

EXACTA

La revista de
divulgación
científica

m e n t e

Dossier
Basura



Educación
EXACTAmente
va a la escuela



Neutrinos
superlumínicos
¿No cayó el
paradigma?



Entrevista
Roberto
Salvarezza





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 dentro de su Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.

LAS TAREAS DE ESTA ÁREA SON:

- transmitir a todo tipo de público el conocimiento científico, haciéndolo de manera clara, amena y divertida sin perder rigurosidad.
- vincular 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)

[<http://exactas.uba.ar/popularizacion>]

El EPC-Exactas lleva adelante proyectos de divulgación, alfabetización y enseñanza de las ciencias destinados tanto a la escuela media como al público en general:

- Semanas de las Ciencias
- Exactas va a la Escuela
- La Escuela viene a Exactas
- Ferias, muestras y jornadas abiertas a la comunidad

DIRECCIÓN DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL (DOV-EXACTAS)

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

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
- Estudiando a los Científicos



■ Más información, consultas e inscripciones

Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar | Pabellón II, Ciudad Universitaria

Teléfonos: 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



EXACTAmente de festejo

Este es el número 50 de la revista. Un proyecto que se inició en diciembre de 1994, con Eduardo Recondo –en ese momento decano de la Facultad– como director y Guillermo Durán y Ricardo Cabrera como editores responsables, Susana Gallardo como colaboradora permanente, Juan Pablo Vittori como responsable de fotografía y, desde el número dos, con Armando Doria como Secretario. En su editorial del primer número, Recondo decía: “Hoy, con el objetivo de acentuar el vínculo con la sociedad surge EXACTAmente, la revista institucional de nuestra Facultad. Aspiramos a que sea un canal abierto que nos permita relacionarnos en forma directa con aquellos actores más ligados a la Educación, la Ciencia y la Tecnología: esto es, las escuelas de enseñanza media, la comunidad universitaria, y las empresas. La tarea es difícil y la meta muy ambiciosa, pero apostamos a que este vínculo que hoy comenzamos perdue en el tiempo y redunde en beneficio de todos”. Aquel primer número comenzaba con una columna de opinión sobre “Ciencia, tecnología y educación” escrita por Pablo Jacovkis, quien en ese momento era Director del Instituto de Cálculo y Secretario Académico, luego Decano entre 1998 y 2006 y actualmente miembro del Consejo Editorial de la revista junto con Guillermo Durán. Ricardo Cabrera hoy es el director, Armando Doria es editor; Susana Gallardo es jefa de redacción y Juan Pablo Vittori el coordinador editorial, en una muestra inédita de continuidad.

A lo largo de estos años, EXACTAmente se fue constituyendo en un ámbito de reflexión, de debate, de análisis, de actualización temática y disciplinar y de alfabetización científica y tecnológica (ver infografía p.26-27). Pocas revistas institucionales pueden mostrar una historia semejante, soportando épocas de conflictos y de estrechez presupuestaria, sin publicidad y con distribución gratuita. Hoy se imprimen más de 4.000 ejemplares, que se distribuyen en forma gratuita entre 1.800 profesores de ciencias de establecimientos de educación media de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires; 50 bibliotecas; 200 empresas tecnológicas y establecimientos de investigación, tanto básica como aplicada y 200 establecimientos educativos de nivel terciario y universitario de todo el país. Desde este número, con nuevo diseño interior, luego de la incorporación del color en el número anterior.

En todo este tiempo hemos logrado consolidar una identidad comunicacional, integrando un equipo de profesionales dentro del Área de Medios de Comunicación de la Facultad que nos ha permitido lanzar recientemente un portal de noticias científicas, noticias.exactas.uba.ar, que se suma a iniciativas anteriores, como la web de la revista, revistaexactamente.exactas.uba.ar y el perfil de videos en vimeo.com/exactas, además de consolidar la publicación El Cable.

Sabemos que la revista es apreciada y valorada por los lectores. Hoy, con los medios electrónicos disponibles y con un mayor acceso de la población a internet mediante programas como Conectar Igualdad y Argentina Conectada, el impacto de EXACTAmente sólo tiene el techo de nuestras propias limitaciones. Apostamos a seguir mejorando de manera permanente y apostando a un medio que sirva a la sociedad que nos financia.

Jorge Aliaga
Decano de la Facultad de
Ciencias Exactas y Naturales

EXACTAMENTE EN LA ESCUELA

Pasando revista en el Delta

6

NEUTRINOS SUPERLUMÍNICOS

¡Uh! ¿No cayó el paradigma?

10

TUBERCULOSIS

El enemigo de mi enemigo es mi amigo

14

EPISTEMOLOGIA

Las relaciones entre historia y filosofía de la ciencia

17

SOCIEDAD

Prácticas sociales educativas en la UBA

18

SECCIÓN INSTITUCIONAL

Tierra de gigantes

21

ENTREVISTA

Roberto Salvarezza

22

DOSSIER: BASURA

Montañas de residuos
Microbios ecologistas
Amianto. De milagro a maldición
Tratamiento de residuos de laboratorio

29

HOMENAJE

El *Exactas* de Spinetta

43

TECNOPOLIS TV

Ciencia y tecnología en digital

44

SITIOTECA

46

PREGUNTAS

47

BIBLIOTECA

48

VARIEDADES - HUMOR

49

ARTES

El arte por las nubes

50



CONSEJO EDITORIAL

Presidente: Jorge Aliaga. **Vocales:** Sara Aldabe Bilmes, Guillermo Boido, Guillermo Durán, Pablo Jacovkis, Marta Maier, Silvina Ponce Dawson, Juan Carlos Reboreda, Celeste Saulo, José Sellés-Martínez

STAFF

Director: Ricardo Cabrera. **Editor:** Armando Doria.

Jefa de redacción: Susana Gallardo. **Coordinador editorial:** Juan Pablo Vittori. **Redactores:** Cecilia Draghi, Gabriel Stekolschik.

Colaboradores permanentes: Guillermo Mattei, Daniel Paz, José Sellés-Martínez. **Colaboran en este número:** Agustina Martínez Alcorta, Eugenia Dieterle, Leonardo Zayat.

Corrección: Mariana Fernández. **Diseño:** Pablo Gabriel González, Federico de Giacomi. **Fotografía:** Juan Pablo Vittori, Diana Martínez Llaser. **Impresión:** Centro de Copiado "La Copia" S.R.L.

