Además, hay que combinarlo con las fechas en que ciertos satélites pasan para tomar imágenes sobre esta zona del planeta”, relata Diego, próximo a concluir su tesis doctoral en este tema, bajo la dirección de la doctora Claudia Simionato, directora adjunta del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/CONICET-UBA) con sede en Exactas-UBA.

Soltar amarras

Pasadas las 8.00, el motor se enciende y partimos. Somos siete, algunos no nos conocemos, otros llevan varias campañas juntos. Poco a poco, casi sin darnos cuenta, seremos todos un equipo, listos para hacer lo que se necesite. Con este espíritu de ayuda mutua, Ivanna Tropper, biotecnóloga de la CONAE, no duda en tomar el balde para la primera muestra de agua, mientras Diego, con GPS en mano, establece el punto exacto para realizar la medición. Justo en el lugar indicado, se arroja el recipiente al estuario para recoger un poco de ese “mar dulce”, como lo llamó el navegante Juan Díaz de Solís. Parte de ese líquido marrón amarillento se volcará en un frasco y se guardará en una heladera portátil. La misma operación se repetirá trece veces más.

Atrás va quedando la ciudad de Buenos Aires, que no hace honor a su nombre: una capa de esmog la cubre. Es la única mancha gris que altera un diáfano cielo azul. La brisa, que normalmente acaricia, no es percibida igual cuando ocurre en el día más frío de lo que va del año, y menos aún, cuando sucede en medio del río. Estamos poco a poco internándonos en su territorio, auscultándolo. Van casi dos horas de la partida, y cada uno va encontrando su lugar en este mundo flotante de 16 metros de largo y 4 metros en su parte más ancha.

“Rumbo 60”, indican al que está a cargo del timón. El resto ayuda a izar las tres velas. Por fin, el motor con su molesto ruido queda apagado. Ahora solo se escucha el sonido del agua golpeando la proa mientras una “rachita” (o fuerte ráfaga de aire) nos impulsa con ganas.

Ya somos pasajeros del viento. El velero oceánico, que sabe de travesías, está en su salsa; se mece, avanza por momentos a 7 nudos (unos 12 kilómetros por hora) que sobre el agua dan sensación de mayor velocidad. A veces, la navegación genera mareos o malestar, pero en mi caso produce el efecto contrario: cosquillas en el alma. Río en el Río de la Plata. Uno



es acunado sobre una masa de vida generosa como es el agua, y se siente chiquito en esa inmensidad. La pequeñez es la mejor dimensión humana para reverenciar la naturaleza.

“Hoy es un gran día porque está totalmente despejado y justo pasa por esta zona el satélite Landsat 8 a tomar imágenes de media resolución, que luego serán usadas en nuestros estudios”, dice entusiasmado Juan Gossn, quien investiga la validación de imágenes satelitales en su tesis de licenciatura en Física, dirigida por la doctora Ana Dogliotti (IAFE/CONICET-UBA).

“El día será perfecto, pero prefiero el Caribe”, bromea Bill Davidson, el capitán, arquitecto de la UBA y nauta desde hace más de cuarenta años. No le gusta para nada el frío, y el próximo destino lo hará tiritar: un viaje de seis meses por latitudes australes. Partirá rumbo a Ushuaia, la Isla de los Estados e, incluso, Malvinas, en otra expedición científica a bordo de La Sanmartiniana.

En el momento y lugar justos

“Estamos a nueve minutos de la próxima medición”, avisa Diego, luego de tomar datos del GPS para indicar la ubicación, y de completar sus apuntes. A prepararse.

Aparece en escena un aparato de una dimensión un poco menor a un cajón de manzanas, que cuesta unos 60 mil dólares y está bajo el estricto control de Ivanna. Se trata del espectroradiómetro de campo que realizará las mediciones tan esperadas. Es que deberán efectuarse en el mismo momento en que el Landsat 8, el satélite de la NASA, sobrevuele por esta zona del Río de la Plata para tomar imágenes. Esto no ocurre a diario, sino cada 16 días. “En este proyecto –relata Ivanna– hago medidas radiométricas, las cuales dan una idea de la cantidad de energía electromagnética que, en este caso en particular, es reflejada por el agua. Estos datos son los que se utilizan para calibrar sensores y validar cómo ve el satélite lo que está pasando en la Tierra”.



La expedición, con el equipo científico y el equipo de redactora y fotógrafa de EXACTAMENTE, hizo un viaje hasta las costas de Colonia (Uruguay) y volvió a Buenos Aires; tomando muestras de agua, y haciendo mediciones radiométricas y fotométricas en concordancia con el paso de los satélites.

Se busca cotejar los datos. “El satélite da un determinado valor de turbidez, las muestras de agua en ese mismo momento arrojan un determinado valor de turbidez, y el radiómetro en el mismo momento capta cómo se comporta el agua en función de la energía que refleja. La idea es compararlos para ver si coinciden o si requieren algunos retoques para ajustar las estimaciones satelitales”, relata Diego.

A través de Internet, se puede averiguar el programa de satélites que orbitan cada día sobre nuestras cabezas, a 705 kilómetros de altura, en el caso del Landsat 8. “Si bien hoy, como lo hacen todos los días, pasan el MODIS-Terra, el MODIS-Aqua y el VIIRS NPP; nos interesa particularmente el Landsat 8, que es de mejor resolución espacial y obtiene imágenes muy detalladas”, indica Juan.

A las 10.30, el Landsat 8 andará justo encima de nosotros, y luego, a las 14.00, lo hará el MODIS-Aqua. A alistarse. Juan se coloca el arnés y se ata a la línea de vida para evitar cualquier contratiempo que pueda arrojarlo al agua, Ivanna da las indicaciones desde la computadora y Diego toma algunas fotos. “Más a estribor”, gritan, para que la nave se ubique justo frente al sol. La posición debe ser exacta para que sea apta para la medición. Hay que estar en el momento preciso y en el lugar justo. (“¡Y sin olas!”, ruegan). Todos trabajan en conjunto para apuntar el radiómetro hacia el sitio indicado. “Cielo”, “Tierra”, “Listo”, dirá Ivanna una y otra vez. Durante la operatoria, todo es concentración.

El barco debe estar lo más quieto posible para que el trabajo se pueda hacer

correctamente. “La primera vez que salimos, en diciembre pasado –recuerdan–, había vientos de 45 kilómetros por hora y unas olas terribles. El debut fue muy movido”. Hoy, el panorama es de mayor quietud, pero hay que estar atentos porque no estamos solos, otras embarcaciones pueden cruzarse.

Cuando concluye la medición, La Sanmartiniana retoma velocidad hasta el próximo punto a estudiar. Siempre cuidando de no deslizarnos hacia zonas peligrosas de barcos hundidos. El Río de la Plata tiene muchos, es un verdadero cementerio náutico.

“Ojo, que si seguimos así, vamos con rumbo de colisión con aquel buque de carga”, enseña Bill, a quien en ese momento está al mando del timón. Él es un maestro de alma, e imparte nociones náuticas a todos los que abordan la nave de FIPCA.

“Este es el único velero –dice Bill con orgullo– que toma muestras y está abierto a todos los científicos que requieran moverse por agua para cumplir con sus proyectos”. Por ejemplo, FIPCA firmó convenio con el CIMA a través de la UBA para hacer esta salida, que ya es la séptima. “Nosotros, como una fundación sin fines de lucro, acercamos el río a la gente que no tiene posibilidad de navegar. Recién venimos de un viaje al Litoral donde estudiamos la hidrovía. Ahora, estamos preparando el barco para ir al Sur. El objetivo es siempre que la gente comprenda la importancia de nuestros recursos. Vivimos de espaldas al mar, pero este nos da la pesca, el petróleo, y minerales como los nódulos de manganeso... La idea es colaborar con la

juventud, que es el futuro del país, que conozca lo que tenemos y lo sepa defender”, subraya, que también es especialista en arquitectura sustentable.

Goles científicos

Con el mundial de fútbol en Brasil a la vista, es imposible que no se convierta en tema de charla en medio de una medición y otra. “Nosotros también podemos decir que estuvimos en Río, el nuestro”, pienso, mientras Diego anuncia: “Ahora voy a hacer la medición con el fotómetro”.

Se trata de un aparato pequeño que “mide cuál es la radiación solar incidente en el punto que se está midiendo. Teniendo en cuenta que la radiación solar es constante, a través de distintos algoritmos, lo que calcula es la concentración de aerosoles, ozono, dióxido de carbono en la atmósfera. Estos datos sirven, de alguna manera, para generar los modelos de correcciones atmosféricas”, explica Ivanna.

Ella ya ha hecho varias campañas y destaca que algunas de estas mediciones “sirven en el diseño del nuevo satélite brasileño-argentino para el estudio del agua, SABIA-Mar”. Este es un proyecto de CONAE junto con la Agencia Espacial Brasileña y el Instituto Nacional de Desarrollo Espacial del Brasil. “La misión SABIA-Mar está concebida para proporcionar información y productos

a los estudios de los ecosistemas marinos, el ciclo del carbono, la cartografía de los hábitats marinos, las costas y los peligros costeros, aguas continentales, y contribuir a las actividades de pesca”, precisan en www.conae.gov.ar.

Esta expedición no tiene solo la mirada puesta en el agua. Juan mira alto. “Estoy haciendo mi tesis de licenciatura sobre algoritmos de corrección atmosférica para poder relacionar los datos que obtenemos en el estuario con lo que mide el satélite”, comenta. Para los científicos, la atmósfera presenta problemas al tener componentes que perturban la radiación total que llega al sensor, como los aerosoles (el esmog). “Hay que sacar ese ruido para obtener la señal que proviene del agua. Si bien hay estudios de cómo los aerosoles están distribuidos en la atmósfera, estos varían regionalmente y son poco conocidos en esta zona. Para eso sirven los datos que se toman acá”, revela.

Dar la vuelta

Tal como estaba planificado, las tareas se cumplen al pie de la letra con el derrotero original. Diego está muy satisfecho. “Logramos realizar las catorce mediciones programadas”, remarca.

A casi una hora de alcanzar Colonia, damos la vuelta hacia casa. Satisfechos,

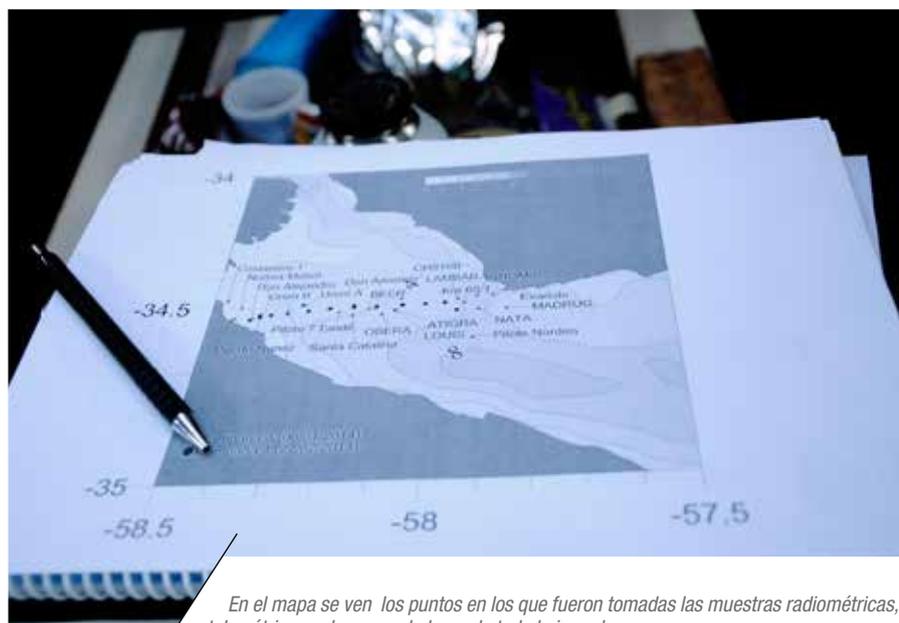
más relajados, momento de brindis, juego de dados, mate, galletitas, explicaciones científicas, chistes, historias de amores y desamores. En ese grupo en que, a poco de abordar la nave, éramos en gran parte extraños, ya parecemos viejos conocidos.

“Orzalo, así puedo repicar”, dice Bill en castellano náutico, a poco de iniciar el regreso al que define como “un largo y penoso proceso”. Solo unas horas después entenderemos por qué. Es que no hay guante, gorro, campera o bufanda que proteja del frío cuando baja el sol. Como sabe esto, Bill ofrece frazadas que sientan muy bien.

Ya de noche, brillan las luces de Buenos Aires. Falta un poco para llegar a tierra, a la amarra de cortesía que prestó el CUBA. Cada uno va pensando en lo que hará después. Bill planea llevar el barco a San Fernando; Diego y su equipo, volver a los laboratorios de Exactas donde otros integrantes del grupo los están esperando para analizar –quizás hasta la medianoche– las catorce muestras de agua; Ivanna en devolver el costoso radiómetro a la CONAE. El resto, en llegar a casa y cenar algo caliente.

Las cavilaciones siguen su curso y el viaje de regreso, también. En medio de la oscuridad, pasadas las 20.00, se divisa la costa muy cerca, el estadio de River Plate se ve monumental. De pronto, todo queda lejos. Es que *La Sanmartiniana* se detuvo de repente. Se varó. Tocó fondo, el mismo fondo cubierto de los sedimentos que, paradójicamente, había ido a estudiar.

Atrapado por la baja profundidad, el velero queda estancado en el fango. Entonces, todos juntos tenemos que hacer contrapeso para moverlo, y surgen los comentarios de rigor: “Hoy nos quedamos a dormir en el río”. Por suerte, estaba Bill y, con su habilidad de años de navegadas, fue moviendo la nave hasta finalmente sacarla a flote y llevar a todos a buen puerto. La expedición *Plata a fondo*, del mes de junio, llega a su fin. Misión cumplida. El mes próximo, el mismo desafío los espera.



En el mapa se ven los puntos en los que fueron tomadas las muestras radiométricas, telemétricas y de agua a lo largo de toda la jornada.



Bitácora de la Sanmartiniana

Los marinos a diario anotan lo acontecido a bordo en el cuaderno de bitácora. En este cruce del Plata se produce un hecho inédito: por primera vez, fotógrafa y periodista de la revista comparten en vivo y en directo un día de campaña. Aquí, algunos datos de esta bitácora, que nunca fue tan real.

Jueves, 19 de junio de 2014

8.05. Todos a bordo de La Sanmartiniana. Somos 7. Sol a pleno, frío a pleno. Río calmo.

8.09. Salimos del CUBA. Buenos Aires no hace honor a su nombre, porque se ve el manchón gris del smog que la cubre.

8.19. Diego, con GPS en mano prepara todo para la primera muestra de agua para analizar los sedimentos. Ivanna va en su ayuda: ella tira un balde al estuario y guardará parte de su contenido en un frasco. La ciudad queda atrás y, adelante, el sol va tomando fuerza. El río parece plateado, haciendo honor a su nombre.



9.15. Segunda muestra de agua. Casi sin detenerse el velero avanza impulsado por el motor.

9.57. Primera toma con el radiómetro. El velero debe aminorar su velocidad y estabilizarse para que la medición logre realizarse con éxito. Tercera muestra de agua.

10.20. Despliegue de velas; se apaga el motor y su ruido molesto. Ahora somos pasajeros del viento.

10.30. Momento clave y esperado. Medición radiométrica que coincide con el paso del satélite Landsat 8 que toma imágenes del Río de la Plata.



10.58. Muestra de agua y medición fotométrica para calcular la concentración de aerosoles, ozono, dióxido de carbono en la atmósfera. El clima a bordo es de un equipo a pleno. Todos hacen todo.

11.20. Otra muestra de agua

11.51. Medición radiométrica, de datos de la atmósfera y de agua, que cada vez se hacen más rápidas y sincronizadas.

12.20. Muestra de agua para medir turbidez. Maniobras para evitar interponernos en la ruta de otro buque.

12.50. El velero aminorar la velocidad para hacer nuevas mediciones radiométricas. Algo de hambre, pero falta aún para la sopa y los sándwiches. Primero, hay que terminar el muestreo.

13.21. Barcos hundidos cercanos, extremar cuidado. Muestra de agua.

13.41. Muestra telemétrica, que coincide con el paso del satélite MODIS-Agua.



14.10. Se avista claramente la ciudad uruguaya de Colonia. Tomamos otra medición.

14.30. Última medición cercana a la isla Farallón en Uruguay.

14.50. Emprendemos el regreso. Adiós Colonia. Rumbo a Buenos Aires, que a esa altura ni se ve.



16. Brindis a bordo, momento de relax. Buena navegación, a pesar de que tenemos bastante viento en contra. Bill no oculta su pasión por la náutica y cede el timón a quien quiera experimentar la sensación de tener un velero en sus manos.