EXACTAMENTE

es una publicación cuatrimestral propiedad 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.
Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar.
Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428 EHA
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464, 4576-3337, fax: 4576-3351.
E-mail: revista@de.fcen.uba.ar
Página web de la FCEyN: <http://exactas.uba.ar>

EXACTAS

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

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

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

EXACTAMENTE tiene su WEB

Podés conectarte con la revista a través de

<http://revistaexactamente.exactas.uba.ar>

En el blog podrás encontrar todas las notas de cada número de la revista, comentarios sobre ciencia y educación, información sobre cómo recibir EXACTAMENTE y datos sobre la Facultad.

Los esperamos.



EXACTAmente en la escuela

Pasando revista en el Delta

A poco de cumplir los cincuenta números de *EXACTAmente*, un equipo de la revista viajó a la Segunda Sección del Delta de San Fernando para compartir un día de clases con quienes leen, cuestionan y ponen a prueba el contenido de nuestra publicación.

Cecilia Draghi - cdraghi@de.fcen.uba.ar
Fotos: Juan Pablo Vittori

Gran parte de los cincuenta números que acaba de alcanzar la revista *EXACTAmente* hicieron el mismo camino. Con frío, calor, lluvia o sol, los ejemplares abordaron una lancha en la estación fluvial de Tigre, y tras dos horas y media de navegación, desembarcaron en el arroyo Carabelas, en el muelle que comparte la Biblioteca Delta del Paraná con la Escuela Secundaria N° 9. Algunos nunca llegaron al destino marcado en el sobre. “A veces no llega la revista, hay quienes se entusiasman y se la guardan. Los mejores afiches son los que se roban. En realidad, si se la roban es porque le gustó”, compara Oscar Donadio, biólogo y docente de Ciencias Naturales del colegio, quien enseguida aclara que el supuesto robo es la excepción, porque la mayoría de las ediciones no desaparece, como lo prueba la colección que consultan allí chicos, padres y toda la comunidad isleña.

No hay duda de que en ese paradisíaco enclave, *EXACTAmente* es leída una y otra vez. Así lo demuestra el desgaste de sus tapas, y las vueltas que ofrece el papel. No hay gratificación mayor para los redactores que ver su publicación gastada por el uso; comprobar que las páginas reciben luz cada vez que se abren para

acercarse al lector, y que solo al hojear la revista, nuevos aires le darán la oportunidad de vivir una vez más. Letras muertas en la estantería cobran sentido en el aula, al frente de la cual se halla Donadio, licenciado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, y Profesor de Enseñanza Media y Superior en Biología del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), de la misma casa de estudios.

Es jueves 3 de mayo de 2012. Un día de clases complicado en la secundaria de la Segunda Sección del Delta de San Fernando porque se rompió una de las lanchas y hay varios ausentes por falta de transporte. Sin embargo, Alexis, de segundo año, pudo asistir. Él se levanta a las 5.30, recorre media hora por un camino interno de la isla del Delta, hasta llegar a la costa y luego son 150 minutos a bordo de una embarcación que lo deja en la escuela. Aunque, si es por madrugar, Donadio rompe los récords. A las 4.25 sale de su casa porteña de Caballito hasta la estación Retiro, luego toma el tren hasta Carupá, de allí en bicicleta hasta Tigre y después dos horas y media en lancha. La misma travesía hará de regreso. “En relación al tiempo que uno

invierte, es como irse a Mar del Plata. En un tiempo corto, uno puede estar en contacto con otros mundos”, dice quien hace 16 años es profesor en la isla.

Ya son cerca de las once de la mañana. Cada uno, alumnos y docente, con su recorrido a cuestas, comparten el aula y los ejemplares de *EXACTAmente*. La consigna es señalada a poco de la presentación en el aula por el profesor Donadio: “Elijan una nota de biología y escriban con sus palabras de qué se trata, como si contaran una película a un amigo. La idea es que lean y comprendan, porque no se reciben aquí de ‘fotocopiadora’. Busquen las palabras difíciles o que no conocemos y relacionen el tema con algo ya dado en clase. Por último, identifiquen la profesión o profesional consultado en el artículo”, remarca, y deja a los adolescentes trabajando, mientras conduce a los reporteros de *EXACTAmente* al “Aulatorio”.

Aulatorio isleño

“Es más que un aula, pero no llega a ser un laboratorio. Es un híbrido, al que llamé Aulatorio”, define, a poco de abrir la puerta de este salón rodeado por la vegetación exuberante del Delta, pero que lleva a un mundo donde impera la invención. Es una usina de creación. Ahí,



Oscar Donadío, posando con un ejemplar de EXACTAMENTE, que es usada regularmente por los alumnos en sus clases de Ciencias Naturales.

la Comisión Nacional de Investigaciones Inútiles (CONAINI), que preside virtualmente Donadío, pone a prueba experimentos. Algunos de ellos ya tienen forma, como el “Huevótico”, la “Chapila”, la “Pilata” o el prototipo del bote “Giorgio”, en honor al remero isleño Pascual Giorgio, que llegó a competir en las Olimpiadas de Berlín, en Alemania (se puede ver una descripción mayor de estos emprendimientos en la nota “La ciencia en una isla” de EXACTAMENTE 35).

Cartonero científico

“En un momento dije que era cartonero científico. Iba a la facultad de Exactas y preguntaba: ‘¿Tenés un espectrómetro que no uses?’... Así, fui juntando cosas y armando lo que hay”, recuerda, mostrando todo lo que se ve en el interior del Aulitorio. “Este –señala y nos dirige hacia un rincón de la sala– es un destilador Rolco que traje de Exactas, donde le habían dado de baja, estaba en el galpón de los recuerdos. Lo limpié, le quité el sulfatado, y andaba”, memora. Al principio no lo podían usar porque les faltaba la instalación de agua en el lugar. “Recién a fin del año pasado, un padre se solidarizó, pensando que si su hijo tenía mejores instalaciones en la escuela podría desarrollar mejor sus potencialidades,

entonces donó la canilla, y también su tiempo, y la instaló”, precisa. “En este momento, estamos destilando y empezamos a trabajar esencia de menta”, puntualiza.