18. Cae la tarde. Mucho, mucho frío. Campera, gorro, bufanda, guantes... nada alcanza. Por suerte, Bill ofrece frazadas. Las luces de Buenos Aires se encienden y tienen ese no sé qué.

20.30. Casi estamos arribando al CUBA. De pronto, el barco se detiene. Estamos varados. Todos a ponernos del mismo lado para que nuestro peso mueva algo a La Sanmartiniana. Bill al timón tomará las decisiones que finalmente nos sacarán literalmente del fango.

21 (y algo más).

Llegada.



Industria espacial

Arsat-1, el geoestacionario argentino

Ya está iluminándonos desde el cielo el satélite de comunicaciones geoestacionario Arsat-1, el primero de fabricación argentina, que brindará servicio de televisión gratuita, telefonía e Internet, entre otros. De esta manera, Argentina se suma al selecto club de apenas ocho países en todo el mundo poseedor de la tecnología necesaria para semejante proeza.

Ricardo Cabrera | ricutti@qi.fcen.uba.ar

El satélite ARSAT-1 comenzó a construirse en 2010 a cargo de la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales ARSAT S.A. (formada ciento por ciento por capitales del Estado), dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. INVAP, otra empresa estatal (en particular, de la provincia de Río Negro) lo desarrolló y armó bajo los requerimientos de ARSAT. En agosto de 2014, fue trasladado a Guyana Francesa, país muy cercano al plano ecuatorial, desde donde fue lanzado al espacio. La inversión total fue de 280 millones de dólares, que

habrán de amortizarse en menos de tres años. A partir de ahí, será pura ganancia.

Entre otros servicios que el satélite brindará para la Argentina y todo el continente americano, se destaca la distribución gratuita de señal de la televisión digital abierta (TDA), de señales para cable operadores y de contenidos hacia afuera de la Argentina. Además, ofrecerá conexión a Internet y participará en la industria de la telefonía celular para cubrir zonas aisladas donde actualmente no hay señal o la cobertura es deficiente.

ARSAT-1 comenzará a operar en órbita geoestacionaria de 71,8° Oeste. Es

lanzado por medio de uno de los lanzadores que opera desde la Guyana Francesa (el cohete Ariane-V), a cargo de la empresa europea Arianespace. La masa total de lanzamiento –contando el satélite y su propio combustible– es de alrededor los 3000 kilogramos. El cohete lanzador lo deja en una órbita de unos 300 kilómetros de altura, proceso que lleva unos 30 minutos (y pega unas cuantas vueltas en esa órbita, calibrando los controles). A partir de ahí, el Arsat-1 se arregla por su cuenta: un primer impulso propio lo llevará a una órbita de transferencia muy elíptica. Manejado desde la Estación Terrena Benavídez, en el norte del conurbano bonaerense, el personal de control irá ampliando la órbita y acercándola al plano ecuatorial hasta los 36.000 kilómetros de la Tierra. Al llegar, pierde mucha velocidad. Pero eso no importa, porque justo en ese momento vuelve a prender los motores para ganar la velocidad necesaria para quedarse en una órbita definitiva, ecuatorial y geoestacionaria. Todavía debe reservar suficiente combustible para reestacionarse todas las veces que sea necesario durante los quince años que estará en servicio. Y aún debe reservar un poco de



Foto: <http://www.minplan.gob.ar/>

combustible para salir definitivamente de órbita y dejar vacante el lugar para su reemplazo. En las maniobras de puesta en órbita, consume el 80% de su combustible. El 20% restante debe durar quince años.

Los servicios que prestará Arsat-1 (y sus seguidores) abarcarán a varios países de la región: Paraguay, Chile, Uruguay, Brasil, entre otros, afianzando y reforzando las políticas de integración regional. Con la puesta en funciones de este satélite, Argentina se convirtió en uno de los apenas ocho países en el mundo entero que tienen la capacidad de desarrollar y producir sus propios satélites, junto a Estados Unidos, Rusia, China, Japón, Israel, India y la Eurozona.

Geoestacionarios

Pero ¿qué es un geoestacionario? Un satélite geoestacionario orbita dando una vuelta completa en exactamente 24 horas, el mismo tiempo en que la Tierra da una vuelta completa sobre sí misma. Si el satélite gira en el mismo sentido que la Tierra y está bien colocado, entonces se hallará siempre sobre la misma posición terrestre. Es

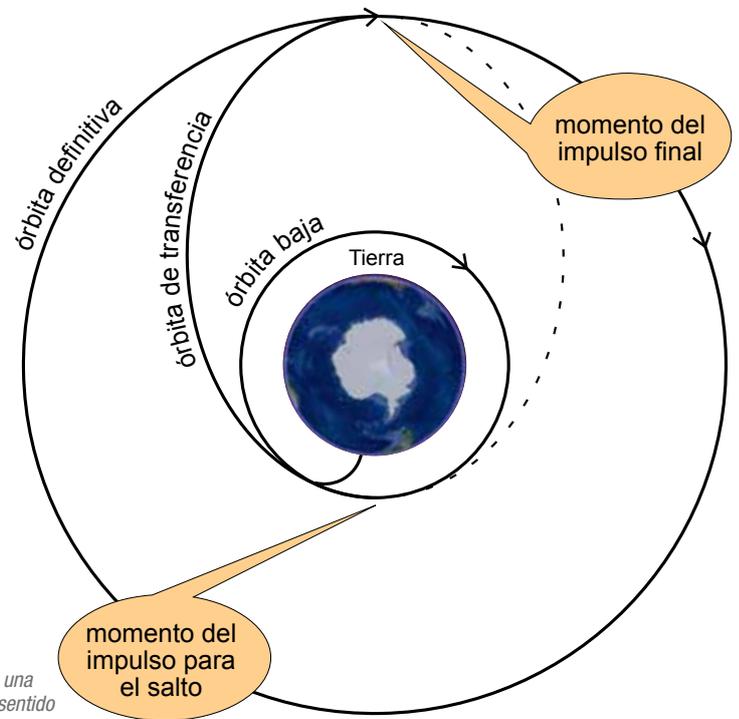
como tener una estación de retransmisión de radio y televisión en la punta de una súper torre de 36.000 kilómetros de alto, pero sin la torre.

¿Hace falta que esté tan lejos? No cabe otra posibilidad. Las leyes de Newton anticipan que los satélites (ya sean artificiales como naturales) orbitan de forma tal que el cuadrado del período (tiempo que tardan en dar una vuelta completa) es proporcional al cubo de la distancia al centro del planeta. Esa relación la descubrió el astrónomo alemán Johannes Kepler en el siglo XIV y se simboliza resumidamente como $T^2 = k d^3$.

No se sabe precisamente quién fue el que se dio cuenta de que colocando un satélite lo suficientemente lejos podía lograrse que orbitara con un período de 24 horas, pero suponemos que fue el ingeniero esloveno Herman Potonik, que además hizo el cálculo de la distancia y obtuvo unos 42.000 kilómetros (si le restamos el radio terrestre obtenemos los 36.000 antes mencionados). Inmediatamente, captó el salto crucial que tendrían las telecomunicaciones. Las ondas de radio viajan en línea recta, no pegan curvas. Y, como

la superficie de la Tierra es redonda, para comunicarse por radio de un lugar a otro hay que poner las antenas en lo alto. Si las pusiésemos pegadas a la superficie, las transmisiones se perderían en el espacio y no podrían ser “escuchadas” por ningún receptor en la superficie. Si queremos propagar nuestra señal lo más lejos posible, necesitamos construir torres de transmisión cada vez más altas, y eso cuesta mucha plata. Pero si tenemos una torre virtual de 36.000 kilómetros de altura, y en la punta le colocamos nuestro transmisor, aquello que transmita se podría escuchar por casi la mitad del planeta, bastaría que apunten la antena de recepción hacia el transmisor. Eso es lo que hacen, exactamente, los satélites geoestacionarios de comunicaciones de radio, televisión y telefonía.

Esta sencillísima idea de la ingeniería tiene dos restricciones importantes. La primera es que los satélites geoestacionarios solo pueden habitar una órbita, una sola, y esa órbita es ecuatorial. No pueden existir los geoestacionarios en órbitas oblicuas. Solo pueden estar sobre el plano ecuatorial (ver gráfico “Geoestacionaria vs. geosincrónica”).



Puesta en órbita geoestacionaria. El lanzamiento debe realizarse desde una posición próxima al ecuador terrestre y la órbita debe girar en el mismo sentido que la Tierra, o sea, hacia el Este. El esquema está fuera de escala; la órbita baja es en realidad más pequeña y cercana a la Tierra, y la geoestacionaria es más grande y lejana de la Tierra.

La segunda restricción importante es que, por tratarse de una única órbita posible (estar a 36.000 kilómetros y sobre el plano ecuatorial), nos deja un espacio finito para llenarlo de satélites, ya que deben posicionarse en fila india, uno al lado del otro como cuentas de un collar. Aunque todos se mueven a la misma velocidad, unos 11.000 km/h, es necesario que exista una distancia prudencial entre ellos para que las conversaciones radiofónicas no se interfieran y también es necesario que tengan margen para acomodarse sin chocar entre sí. Por suerte, la órbita es grande, y luego de prudentes cálculos se determinó que la geoestacionaria tiene capacidad para 380 satélites, dejando unos 700 kilómetros entre uno y otro.

Como este espacio es un recurso limitado apareció la necesidad de regular su uso. Y como se solapaba con el tráfico de frecuencias de radio, la responsabilidad recayó en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que depende de la ONU. Ello desembocó en la creación de unos planes de frecuencias/posiciones orbitales, en los que una cierta cantidad del espectro de frecuencias se reserva para su utilización presente y futura por todos los países. Estos planes, en los que cada país cuenta con una posición orbital predeterminada, asociada a la utilización libre y en cualquier momento de una cierta cantidad del espectro, garantiza a cada país el acceso a

los recursos orbitales y de espectro. A la Argentina le corresponden dos posiciones: 71,8° Oeste y 81° Oeste, pero para mantenerlas hay que ocuparlas en los plazos comprometidos pues, si no, hay que cederlas a otros países que las pueden aprovechar.

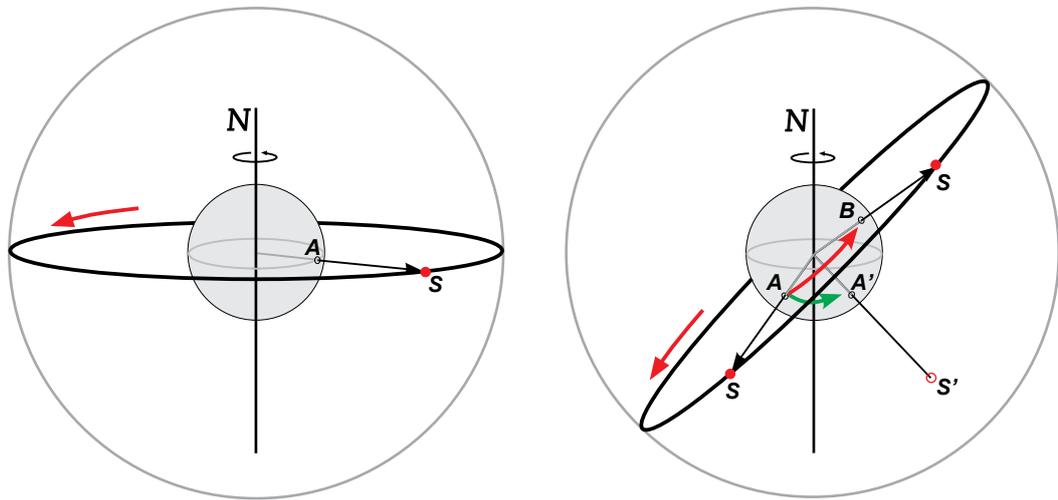
Por eso, tener lugares asignados no es nada más que un principio. Y para poder ocuparlo hay que contar con la tecnología para aprovecharlo. También se pueden alquilar los satélites, y hasta comercializar su uso. Pero contar con un satélite propio es una de las metas tecnológicas más importantes que un país puede plantearse, siendo uno de los recursos estratégicos más significativos.

Aunque una órbita geoestacionaria debería mantener a un satélite en una posición fija sobre el ecuador, las perturbaciones orbitales causan deriva lenta pero constante alejándolo de su localización geoestacionaria. Los satélites corrigen estos efectos mediante maniobras de reestacionamiento (*orbital station-keeping*). Estas maniobras implican frecuentemente reposicionamientos de hasta 100 kilómetros. La vida útil de los satélites depende de la cantidad de combustible que tienen y gastan en estas maniobras. Más aún, cuando se acaba su vida útil todavía deben haber reservado una cantidad de combustible necesaria para sacar al satélite de su órbita, estacionarlo en una órbita de

depósito de chatarra y dejar el lugar vacante para que lo ocupe su reemplazo.

Lanzamiento

El lanzamiento de los satélites geoestacionarios debe realizarse desde posiciones cercanas al ecuador. El motivo es el ahorro de combustible, ya que cada gramo de más de combustible que se cargue implica más peso para elevar al espacio, y eso requiere más combustible, lo que significa más peso, más combustible, más peso... O sea, una espiral diabólica. Conclusión: todas las misiones se planean desde lugares lo más cercanos posible del ecuador. Hay varias compañías de cohetes que alquilan sus servicios desde esa región. De ellas, la que tiene mejor *performance* de lanzamientos exitosos es la empresa Arianespace, con más de 60 lanzamientos exitosos. El lanzamiento del ARSAT-1 estuvo previsto para las 17 horas del 16 de octubre pasado. Pero a las 8 de la mañana comenzó lo que se denomina "checking", que realizaron en forma conjunta los representantes de las tres empresas implicadas: Arianespace, Arsat y la propietaria de un segundo satélite que fue puesto en órbita en el mismo lanzamiento. El proceso dura unas cuatro horas y si todo está dispuesto correctamente, 20 minutos antes de encender los motores comienza la cuenta regresiva. Dependiendo de diversos factores



El esquema de la izquierda muestra a la Tierra girando en torno a su eje Norte-Sur, y una órbita geoestacionaria (ecuatorial, $T=24$ hs). Un observador, A, siempre encuentra al satélite, S, arriba de su cabeza.

A la derecha una órbita oblicua geosincrónica, pero no geoestacionaria: en un momento, un observador, A, tiene al satélite sobre su cabeza. Unas horas después, el observador se desplazó junto con la Tierra por un paralelo, y se localiza en A'. Sin embargo, el satélite se desplazó hacia el norte y ahora está arriba de la cabeza de otro observador, B (que no es el mismo que el primero). El observador A esperaría encontrarlo donde ya no está, S'.

Ni lo sueñe que puede colocar una órbita paralela al plano ecuatorial pero desplazada hacia el Norte o hacia el Sur: las órbitas siempre están centradas con el centro de la Tierra.

—entre ellos, climáticos— puede haber hasta dos postergaciones de veinte minutos. Pero no más de una hora (eso es lo que dura la ventana de tiempo) porque el proceso debe sincronizarse con la oscilación día-noche. Pasado ese lapso, el lanzamiento deberá reprogramarse.

Si el lanzamiento o la puesta en funcionamiento fallaran, la misión está asegurada financieramente. La empresa aseguradora estimó que la misión superaba los estándares internacionales por lo que la prima que debió pagar ARSAT fue más o menos la mitad de lo usual, y el plazo de la cobertura abarca los quince años programados para la misión, cuando usualmente solo se cubren cinco años.

Artefactos todo terreno

Los satélites geoestacionarios permanecen a la luz del Sol casi permanentemente y muy de vez en cuando se ganan una novecita durante los equinoccios, cuando son eclipsados por la Tierra. Es importante recordar que el plano ecuatorial está inclinado respecto a los rayos solares (y la órbita de translación terrestre), lo que provoca las estaciones del año. Esto genera que los satélites de este tipo deben operar todo el tiempo a 200 grados sin achicharrarse y dos veces al año se enfrían por unas horas a menos 150 grados sin

dejar de operar. También deben soportar permanentemente una diferencia de 50 grados entre las caras expuesta y opuesta al Sol, que cambian constantemente con el día. Asimismo, los circuitos integrados de todos los satélites, sean cuales sean sus órbitas, deben operar en condiciones de radiación extrema lejos de la protección de la atmósfera con que opera cualquier otro artefacto acá en la superficie: un teléfono celular, un reproductor de MP3, un equipo de música, una heladera, o lo que sea, que allá arriba se achicharraría en pocos minutos.