Nada se tira, todo se transforma. Donde otros ven basura, ellos ven potencialidades. Donde otros ven problemas, ellos ven desafíos, como cuando faltaron borradores en la escuela EGB 26 del Delta, y los fabricaron con cartón, telgopor que flotaba en los arroyos y restos de alfombras (ver cómo se hacen borradores en <http://www.conaini.com.ar/borrador.html>). No solo cubrieron las necesidades de todas las aulas, sino que los donaron a otros colegios y ganaron una mención de Honor del Programa de Escuelas Solidarias de la Presidencia de la Nación, en 2005. “El premio, de 2000 pesos, fue la mitad para la cooperadora y el resto se destinó al laboratorio”, contabiliza.

Cuando la cabeza se abre, siempre hay lugar para nuevas ideas. Por eso, el Aulitorio ofrece rincones para cajas especialmente plastificadas por el equipo de Donadío, que albergan lombrices californianas. Ellas se alimentan de la basura de la cocina de la escuela –que antes se quemaba y contaminaba–, y elaboran el compost que sirve de abono a las plantas. Afuera, hay un cantero construido con cemento hecho de Huevótico, en este caso teñido de verde por restos de tiza de ese color. “Aquí tenemos un

Mburucuyá que atrae mariposas cuando florece. El fruto se lo comen los pájaros. Tenemos plantas autóctonas que funcionan como imán para atraer a las aves. ¿Qué pasaría si las escuelas fueran refugio de fauna y flora?”, plantea mientras lleva adelante la idea.

Algunos de los experimentos surgen de las páginas de EXACTAMENTE. “Cuando leí una nota que hablaba de estudiantes que hacían electricidad con barro, me resultó a mí mismo un desafío. ¿Esto funcionará?”, se preguntó, y enseguida puso manos a la obra. “Hicimos la experiencia, nos fuimos al borde del arroyo, pusimos dos electrodos y con un voltímetro vimos que podíamos generar electricidad. Mostrarles a los alumnos que eso era posible, y explicarles el proceso físicoquímico que está detrás resulta clave, dado que soy un convencido de que seguimos siendo concretos a la hora de aprender. El nivel de abstracción que hoy exige la ciencia grande no se puede salvar si uno no lo ve”, observa. ¿Cómo reaccionaron los estudiantes ante el experimento? “En principio, los chicos quedan impactados. Luego surgen los planteos: ¿qué deberían hacer para generar electricidad para una radio o un mp3? Les dejamos la idea picando”, señala, con la alegría de quien encendió la mecha de la curiosidad e invita a descubrir nuevos mundos.

De vuelta al aula

EXACTamente está presente en el mundo de Donadío, que tramitó para que los ejemplares llegaran a la Biblioteca. “Chicos, padres y toda la comunidad retiran las revistas, que, como ven, están gastadas de leerlas”, relata Marilina Taborda, a cargo de la Biblioteca.

Donadío es un promotor incansable de la publicación, a la que utiliza para su taller de lectura científica. “Aprovechamos la existencia de EXACTamente para trabajar distintos temas. En vez de un libro, usamos la revista”, destaca, en camino de regreso al aula, donde había dejado a los alumnos trabajando con la publicación. “Yo conocía la revista porque el profesor ya nos había acercado ejemplares”, comenta Natalia Paye, quien cursa tercer año de la secundaria, y ante otra consulta responde: “Me resulta fácil de leer EXACTamente. Está bueno. Hoy leí una nota sobre hongos, que me interesó porque en el Delta hay muchos”.

Por su parte, Donadío explica: “Cuando se trata de algún tema que debe tener más trascendencia, se arma una mesa de debate, donde se debe exponer a qué conclusión llegan en base al artículo leído”.

Poner a prueba diferentes posturas en discusiones; disparar curiosidad ante la naturaleza, o diversas cuestiones científicas y de tecnología; así como plantear experimentos, son algunas de las propuestas que cobran vida en el Delta al abrir las páginas de EXACTamente. Allí, los lectores dejan de serlo para actuar como hacedores, el camino al que apunta a diario el maestro Donadío. Muchos de los que fueron sus alumnos hoy ya son adultos. “Cuando vuelven a la escuela me preguntan qué estamos experimentando de nuevo en el Aulatorio, y me comentan de pruebas que se acuerdan y que les sirvieron para su vida. Lo que alguna vez se sembró, sigue latente”, concluye Donadío, con la satisfacción de la misión cumplida. |

EXACTamente pasa al frente

Testimonios de docentes que emplean la revista en sus clases, así como de lectores que egresaron de la Facultad y hoy viven en lugares distantes.

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

Fotos: Juan Pablo Vittori

A los chicos les interesan mucho las notas de la revista EXACTamente, en especial las que se refieren a los problemas científicos de actualidad, sintetiza Olga Zalazar, de la Escuela EEST N° 1, de Escobar. Allí, la publicación es empleada de modo habitual en las clases y es muy bien recibida, según indica. ¿Es comprensible para los alumnos el lenguaje de los artículos periodísticos? “Mucho”, respondió.

Desde Vicente López, Susana Santucci, profesora de la Escuela Media N° 2, relata su experiencia en relación con el material que ofrece EXACTamente: “Generalmente elijo textos que me parecen interesantes con respecto a los temas que estamos viendo en la clase y los incluyo como lecturas. Hacemos puestas en común sobre ellos con los alumnos”. Ella, habitualmente tiene en cuenta esta publicación en sus prácticas docentes, en especial, le resultan atractivas las problemáticas abordadas sobre energía, alimentación y de interés general.

En cambio, Mabel Gómez de ISFD N° 100, de Avellaneda, no emplea EXACTamente de manera directa con sus estudiantes. “No se trabaja con los alumnos, es informativa para el docente”, aclara, sin dejar de destacar que, a su criterio, los tópicos de mayor utilidad son los “relacio-

nados con la química”. Gómez tampoco pasa por alto que le interesa la revista para “actualizarse en los temas y como elemento motivador para estimular preguntas”.

Por su parte, en la EES N° 7 de Isidro Casanova, Paula Petris, comenta: “Soy profesora de Química, y los temas que se relacionan con los contenidos del Diseño Curricular son los de mayor utilidad. Pero considero que todos los temas tratados son de gran interés. No solo en el área en la cual trabajo, sino en general, en toda las otras ramas de las ciencias”. Además de leer EXACTamente para actualizarse, Petris utiliza algunos artículos para realizar actividades con los alumnos en clase, aunque en ocasiones ellos se interesen poco, según evalúa. Sin embargo, puntualizó que a los chicos “todo lo relacionado con la tecnología les atrae mucho”.

Justamente, la realización de actividades con los alumnos era el mayor uso que hacía de la revista Valeria Francisco, como docente de la Escuela de la Unidad de San Isidro. “En especial, las notas que daban miradas contrapuestas, porque los alumnos estaban acostumbrados a tener una sola mirada. Y los desconcertaba que gente con igual prestigio dijera cosas diferentes en el marco de la ciencia, que no hubiera un solo relato”. Desde su tarea actual, en la Dirección





Alumnos en la escuela EGB 26 del Delta del Tigre en una de sus prácticas asociada a los contenidos de la revista EXACTAMENTE

de Orientación Vocacional de la Facultad, Francisco aprovecha las notas de la sección “Bitácora”, “con testimonios de científicos que mezclan su relato de vida y cómo llegaron a hacer lo que hacen”, indica, y enseguida recuerda a un grupo de chicas que fueron a consultarla porque querían hacer biología marina pero dudaban. “Les mostré una nota de Bitácora donde se relataba la profesión y dijeron: ‘Eso quiero hacer yo’”.

Desde la Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la docente Nancy Sonia Guarnera subraya que a los chicos “les encanta saber en qué anda la física, qué se está investigando, qué avances tecnológicos da a otras disciplinas, cómo trabaja un físico...”. Ella es seguidora de EXACTAMENTE porque le interesa y la usa especialmente para actualizarse. ¿Su temática preferida? “Temas de actualidad en física, de lectura accesible para alumnos de la escuela secundaria”, subraya.

En tanto, química y biología son los temas que más atraen a Hernán Cavalieri, docente de los colegios Cardenal Spínola y San Juan el Precursor, ambos de San Isidro, así como de la Escuela Argentina Modelo de Capital Federal. “Son muy interesantes también los artículos sobre filosofía de la ciencia de Guillermo Boido”, destaca, y confiesa: “Uso mucho la revis-

ta, no solo como forma de mantenerme actualizado sino también como disparador en muchos de los contenidos de clase, así como para dar a conocer aspectos de la actualidad científica de la Facultad, que luego sirven para despertar y orientar vocaciones hacia estas áreas”.

Para la docente Andrea Revel Chion, del Colegio de la Ciudad, le interesan todos los temas sobre salud y ambiente que aparecen en esta publicación, como el artículo que abordó la cuestión de la selva y la fiebre amarilla. “Los estudiantes analizaron el texto completo e identificaron qué elementos ya eran conocidos y cuáles eran novedosos; frente a estos últimos se profundizó y discutió qué era lo que realmente aportaban al enfoque dado a las enfermedades en el marco de nuestra asignatura, Educación para la Salud”, describió, y enseguida dio paso a otro ejemplo: “Por otro lado, el número 15 del año 2008 presentó el tema del Mal de Chagas, que también es uno de los problemas sanitarios que trabajo con mis estudiantes. En este caso, el artículo nos permitió conocer y analizar la resistencia detectada en algunas poblaciones de vinchucas. Recuperamos estos hallazgos para ser analizados desde la perspectiva darwiniana que habíamos trabajado anteriormente, de manera tal de explicar el origen de estas resistencias a la luz de dicho modelo”.

Por último, desde Suecia, Esteban Broitman, quien se graduó en la FCEyN y actualmente está radicado en el país nórdico, destaca: “La recepción regular de EXACTAMENTE ha sido siempre una grata sorpresa para mí por varias razones. Primero, el poder recibir una revista con noticias científicas de la Argentina es algo muy estimulante, ya que me permite estar al tanto de lo que pasa en mi país: las noticias científicas argentinas no aparecen mucho en Science, Nature, u otras revistas internacionales especializadas. Además, cuando aparecen en EXACTAMENTE algunas noticias que están relacionadas con lo que están haciendo mis ‘viejos’ profesores y compañeros de estudios de Exactas, eso me produce alegría y también un poco de nostalgia, me siento más cerca de la Argentina, compartiendo algo así como ‘chimentos’”.

Este profesor del Departamento de Física, Química y Biología de la Universidad de Linköping, en Suecia, agrega: “Finalmente, poder recibir la revista desde Argentina es, de por sí, algo sorprendente; más aún cuando la revista la he recibido en forma regular. ¡Jamás lo podría haber imaginado! ¡Algo está mejorando en la Argentina! Muchas gracias a todos los que realizan el esfuerzo de publicar EXACTAMENTE en papel y ahora en la web”. |

Los neutrinos superlumínicos

¡Uh! ¿No cayó el paradigma?

En septiembre de 2011 un conjunto internacional de físicos experimentales publicaron resultados que dejaban entrever la existencia de partículas capaces de moverse a velocidades superiores a la de la luz; o sea, de violar levemente uno de los postulados de la Relatividad Especial. Aquí la historia.

Guillermo Mattei, gmattei@df.uba.ar



El 23 de septiembre de 2011, el servidor de correo electrónico del Departamento de Física de Exactas difundía el siguiente mensaje del profesor Daniel de Florian, uno de los principales cazadores del bosón de Higgs en el Gran Acelerador de Hadrones (LHC) del CERN (Suiza): “Los voceros del experimento OPERA acaban de realizar un interesante anuncio. Hallaron neutrinos que viajan con un exceso de aproximadamente 0,002% de la velocidad de la luz. ¿Posibles explicaciones? Muy temprano aún.”

El experimento OPERA (acrónimo inglés de *Proyecto Oscilación con aparato de seguimiento de emulsiones fotográficas*) consiste básicamente en el envío, desde el CERN, de un haz de neutrinos de tipo *muónicos* hacia un detector situado en el laboratorio Gran Sasso (Italia), a una distancia de 730 kilómetros. Si bien el OPERA buscaba propiedades específicas de los neutrinos, denominadas *oscilaciones* (Ver Recuadro *Oscilaciones de Wolfgang Pauli*), el experimento también era útil para conocer sus velocidades al medir el tiempo que demoran en llegar sabiendo que la dis-

tancia está medida con gran precisión. Concretamente, el resultado del experimento significaba que el tiempo de llegada de los neutrinos, desde su emisión en el CERN hasta su llegada al detector OPERA, superaba en sesenta milmillonésimas de segundo lo previsto por la Teoría de la Relatividad, o sea: esos neutrinos viajaban más rápido que la luz.