Los satélites también deben ser capaces de soportar enormes vibraciones a las que son sometidas durante el despegue en el lanzamiento. Todas estas particularidades y requerimientos que tienen los satélites deben ser resueltos por un enorme conocimiento que muy pocos países han desarrollado. Un ejemplo nace de pensar cuántas veces se ha “colgado” su computadora en su casa y si no estaba usted para resetearla dejaba de funcionar para siempre. En el satélite no solo deben resetearse solas sino que no pueden perder la información de navegación que venían almacenando, bajo riesgo de quedar fuera de servicio y convertirse en chatarra espacial automáticamente. Este conocimiento, sin el que la historia de los satélites argentinos no hubiese

existido, frecuentemente es secreto y los estados que lo poseen no lo comparten con otros, sin importar si son o no aliados.

Una de las piezas más importantes de las plantas que fabrican satélites (en nuestro caso, la empresa INVAP) es la sala de pruebas —que en realidad son varias salas— en las que se recrean las condiciones extremas que van a tener que soportar los satélites y testear su buen funcionamiento en tales exigencias. No tiene ningún sentido enviar al espacio un artefacto que no haya pasado por estas pruebas que, en jerga, se llaman “pruebas ambientales”.

La conquista de las telecomunicaciones desde el espacio es una empresa colectiva. Desde un Estado que interpreta la soberanía en términos políticos, económicos y tecnológicos, hasta un ejército de ingenieros, físicos, computadores y muchas otras variadas profesiones, un sistema universitario que forma los recursos humanos y en lugar de repetir conocimientos ya probados se plantea el desafío de generar nuevo conocimiento, un pueblo que reconoce al conocimiento como una apuesta al futuro... Todos son fundamentales, y si algo tienen en común todos ellos es la convicción de que hoy más que nunca conocimiento es sinónimo de progreso y bienestar.



ÁREA DE POPULARIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y ARTICULACIÓN CON LA ENSEÑANZA MEDIA



La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires cuenta con un Área de Popularización del Conocimiento y Articulación con la Enseñanza Media.

EL ÁREA DE POPULARIZACIÓN:

- transmite a todo tipo de público el conocimiento científico, haciéndolo de manera clara, amena y divertida sin perder rigurosidad.
- vincula a los alumnos de la escuela media con estudiantes, docentes y científicos de la Facultad a través de actividades de divulgación científica, orientación vocacional y difusión institucional.



EQUIPO DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA (EPC-EXACTAS)

El EPC-Exactas coordina programas y actividades de cultura científica destinados tanto a escuelas de enseñanza media como a público en general.

- Semanas de las Ciencias Exactas va a la Escuela.
- La Escuela viene a Exactas.
- Exposiciones y eventos públicos de popularización.

[<http://exactas.uba.ar/epc/>]
[facebook.com/PopularizacionExactasUBA]

DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

La DOV-Exactas brinda información y asesoramiento para la elección de una carrera universitaria. Se organizan programas y actividades para acercar a los alumnos a las carreras científicas:

- Experiencias Didácticas.
- Talleres de Ciencia.
- Científicos por un Día.
- Charlas mensuales de las carreras.
- Consultas de orientación vocacional.
- Programa de Ingresantes CBC Exactas.

[<http://exactas.uba.ar/dov/>]
[facebook.com/DovExactasUBA]



MÁS INFORMACIÓN, CONSULTAS E INSCRIPCIONES

Secretaría de Extensión, Cultura Científica y Bienestar Ciudad Universitaria, Pabellón II. Tel 4576-3399/3337 internos 37 (EPC-Exactas) y 43 (DOV-Exactas)
popularizacion@de.fcen.uba.ar | dov@de.fcen.uba.ar
www.exactas.uba.ar/media



EXACTAS.UBA



Nora Bär

Contracultura y neurociencias

En su prólogo a *La vida de María Sabina, la sabia de los hongos*, de Álvaro Estrada (Siglo XXI, 1977), el pionero de la etnobotánica Robert Gordon Wasson (que también fue vicepresidente de la compañía financiera JP Morgan Chase) describió vívidamente su primera experiencia con los “hongos mágicos”, que para los pueblos indígenas mesoamericanos tienen significado ritual.

“La noche del 29 al 30 de junio de 1955, cuando asistí por primera vez a una `velada´ cantada por María Sabina en Huautla de Jiménez y, a invitación suya, ingerí por primera vez los hongos divinos, quedé pasmado. Fue en el piso bajo de la casa de Cayetano García y su esposa Guadalupe. La sencilla hospitalidad de nuestros anfitriones, de sus hijos y parientes, todos vestidos con sus mejores ropas, el canto de María Sabina y de su hija María Apolonia, el arte percutivo de María Sabina y su danza en las tinieblas, en combinación con los mundos distantes que yo veía con claridad de visión nunca alcanzada por los ojos a pleno día –tendido mi cuerpo en el petate y respondiendo a mi tacto como si perteneciera a otro–: todos estos efectos, compartidos con mi fotógrafo Allan Richardson, nos sacudieron hasta el meollo de nuestro ser.”

Wasson y su mujer, la etnomicóloga Valentina Pavlovna, fueron los primeros occidentales en participar de una ceremonia sagrada con hongos alucinógenos. Los entregaron al profesor Roger Heim, del Museo de Historia Natural de

París, que los cultivó en el laboratorio, y luego al doctor Albert Hofmann, de Basilea, descubridor del LSD, para su análisis químico. Hofmann y sus colegas aislaron los principios activos, a los que llamaron *psilocibina* y *psilocina*.

María Sabina formaba parte de una larga dinastía de chamanes. Era una “sabia octogenaria ágrafa” cuando el también indio mazateco Álvaro Estrada decide contar su vida y la de su familia. Para entonces, Wasson ya había publicado algunos libros y artículos en la revista *Life*. Los hongos (y sus efectos) adquirieron un interés especial para la contracultura de los años 60 y el LSD se usaba en “sesiones prolongadas” de psicoanálisis. *Las enseñanzas de Don Juan* y los otros títulos de Carlos Castaneda, cuyo personaje central practicaba el uso ritual del peyote, cautivaban a legiones de jóvenes que buscaban “expandir” su mente.

¿Qué hubieran pensado si hubieran sabido que el estado de conciencia que inducen los “hongos mágicos”, no es otro que el que experimentamos cada noche cuando dormimos? Más precisamente, en la fase de sueño REM, la más profunda y en la que se producen los sueños.

Esto es precisamente lo que descubrió un equipo internacional integrado por los argentinos Enzo Tagliazucchi, físico graduado en la Exactas-UBA, pero que ahora trabaja en la Universidad Goethe, en Frankfurt, Dante Chialvo, del CONICET, y el británico David Nutt, del Imperial College London. El trabajo se publicó recientemente en la revista *Neuroimágenes**.

“Utilizando resonancia magnética pudimos ver que estados de conciencia como el que se presenta durante el sueño REM, algunas crisis epilépticas y la ingestión de psicodélicos, aunque sean de distinto origen, dejan una huella digital en el cerebro que es similar”, me contó Enzo vía *Skype* hace unos días.

Para los investigadores, los psicodélicos inducen una experiencia onírica en la que también se registra un flujo más rápido del pensamiento, un salto más veloz entre ideas. Estos efectos se producen porque se desactiva un “centro del cerebro que también se desconecta en otros estados alterados de conciencia; por ejemplo, durante la epilepsia, durante el coma y durante el estado vegetativo (...). Son regiones del lóbulo frontoparietal, que están muy conectadas con el resto del cerebro, como si fueran un ‘centro de operaciones masivo’”.

Tagliazucchi es solo uno de los argentinos que están jugando un papel importante en el escenario de la neurociencia actual. Pero hay muchos otros: desde Rodrigo Quiroga, hasta Tristán Bekinschtein, Jacobo Sitt, Mariano Sigman, Diego Golombek, Pedro Bekinschtein, Fabricio Ballarini, Andrea Goldin, Diego Fernández Slezak, María Roca, Agustín Ibañez, Ezequiel Gleichgerrcht y muchos más.

Aunque no sea noticia, al parecer el país tiene una nueva y muy calificada línea de producción: neurocientíficos.

*<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hbm.22562/pdf>.

Desde su primer número, **EXACTamente** incorporó a su línea editorial el debate sobre política científica, considerándolo un aporte necesario para extender la temática más allá del ámbito académico. En 20 años de existencia de la revista, nuestro país atravesó distintas problemáticas y realidades de lo más opuestas, enmarcadas por las sucesivas políticas de Estado de los gobiernos nacionales. Muchas de ellas fueron abordadas reflexivamente en estas páginas a través de la voz de sus protagonistas y de personalidades del mundo científico y académico.

A partir de este número, **EXACTamente** inaugura una sección específica que convocará, en cada uno de sus números, la opinión, análisis y propuestas de distintos pensadores de las políticas científicas nacionales y regionales, manteniendo y profundizando su propósito inicial de ofrecer un espacio para la reflexión de una temática central para el desarrollo de nuestro país. Para esta primera entrega invitamos a participar a Jorge Aliaga.

Jorge Aliaga es físico, asesor en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación y ex decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Web personal:
<http://www.jorgealiaga.com.ar/>

Cogobierno universitario

Jorge Aliaga | jaliaga@df.fcen.uba.ar

El concepto de autonomía universitaria aparece en la Edad Media. Tanto los estudiantes –en la universidad de Bologna– como la corporación de profesores –en la universidad de París– impulsaron este concepto para separar a esta institución de los que ejercían el poder no democrático del momento –el papado, los reyes o los señores feudales–. La sociedad ha recorrido un largo camino desde entonces en sus formas de gobierno, con el establecimiento de sistemas republicanos, democráticos y representativos.

Dos años después de que en Argentina asume el primer presidente electo por el voto universal masculino, los “reformistas” logran derrotar las tendencias elitistas y clericales que dominaban la Universidad de Córdoba, fundada por los jesuitas en 1613. Es a partir del año 1918 que se expande la idea de autonomía y cogobierno en la universidad argentina, como reacción al poder de las academias elitistas y vitalicias. Recién desde el año 1949 la universidad pública es gratuita. Pero dado que la tasa

de asistencia a la escuela media de jóvenes de 13 a 17 años era del 45,9% en 1960 y recién llega al 85% en 2001, está claro que, aún hoy, no todos los jóvenes tienen acceso a la universidad pública y gratuita.

En el editorial del número 43 de **EXACTamente**, publicada en septiembre del año 2009, hice algunas reflexiones sobre la “democracia universitaria”. Allí mencionaba que durante los últimos años, en las universidades públicas habían crecido las iniciativas estudiantiles que demandaban una mayor “democracia interna”. Sigo creyendo que la autonomía universitaria no nos ubica en un sitio por sobre el resto de los ciudadanos al momento de decidir qué leyes vamos a cumplir y cuáles no. La autonomía universitaria pasó a tener rango constitucional a partir de la reforma del año 1994. Pero esto no es consecuencia de un merecimiento propio de los universitarios, sino el resultado del convencimiento de los constituyentes de que eso es lo que mejor le conviene a la sociedad en su conjunto. De la misma forma, hoy la



vida universitaria se rige por una ley, la 24.521, cuestionada, pero nacida en democracia. Es necesario discutir otra ley mejor, superadora, impulsar los debates y promover los cambios, pero sin olvidarnos de que las leyes las crea y las modifica el poder legislativo como representante de toda la sociedad.

En este contexto, hablar de una “universidad democrática” debería ser sinónimo de una institución que sirva a los intereses de la sociedad en su conjunto, que es la que financia, a través de sus impuestos, a la universidad pública. Se puede discutir cuál poder del Estado resulta más representativo de ese colectivo denominado *sociedad*, si el legislativo o el ejecutivo. Pero desde sectores estudiantiles se suele decir que una universidad será más democrática si los estudiantes son mayoría en sus órganos de gobierno, dado que numéricamente son más. Entiendo que es obvio que no hay diferencia en ese sentido entre los docentes, los no-docentes o los alumnos, dado que ninguno será más representativo de los deseos de los millones de habitantes que aquellos

que fueron votados en forma secreta, universal y directa.

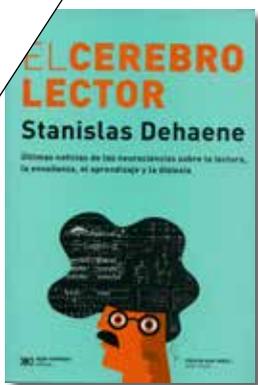
Rechazo entonces el concepto de “democracia universitaria” usado con el objetivo de que la universidad fije su propia agenda por parte de minorías sin representación en la sociedad –aunque sean mayorías circunstanciales en el ámbito académico–, dado que esto es solo otra muestra del autismo en que puede caer la universidad cuando se escuda en la autonomía.

Esto no implica desconocer la necesidad de rediscutir, en el caso particular de la UBA, si los órganos de cogobierno pensados en el año 1958 siguen siendo adecuados o deben ser modificados. Pero no creo que la igualdad de representación de los docentes auxiliares y los profesores sea más importante, o tenga un mayor valor “democrático”, que rediscutir la existencia de cátedras o la periodicidad de las designaciones docentes. Porque si optamos por volver a las designaciones docentes vitalicias, como antes de 1918, bien podemos directamente eliminar los cargos de auxiliares, dado que carecerían del sentido con el que fueron creados –cargos para docentes en

formación–. Pensado dentro de una lógica de representación de los trabajadores universitarios en el co-gobierno, es razonable incluir una representación del personal de apoyo y servicios, usualmente denominado no-docente. Pero no es menos importante discutir mecanismos de incorporación de las opiniones de la sociedad, y no solamente las de quienes trabajan en la institución o las de los que ejercen las profesiones, como está hoy representado en la figura de los graduados.

Finalmente, la reivindicación de la necesidad de una mayoría estudiantil en los órganos de co-gobierno, como postulan algunas agrupaciones, nos retrotrae no ya al año 1918, sino a la propia Universidad de Bologna de la Edad Media. Pero en ese caso, los estudiantes eran los “dueños” de la universidad, porque eran ellos, y no la sociedad toda, quienes pagaban los sueldos de los profesores.

Pensemos, entonces, qué universidad necesita la sociedad en el mundo actual, donde la tecnología está cambiando las formas de enseñar y aprender, y evitemos limitar el debate a intereses corporativos.



El cerebro lector

Últimas noticias de las neurociencias sobre la lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia

Stanislas Dehaene

Buenos Aires, Siglo veintiuno: 2014
448 páginas - ISBN 978-987-629-358-7

“Ustedes están leyendo esta contratapa como si fuese lo más natural del mundo. Todos damos por hecho que un conjunto de marcas, líneas y espacios sobre un papel significan algo... y tendemos a olvidar que el acto de leer es una auténtica hazaña”. Leyendo *El cerebro lector*, su capacidad de sorpresa será desafiada varias veces: cuántos pasos debe superar nuestro cerebro para extraer un mensaje a partir de un escrito. Cuántos eslabones en esa larguísima cadena de sucesos neuronales se han podido dilucidar, y cuán robusto es el panorama científico actual sobre esta maravillosa facultad humana.

El psicólogo cognitivo Stanislas Dehaene deslumbra por su maestría para explicar –con una claridad pasmosa– los procesos cerebrales subyacentes a la lectura. Su capacidad para relacionar cada uno de los aspectos asociados a la lectura, con los idiomas, la cultura, la diversidad cultural, la herencia evolutiva y la educación inicial de la lectoescritura, es sorprendente.

Un enorme acierto de la colección Ciencia que ladra (Serie mayor), que dirige Diego Golombek, que cierra la contratapa con este mensaje: “Es hora de que la ciencia y la escuela se encuentren, y este libro es un magnífico paso en esa dirección”.



Estado, política y gestión de la tecnología

Jorge Sábato

Buenos Aires, UNSAM EDITA, 2014
248 páginas - ISBN: 978-987-1435-74-6

Superada la Segunda Guerra Mundial, no quedaban dudas del valor central que tenían la ciencia y la tecnología en el desarrollo de las naciones. En torno a esa problemática, un conjunto de pensadores, en su mayoría proveniente del campo científico-tecnológico, produjeron, inorgánicamente, reflexiones nacidas de sus propias experiencias que, al enhebrarse, dieron lugar al llamado Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología (CyT).

Uno de estos exponentes fue Jorge Sábato, físico de la CONEA, cuya producción no se limitó a la crítica del sistema, sino que avanzó en formulaciones teóricas y normativas prácticas que acompañaron su acción política.

Con el derrumbe de la ilusión liberal de inicios del siglo XXI el desarrollo industrial volvió a ponerse en el centro de la trama política y se desempolvieron los textos de los autores del Pensamiento Latinoamericano en busca de un debate no superado.