Capítulo 1. ¿A quemar los libros?

“¿Y ahora qué van a hacer los físicos?”, fueron los comentarios socarrones de graduados no físicos en varios pasillos de universidades del orbe; “¡se les cayó el paradigma...!” El paradigma aludido era, nada menos, que el centenario postulado einsteniano de la constancia de la velocidad de la luz (Ver Recuadro *El metaprincipio*). Lo irónico es que la presunta caída de una teoría que debió haberse llamado *de la invariancia* y cuyo actual nombre se malinterpreta muchas veces como *todo es relativo* (Ver EXACTAMENTE número 3, en la nota *Un siglo de Relatividad*), podía haber tenido, para muchos, connotaciones de relativismo epistemológico sobre las ciencias naturales formales.

Pero no, ¿por qué no? En la comunidad física nunca hay pánico a causa de lo que el doble juego teoría-experimento pueda deparar en cuanto a los límites de los modelos. Por un lado, la reabsorción de modelos teórico-experimentales dentro de otros modelos envolventemente inclusivos o la compatibilización de los límites de validez de modelos bien diferentes no son una novedad ni una tragedia en Física. El investigador Juan Pablo Paz (del Departamento de Física de la FCEyN) opinó tras la noticia: “Si la velocidad de los neutrinos fuera la reportada en ese trabajo, entonces no se podría entender cómo es que los neutrinos y la luz fueron detectados casi simultáneamente cuando explotó la supernova de 1987. Los neutrinos tendrían que haber llegado mucho antes que la luz en ese caso... Pero bueno, el de OPERA es un resultado intrigante ¡y sería muy divertido que fuera cierto!”

Por su parte, el especialista en Teoría de cuerdas Gastón Giribet (del mismo departamento), ampliaba: “Los neutrinos producidos por el colapso en las estrellas supernovas son, preponderan-



Un técnico verifica los imanes que dirigen los protones que, al colisionar, producen los neutrinos que viajan desde Suiza hasta Italia. Foto: © 2005 CERN

EL METAPRINCIPIO

En su libro *Agujeros negros y tiempo curvo*, el físico Kip Thorne explica que Einstein en lugar de prestarle atención a los pocos experimentos que, alrededor del 1900, podían decir algo acerca de la estructura del espacio y del tiempo, confió en su propia intuición sobre cómo deberían comportarse las cosas. Tras mucha reflexión, se le hizo intuitivamente obvio que la velocidad de la luz debe ser una constante universal, independiente de la dirección y del movimiento, y que establece un límite insuperable por ninguna cosa. Einstein introdujo así un nuevo principio sobre el que basar toda la Física.

El principio de relatividad es realmente un metaprincipio en el sentido de que no es en sí mismo una ley física, sino que es más bien una pauta o regla que deben obedecer todas las leyes de la Física, no importa cuáles puedan ser estas leyes, ni tampoco si son leyes que gobiernan la electricidad y el magnetismo, o los átomos y moléculas, o las máquinas de vapor y los automóviles deportivos. Thorne explica que la potencia de este metaprincipio es impresionante. Toda ley que se proponga debe ser confrontada con él. Si la nueva ley supera el test, entonces la ley tiene alguna esperanza de describir el comportamiento de nuestro Universo. Si no, debe ser rechazada.

Thorne concluye que toda nuestra experiencia acumulada en los cien años de este principio, una y otra vez confirman las ideas de Einstein. A partir de los años '30 del siglo XX la tecnología comenzó a darle la razón al principio de relatividad y actualmente en los aceleradores modernos pueden medirse velocidades de electrones a 0,9999999995 veces la velocidad de la luz. Como, a medida que la velocidad de estas partículas materiales se acerca a de la luz, crece su inercia; entonces inexorablemente nunca podrán alcanzarla.

Pocas cosas son inmutables en el universo: la velocidad de la luz como tope para todas las cosas que se muevan es una de ellas.

temente, los llamados *anti-neutrinos electrónicos*, y esos fueron, justamente, los que se midieron el 23 de febrero de 1987. Sin embargo, los medidos en Gran Sasso son *neutrinos muónicos*. ¿Podrían ser superlumínicos unos y los otros no? Los primeros viajan prácticamente en el vacío y los segundos dentro de la materia, de modo que, de no existir una interrelación fuerte con la gravedad, el de la supernova es un contraejemplo bastante contundente”, y agregaba: “Este asunto de los *neutrinos precoces* probablemente se trate de un error sistemático, y lo mejor es esperar a que alguien adentro del Gran Sasso grite ¡uh! ¡Non ho notato questo!”. La posibilidad de una incerteza mal estimada o de un error experimental ya sobrevolaba el asunto.

El 23 de febrero de 1987 a las 7.35 horas (tiempo universal), los detectores Kamiokande II (Japón), IMB (Estados Unidos) y Baksan (Rusia) reportaron el pasaje de veinticuatro antineutrinos provenientes de la explosión de la estrella supernova SN1987a e hicieron historia poniendo en evidencia que los neutrinos tenían masa. Si bien estos viajeros extra-

galácticos fueron detectados tres horas antes de que llegara la señal luminosa, los astrofísicos saben que, en el colapso que antecede a ese tipo de explosiones, la estrella emite antes a los antineutrinos. Esa anticipación observada en 1987 es, de hecho, una de las pruebas más satisfactorias de los modelos de colapsos estelares, y no se debe a una velocidad superlumínica de los neutrinos. De hecho, SN1987a se encuentra a casi 170.000 años luz y un cálculo sencillo convence de que si la velocidad superlumínica de los neutrinos fuera la observada en el OPERA entonces sus neutrinos deberían haber llegado varios años antes y no solo tres horas antes.

Capítulo 2. Maldita conexión

El 22 de febrero de 2012 la revista *Science* ya especulaba que los famosos sesenta nanosegundos de diferencia se explicaban por una falla en la conexión de un cable de fibra óptica que iba desde el receptor del GPS a una plaqueta de adquisición en una computadora. “Soldás mal un cable y concluís que la teoría de la relatividad

está mal... Siendo que las conclusiones que germinalmente pretendían derivar del resultado afirmaban que la teoría de la relatividad podía estar mal, todo este asunto se convertía potencialmente en un ruidoso papelón, con centenares de noticias de prensa –no todas responsablemente escritas– y 214 citas bibliográficas en pocos meses”, comentaba Gastón Giribet, y agregaba: “El más elegante de los intentos por explicar de dónde podía venir la diferencia era la estadística empleada, pero adjudicarla a la mala conexión de los cables es, en todo caso, bochornoso: ¡Si le vas a apuntar a Einstein fijate mejor!”.

Jonathan Butterworth, físico del Grupo de Altas Energías del University College (Londres, Inglaterra) y columnista de ciencia del medio gráfico *The Guardian* opinó: “Parece que después de todo, los neutrinos respetarían el límite de velocidad. Al menos, los experimentales del OPERA anunciaron, hace un par de días, que `habían encontrado un problema que *podría* haber llevado a un error en la medida del tiempo y que, cuando corrigieron el problema, *desearon* obtener un resultado compatible con la velocidad de la luz`. El *podría* y el *desearon* parece ser un curioso entrelineado dicho cuando el resultado superluminal todavía tenía cierta credibilidad frente a toda la evidencia en favor de la Relatividad Especial. Pero, casi a continuación, la credibilidad se evaporó”.

OSCILACIONES DE LOS NEUTRINOS

Los neutrinos son partículas fantasmales con múltiples personalidades. A principios de 2012, resultados provenientes del experimento Neutrino-Antineutrino del reactor nuclear chino Daya Bay (provincia de Guangdong, China), en colaboración con científicos checos, rusos y estadounidenses, ha incrementado considerablemente el entendimiento de cómo cambian su personalidad, fenómeno denominado oscilación de los neutrinos, y esto podría aportar al entendimiento de por qué existe materia en el Universo, nada menos. En palabras más técnicas, los físicos lograron comprender mejor cómo los tres diferentes tipos de neutrinos o sabores –electrón, muón y tau– se combinan entre sí proveyendo una explicación para su inquietante transformación de unos en otros.

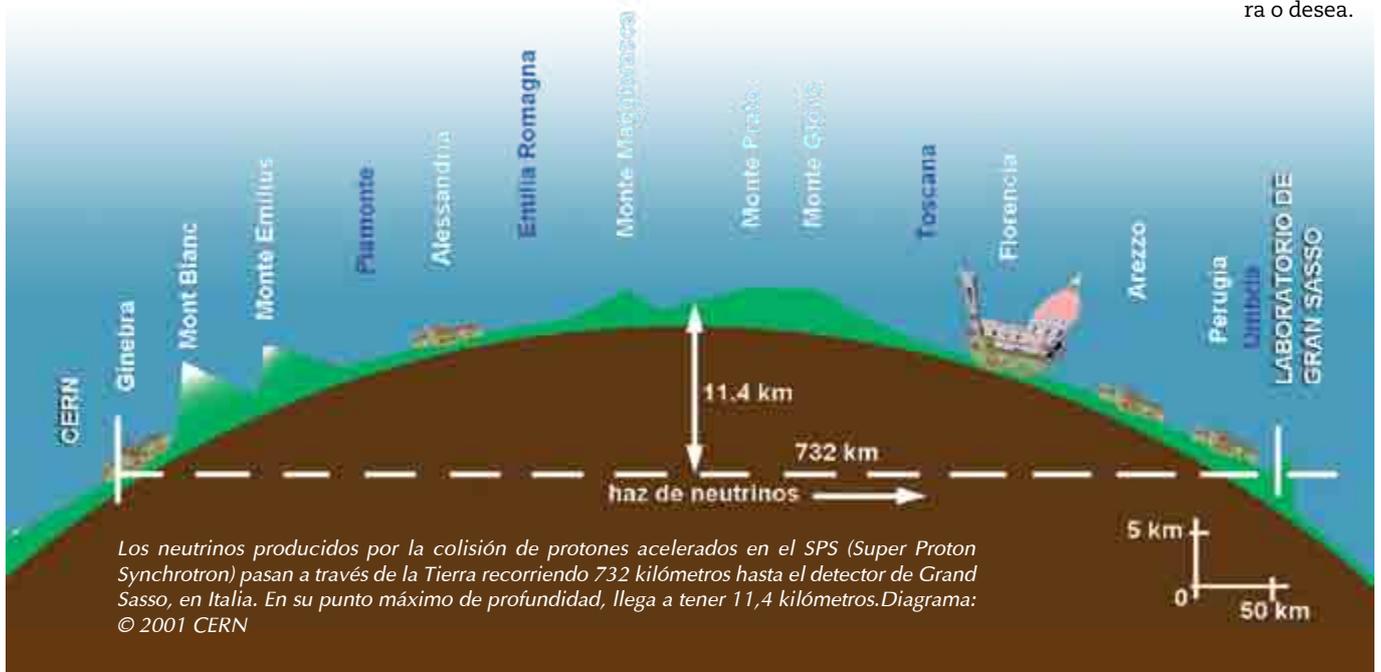
El enigma del desbalance numérico entre partículas y antipartículas podría tener relación con estas oscilaciones. Si los neutrinos y su antimateria equivalente, los antineutrinos, oscilaran de diferente manera, entonces la explicación podría estar cerca.

Kam-Biu Luk, un profesor de Física en la Universidad de California en Berkeley, e investigador en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, dijo: “Este resultado es muy estimulante porque nos permite comparar las oscilaciones de neutrinos y antineutrinos en el futuro y tener cierta confianza para contestar la pregunta ‘¿por qué existimos?’”

A pesar de que los neutrinos interactúan muy débilmente con otros tipos de materia, en uno de los más grandes desafíos del Modelo Estándar de las partículas elementales, los experimentos de las dos últimas décadas muestran que sí tienen masa para poder efectuar estas mutaciones aunque, probablemente, sea menos que una millonésima de la masa del electrón. Cada sabor del neutrino es el resultado de las fluctuaciones temporales de sus tres masas diferentes de modo parecido a como la luz de color puede variar según apropiadas mezclas de luces rojo, verde y azul.

En la línea de Giribet, Jonathan Butterworth (físico del Grupo de Altas Energías del University College y columnista de ciencia del medio gráfico *The Guardian*) agrega: “Si se confirma, el pro-

blema del conector sería, así, una deprimente y mundana explicación para tan intrigante anomalía. Yo todavía respeto al OPERA por haber ofrecido un resultado a pesar de todo. Una vez que un físico experimental ha decidido medir algo, debe publicar el resultado, aun si no es el que uno espera o desea.