Ahora, la Universidad Nacional de General San Martín nos acerca una selección de las obras de Sábato que más allá del tiempo transcurrido conservan su vigencia. La selección está precedida por un indispensable estudio preliminar a cargo de Diego Hurtado, que dibuja el contexto político en el cual la palabra y la acción de Sábato fueron cobrando forma.



Terremotos y volcanes para los más curiosos

Fernando Simonotti y Gabriela Baby,
ilustraciones de **Javier Basile**

Buenos Aires: Ediciones lamiqué, 2014
60 páginas - ISBN 978-987-1217-54-0

La editorial lamiqué revalida la calidad de sus libros en cada nueva propuesta. Ese es el caso de *Terremotos y volcanes para los más curiosos*, de la serie “Preguntas que ponen los pelos de punta”. Una vez más, la propuesta es dar un panorama temático presentado con solvencia conceptual, gracia, buena pluma y excelentes ilustraciones, en sintonía con el perfil de sus mini lectores.

El recorrido es disparado por preguntas. Comienza con las más generales sobre la corteza terrestre, la formación de los continentes o la continuidad de las placas tectónicas para pasar después a la acción a través de terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas. Qué chico no se tentaría con preguntas tales como ¿Cuántos terremotos habrá hoy? o ¿Cuándo se despierta un volcán?

Disparando el paratexto, *Terremotos y volcanes* (al igual que el resto de las nuevas publicaciones de la editorial) agrega información a partir de códigos QR, complementa el recorrido desde el sitio web de lamiqué y da pistas para que el tema no acabe ahí y los lectores sigan su recorrido a través de otros sitios, libros y películas.

B
E
W

<http://www.veritasium.com>

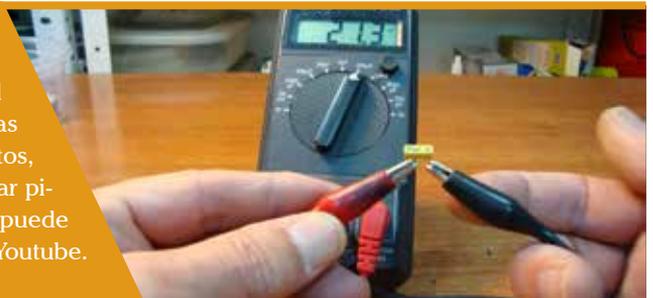
Veritasium es un canal de ciencias en YouTube creado por Derek Muller en 2011, que cuenta con más de 190 videos – varios de ellos subtitrados al español– y que tiene más de dos millones de suscriptores. Hay experimentos científicos, dramatizaciones, canciones y entrevistas con el público para descubrir conceptos erróneos acerca de la ciencia.



S
O

<http://100ciaencasa.blogspot.com.ar/>

Experimentos y ciencia en casa es un blog del español José Manuel Cano (@terrazocultor) que presenta decenas de artículos y videos para hacer todo tipo de experimentos, desde montar una planta casera de biodiesel hasta fabricar pilas, motores y circuitos prácticos para diversos usos. Se lo puede encontrar también en su grupo Facebook y en su canal de Youtube.



T
I
S

<http://www.fogonazos.es/>

Fogonazos, asombros diarios, es un blog de Antonio Martínez Ron, periodista y divulgador científico español. Es uno de los más leídos y premiados desde su creación en 2003. Aborda disciplinas tales como biología, física y astronomía, además de presentar artículos sobre curiosidades y opinión.



S
E
N
O
C
I

Stellarium

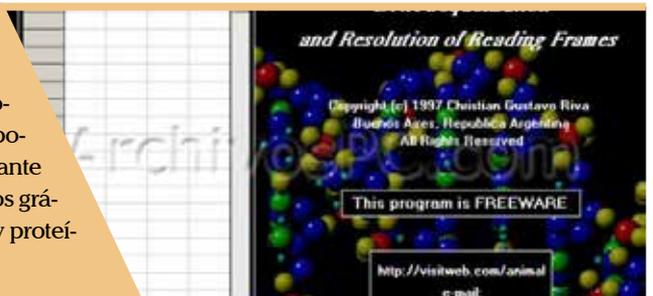
Es un programa gratuito de código abierto (la última versión es la 0.13.0). Es capaz de mostrar un cielo realista en 3D, tal como se aprecia a simple vista, con binoculares o telescopio. Permite seleccionar el lugar y la hora desde que se ve el cielo y te cuenta qué es lo que estás viendo: constelaciones, estrellas, planetas y otros objetos más. Se puede conseguir en: <http://www.stellarium.org/es/>.



A
P
L
I
C
A

Sanger 32 1.0

Es un programa de circulación libre (freeware) con el que docentes y estudiantes pueden construir cadenas de ADN y elaborar traducciones con diferentes marcos de lectura, una interesante aproximación a la biología molecular. Posee diferentes entornos gráficos que van desde las cadenas de ADN hasta aminoácidos y proteínas. Podés bajarlo de: <http://sanger.archivospc.com/>



¿Por qué algunas plantas son carnívoras?

Responde Agustín Sanguinetti, becario doctoral del CONICET y docente de Exactas-UBA.



Las plantas carnívoras son personajes frecuentes de fábulas, videojuegos y películas. En apariencia, inmóviles e inermes, son capaces de cazar insectos y “engullirlos”. No por nada despertaron la curiosidad de Charles Darwin, que les dedicó un tratado solo para ellas. Lo cierto es que estas plantas no obtienen energía de sus presas, sino algo más...

La carnivoría es un síndrome que involucra una serie compleja de rasgos que le permiten a la planta aprovechar los nutrientes inorgánicos provenientes de la descomposición de un animal. En sentido amplio, este criterio sería válido para cualquier planta que absorba del suelo productos de la descomposición de organismos muertos. No obstante, en general, se admite que las plantas carnívoras deben poseer adaptaciones que posibiliten atraer animales hacia sí, que estos sean

retenidos y digeridos, y, por último, absorber nutrientes de esa digestión.

Las estrategias utilizadas para lograr cada uno de esos puntos son muy variadas. Hay plantas que capturan activamente a sus presas como la Venus atrapamoscas (*Dionaea muscipula*), mientras que otras logran retenerlos de forma pasiva, como las especies de los géneros *Sarracenia* y *Nepenthes*. Algunas plantas producen sus propias enzimas digestivas y otras se valen de organismos asociados como bacterias, hongos y pequeños artrópodos que descomponen a las presas.

A veces, las trampas de especies distintas son tan similares que se podría creer que se trata de especies muy emparentadas. Sin embargo, Darwin en su trabajo ya había planteado que el síndrome de carnivoría surgió varias veces en el reino vegetal. Estudios filogenéticos recientes terminaron por corroborar el origen independiente de este síndrome en distintos grupos de plantas poco relacionadas entre sí. Este es un ejemplo de convergencia evolutiva, donde por vías diferentes se llega a estructuras y soluciones semejantes.

¿Cómo funcionan las lámparas de led?

Responde Daniel Secondo, licenciado en física de Exactas-UBA y director de GIGALUX.

Las luces o lámparas de led (acrónimo de light-emitting diode) utilizan diodos emisores de luz. Un diodo es un semiconductor: a través de él, la corriente circula en un solo sentido. Estos dispositivos funcionan por electroluminiscencia, o emisión de fotones por electrones que caen a un nivel de energía menor, según la teoría del efecto fotoeléctrico de Albert Einstein.

El led emite luz monocromática, con un ancho de banda de unos 20 nanómetros, y el color depende del material. Los primeros emitían en rojo e infrarrojo, y eran de arseniuro de galio (GaAs); luego se usó fosforo de galio y nitruro de galio para llegar hasta el color verde (525 nanómetros). A fines del siglo XX se lograron los de seleniuro de cinc o nitruro de galio e indio (ZnSe o InGaN) con 450 nanómetros. Para lograr luz blanca, se utilizan diodos emisores de varios colores, o ledes de seleniuro de cinc, que a partir de su luz azul, generan componentes rojos y verdes por medio de fotoluminiscencia.

Las lámparas led se destacan por la eficiencia luminosa, o sea la relación entre la luz emitida (medida en lúmenes) y la potencia consumida (medida en vatios). También presentan ventajas

en duración y calidad, por lo que constituyen la tecnología más prometedora para el futuro de la iluminación en general.

En las aplicaciones de color se amplía la ventaja. Por ejemplo, el semáforo incandescente usa lámparas blancas con filtros de colores rojo, verde y amarillo, pero al filtrar se pierde gran parte de la luz, y la eficiencia se reduce a menos de la mitad. En cambio, el led emite en rojo, verde o amarillo, con alta calidad, velocidad y eficiencia.