Centro del cómputo del CERN
Foto: © 2012 CERN

Por supuesto que los físicos del OPERA sospecharon que su propio resultado era erróneo, y fueron muy claros sobre esto desde el principio, enfatizando la necesidad de chequeos adicionales. Pero la principal razón para esa sospecha no tenía que ver con el experimento en sí mismo, sino con el peso de la evidencia independiente a favor de la Relatividad”. Butterworth sostiene que si un físico experimental se arrepiente de los resultados porque contradicen su teoría favorita, o aun porque contradicen otros experimentos, tiene que repetir el experimento y chequear todo lo estadísticamente razonable y, a veces, aparece el maldito conector.

Mucha gente ha resaltado irónicamente que la publicación del OPERA ha cosechado muchas citas bibliográficas. “Si tú, científico, vives en el mundo maravilloso de la métrica reglada por las citas, entonces esto te parecerá bien, aun si la mayoría de ellas son, básicamente, para decirte que estás equivocado. Ciertamente, lograste alto impacto. Sin embargo, yo no pienso que los científicos del OPERA especularon con las citas. Dudo que hubiese un solo físico del OPERA que no deseara haber encontrado el fallo del conector antes de la publicación, aun si eso hubiese significado que reportar coincidencia con la velocidad de la luz implicaba pocas citas y menos atención de los medios”, dice Butterworth.

Capítulo 3. Ícaro voló

Y la medida independiente llegó el 16 de marzo del 2012. El detector ICARUS, del Gran Sasso, demostró, con todo rigor, oportunidad y explícitos comunicados, que los neutrinos, a lo sumo viajan a la velocidad de la luz: “El resultado es compatible con el arribo simultáneo de todos (los siete) eventos con la velocidad de la luz y no es compatible con los resultados reportados por OPERA.”

Otro penal, aunque mal cobrado, que ataja un tal Albert Einstein. | =

OSCILACIONES DE WOLFGANG PAULI

Según el físico ruso George Gamow (1904-1968), su colega alemán Wolfgang Pauli (1900-1958) “siempre traía ideas nuevas y se las contaba al auditorio mientras caminaba constantemente, ida y vuelta, con su voluminoso cuerpo oscilando ligeramente”. Su gran idea fue la de postular en los años veinte la existencia de una partícula sin carga, a la que bautizó neutrón, para que el modelo teórico del átomo fuera consistente con la realidad experimental. Una de las jugadas más apasionantes de la investigación científica es la de prever entidades en el marco teórico antes de ser descubiertas en el diálogo experimental con la Naturaleza. Cuando en 1932, James Chadwick (1891-1974) descubrió, dentro de la configuración atómica, a la partícula que hoy se denomina neutrón, Pauli tuvo que rebautizar a su hipotética partícula como neutrino. La evidencia fenomenológica del neutrino recién llegó en 1956.

Hasta antes de los 80 la suposición era que los neutrinos no tenían carga eléctrica ni masa en reposo

por lo que apenas interactuaban gravitatoriamente con los átomos comunes de modo que eran capaces de atravesar la Tierra sin que ésta se enterara. Pero, estudiando los neutrinos provenientes de las reacciones nucleares del Sol y de los rayos cósmicos que impactan en la atmósfera superior, los científicos detectaron por primera vez evidencia de una masa pequeña.

La teoría que sustenta el modelo del Big Bang indica que el número de neutrinos que posiblemente existan tiene una relación definida con el número de fotones que podemos observar en el Universo en proporción 3:11. En otros términos, debería haber 113 neutrinos de cada una de sus tres especies por centímetro cúbico o cientos de millones de neutrinos por cada átomo del Universo. En este contexto, si los neutrinos pesaran sólo la cien millonésima parte del peso de un átomo, podrían ser candidatos a conformar la elusiva materia oscura, la que no podemos observar pero sí medir como determina la dinámica actual del Universo.