En esos casos, el led presenta amplias ventajas sobre cualquier otra tecnología. Por ejemplo, las luces de obstáculo y balizas para la navegación superan a las incandescentes por un factor 22. Pantallas digitales, señalización, vehículos y elementos de decoración se basan en la tecnología led. Es posible que muy pronto las lámparas led se conviertan en las preferidas para la iluminación.

igor k/Flickr



Adrián Paenza

Sombreros, abuelos y monos

Esta historia apareció en la revista *Scientific American*. Me encantó. Le pido disculpas al autor, porque no registré su nombre, pero, obviamente, el crédito le corresponde íntegramente a él.

Cuenta ese artículo que un señor que se dedicaba a vender sombreros hizo un alto en su caminata, vencido por el cansancio y el sol. Se sentó junto al tronco de un árbol y se quedó dormido. Cuando se despertó, advirtió que en una de las ramas del árbol había un grupo de monos que se habían apoderado de sus sombreros y que solo le quedaba el que estaba usando él.

Empezó a hacerles señas a los monos para que se los devolvieran, pero por más esfuerzos que hacía, los monos permanecían impertérritos. En un momento determinado, ya muy frustrado, se sacó el sombrero y lo tiró al piso con fastidio. Increíblemente, los monos le copiaron el gesto y arrojaron también ellos los sombreros que tenían. El hombre no podía salir de su asombro. Había conseguido, en forma inesperada, recuperar toda su mercadería. Los recogió y partió apurado.

Pasaron más de cincuenta años, y una vez más, otro hombre que también vendía sombreros pasaba por una situación parecida. Curiosamente, se trataba del nieto del señor que originariamente había vivido la experiencia que describí más arriba. También él se quedó dormido y volvió a suceder lo mismo.

Cuando se despertó, vio que un grupo de monos se había apoderado de todos los sombreros (salvo el que usaba él).

En ese momento, recordó lo que le había dicho su abuelo y, sin dudar, arrojó su sombrero al piso con gesto de fastidio. De inmediato, uno de los monos que estaba en la rama, bajó apurado, tomó el sombrero que estaba en el piso, y corriendo se trepó nuevamente al árbol.

El joven miraba hacia arriba azorado, cuando el mono le gritó: “¿Vos te creías que eras el único que tenía abuelo?”.

Esta historia, pese a que en principio parece no tener nada que ver con la matemática, refleja lo que uno hace muchas veces dentro de esta ciencia: busca patrones, busca ideas que se repitan. Un médico busca *patrones* o *síntomas* o *signos* que entienda le indicarán qué es lo que tiene el paciente.

Algo más pedestre: una persona que escucha un ruido dentro de la casa sabe si preocuparse o no, teniendo en cuenta si es algo que ya escuchó antes, y sabe que no presentará problemas, o si se trata de un ruido distinto.

Uno compara, entonces, el ruido que escuchó con los patrones que tiene internalizados. Cuando uno huele algo o lo saborea, sabe si le gusta o no, o si le va a gustar o no, teniendo en cuenta también los patrones que uno va registrando a medida que va viviendo.

Aunque parezca que no, la matemática es –en esencia– una ciencia que busca patrones todo el tiempo. Uno busca patrones de longitud, de superficie, de volumen (por poner algunos ejemplos), así como uno podría buscar patrones de conducta, de velocidad, de simetría, numéricos, de forma, de movimiento, estáticos, dinámicos, cualitativos, cuantitativos... Todos son patrones.

Frente a eso, los monos, que habían aprendido la lección, comprendieron dónde buscar el patrón... y en este caso ¡no repetirlo!



¿Una exótica misionera retratada por Goya?

José Sellés-Martínez | pepe@gl.fcen.uba.ar

Madrid. 5 de julio de 1776.

Myrmecophaga tridactyla no puede dar crédito a sus ojos. El largo viaje por tierra y mar la ha sometido a innumerables sufrimientos y la ha traído a más de 11.000 kilómetros de su Corrientes natal. Pero ha valido la pena. Se encuentra en el mismísimo salón de audiencias del Palacio Real de Madrid y frente a ella está, rodeado por su corte, nadie menos que Don Carlos III, el rey de España. Su Majestad ha quedado inmediatamente prendado de su aspecto y carácter, tanto que en ese mismo momento encomienda a su primer pintor, el bohemio Antón Rafael Mengs, que realice sin tardanza un retrato de cuerpo entero de esta atractiva viajera que ha llegado desde el virreinato del Río de la Plata y ordena luego que se la aloje en El Retiro, recomendando que se atienda a las indicaciones de quien la tiene a su cargo para los asuntos referentes a su alimentación y cuidado.

Myrmecophaga, a quien sus vecinos de Corrientes llamaban familiarmente Yurumí, y que fuera el obsequio a Carlos

III de parte de Manuel de Basabilbaso, un influyente y culto hombre de negocios de Buenos Aires, no pudo –a pesar de los cuidados– aclimatarse a los cambios de latitud, de vecindario y, sobre todo, de dieta. En la noche del 30 al 31 de enero de 1777, apenas seis meses después de su llegada, falleció. Sus restos fueron enviados rápidamente al Real Gabinete de Historia Natural para ser “naturalizada” (como se llamaba en la época al proceso de reducir un animal a una mera piel sobre una estructura que reproduce su forma).

Lamentablemente, con el paso del tiempo, la momia de *Myrmecophaga* desapareció pero, afortunadamente, no ocurrió lo mismo con su retrato. En él, se la ve aún de cuerpo entero y tamaño natural, luciendo los tonos y brillos de su pelo, las largas uñas de sus manos, que se curvan sobre las palmas y que el pintor documenta minuciosamente para diferenciarlas de sus pies, de características plantígradas. Detrás de ella misma vuelve a pintarla, ahora durmiendo, en una pose “enroscada” que le es característica. Destaca en la obra la curiosa forma de su cabeza pequeña y afilada y su larga lengua, increíblemente especializada para su dieta, altamente específica... de hormigas que, en su medio natural, consume por decenas de miles al día.

Pero el cuadro encerraba una sorpresa. Se sabía que había sido encargado a Mengs, pero que no fue él, sino otro pintor de su círculo, quién realizó el encargo. Como el cuadro no está firmado y el nombre del autor no consta en ningún documento, se lo mantuvo siempre en una especie de anonimato. Sin embargo, muy recientemente, el nombre del autor incógnito parece haber salido a la luz. El investigador Javier Jordán de Urríes ha analizado concienzudamente la obra y ha llegado a la conclusión de que se trataría nada menos que de un... ¡Goya!. Tanto las circunstancias históricas como el análisis estilístico apoyan la propuesta, y *Myrmecophaga* (ver imagen), que en las últimas décadas presidía el despacho del director del actual Museo de Ciencias Naturales, en la avenida de la Castellana, ha sido trasladada a la recreación del Real Gabinete de Historia Natural, creado por Carlos III en 1771, en el mismo museo.

El caso de *Myrmecophaga*, llamada también “Osa Palmera” en los grabados que circularon por Europa luego de su llegada, es arquetípico para ilustrar el modo en que fueron evolucionando y creciendo, los antiguos “gabinetes de maravillas” de los tiempos medievales y del Renacimiento, para convertirse en “gabinetes de historia natural”, los que a su vez darían origen, ya transitando las últimas décadas del siglo XIX, a los Museos de Historia Natural o de Ciencias Naturales como los conocemos hoy en día. Ilustra también los procesos de coleccionismo de animales exóticos, llegados desde los confines del mundo a las “menageries” y “leonearas” de las casas reales, que se convertirían, a su vez, en los jardines zoológicos tal como se interpretaron en los siglos XIX y XX. Los primeros se enriquecían, muchas veces, con los ejemplares que morían en los segundos.



CIENTIFICOS

INDUSTRIA ARGENTINA



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

CON ADRIÁN PAENZA



**SÁBADOS
11.30 Hs.**



tv.pública

www.canal7.com.ar

JUNTOS HACEMOS CRECER TU PROYECTO

- 
- comercialización
 - empresa
 - inversión
 - prototipo
 - diseño
 - idea

CONVOCATORIA A
EMPRENDIMIENTOS
TECNOLÓGICOS
ABIERTA HASTA
EL 14/11/14

Más información :

www.incubacen.exactas.uba.ar

[@incubacen](https://twitter.com/incubacen)

[f /incubacen](https://www.facebook.com/incubacen)