Tuberculosis

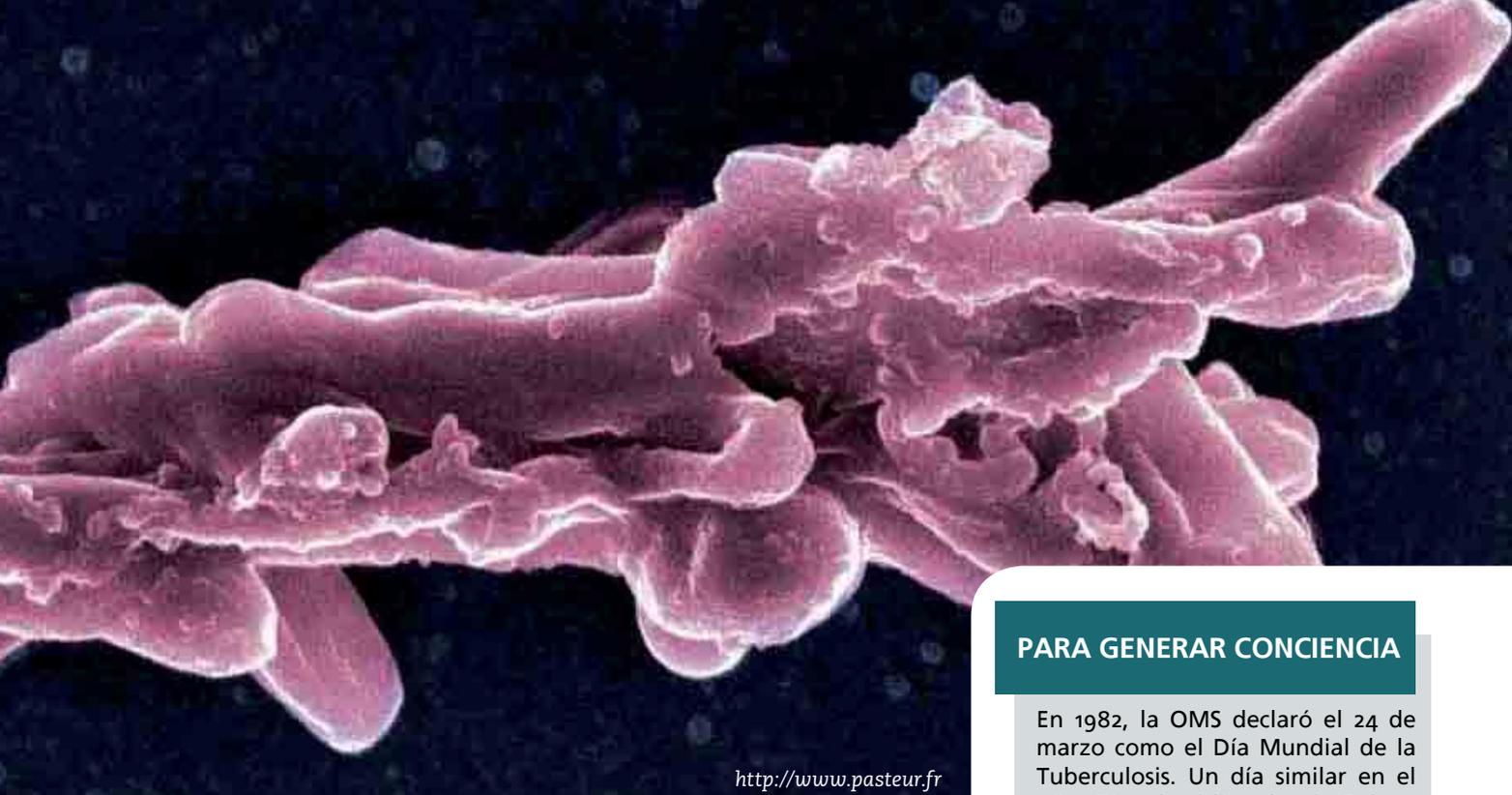
El enemigo de mi enemigo es mi amigo

María Eugenia Dieterle - euge_dieterle@hotmail.com

La tuberculosis, causada por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, es una de las enfermedades humanas más antiguas que se conocen. La falta de una detección temprana y la emergencia de cepas resistentes a los antibióticos, hacen que hoy siga siendo un problema de salud pública. Pero los virus que infectan bacterias podrían ser los nuevos aliados de los científicos en el desarrollo de una herramienta de diagnóstico rápida y segura, que ayude a combatir esta enfermedad.

Durante décadas la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, causante de la tuberculosis, ha dado batalla y mostrado una asombrosa resistencia contra los continuos ataques de la medicina. Esta enfermedad es, aún hoy, la segunda causa de muerte en el mundo debida a un agente infeccioso. En el año 2010 la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que la tuberculosis arrasó con 1,4 millones de vidas. En la Argentina, hay alrededor de 11 mil casos nuevos por año, según notificó el Ministerio de Salud, y la tasa es de 23,2 casos cada 100 mil habitantes.

La tuberculosis es transmitida cuando el enfermo estornuda, tose o habla, y unas pocas bacterias inhaladas son suficientes para que la persona quede infectada. A pesar de que el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado permitirían la cura del enfermo, tanto la falta de una detección temprana como el abandono de los largos tratamientos suelen agravar la situación del paciente



<http://www.pasteur.fr>

PARA GENERAR CONCIENCIA

En 1982, la OMS declaró el 24 de marzo como el Día Mundial de la Tuberculosis. Un día similar en el año 1882, el médico alemán Robert Koch anunció, en Berlín, el descubrimiento del bacilo causante de la enfermedad, llamado en la actualidad *Mycobacterium tuberculosis* o "bacilo de Koch".

Ese evento busca educar al público sobre las consecuencias de la enfermedad y su impacto en la salud global. Teniendo en cuenta que en esa fecha en la Argentina se conmemora el Día Nacional de la Memoria por la Verdad y la Justicia, el Ministerio de Salud de la Nación decidió realizar "la Semana de la Tuberculosis", invitando a todos los programas provinciales, regionales y organizaciones de la sociedad civil vinculados a la lucha contra esta enfermedad, a desarrollar actividades con el fin de generar una mayor visibilidad de esta problemática.

car genéticamente estos micobacteriófagos agregándoles un gen que expresa la proteína con verde fluorescente, de modo tal que, cuando el virus ataca a la bacteria causante de la tuberculosis, ésta se vuelve fluorescente y de fácil visualización. La investigadora destaca que la clave del ensayo es que, mediante el equipamiento que se encuentra en la mayoría de los laboratorios, se puede detectar en 48 horas si el paciente está infectado. A su vez, si el ensayo se combina con diferentes drogas, es posible distinguir si las bacterias presentan resistencia a los antibióticos. Otra ventaja no menor es que, una vez que las muestras son tratadas con los bacteriófagos, es posible colocar una solución que mata a las bacterias disminuyendo el riesgo de contagio en el operador.

y hacen que aumente el riesgo en la población de contraer la enfermedad. Uno de los principales problemas es que han emergido cepas resistentes a las drogas y, peor aún, multirresistentes. Por estas razones, y pese a los esfuerzos internacionales, la tuberculosis sigue siendo un importante problema de salud pública.

Los aliados

Las bacterias también tienen sus "enemigos íntimos" y son víctimas de unos virus conocidos como bacteriófagos o fagos. Mientras las bacterias lidian contra los virus por su supervivencia, estos pueden ser nuestros aliados en la lucha contra enfermedades patógenas como la tuberculosis.

La bacteria *Mycobacterium tuberculosis* es, particularmente, la favorita de los virus llamados micobacteriófagos. La doctora Mariana Piuri, investigadora del CONICET en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, junto con un grupo de investigadores de la Universidad de Pittsburgh, EEUU, ha utilizado a estos bacteriófagos como herramienta para el desarrollo de un novedoso test de diagnóstico, que detecta en forma rápida y segura a la bacteria causante de la tuberculosis.

El diagnóstico clásico de la tuberculosis consiste en la tinción de una muestra de expectorado del paciente a través de la técnica denominada ácido resistencia (ver infografía: Tuberculosis: Caso sospechoso). La doctora Piuri explica: "Este paso es rápido y poco costoso pero, en general, se debe complementar con el crecimiento de la bacteria en cultivo, ya que si hay pocas bacterias positivas, como sucede en los pacientes de HIV, éstas no se visualizan. Este procedimiento suele tardar entre tres

y cuatro semanas. Además –continúa la especialista–, no hay que olvidar que la tinción por sí sola no sirve para diferenciar si las cepas son resistentes o no a las drogas". Estas técnicas convencionales, pese a que tardan mucho tiempo y no tienen una gran sensibilidad (no sirven para la detección de pocas bacterias), siguen siendo la forma más utilizada en el diagnóstico.

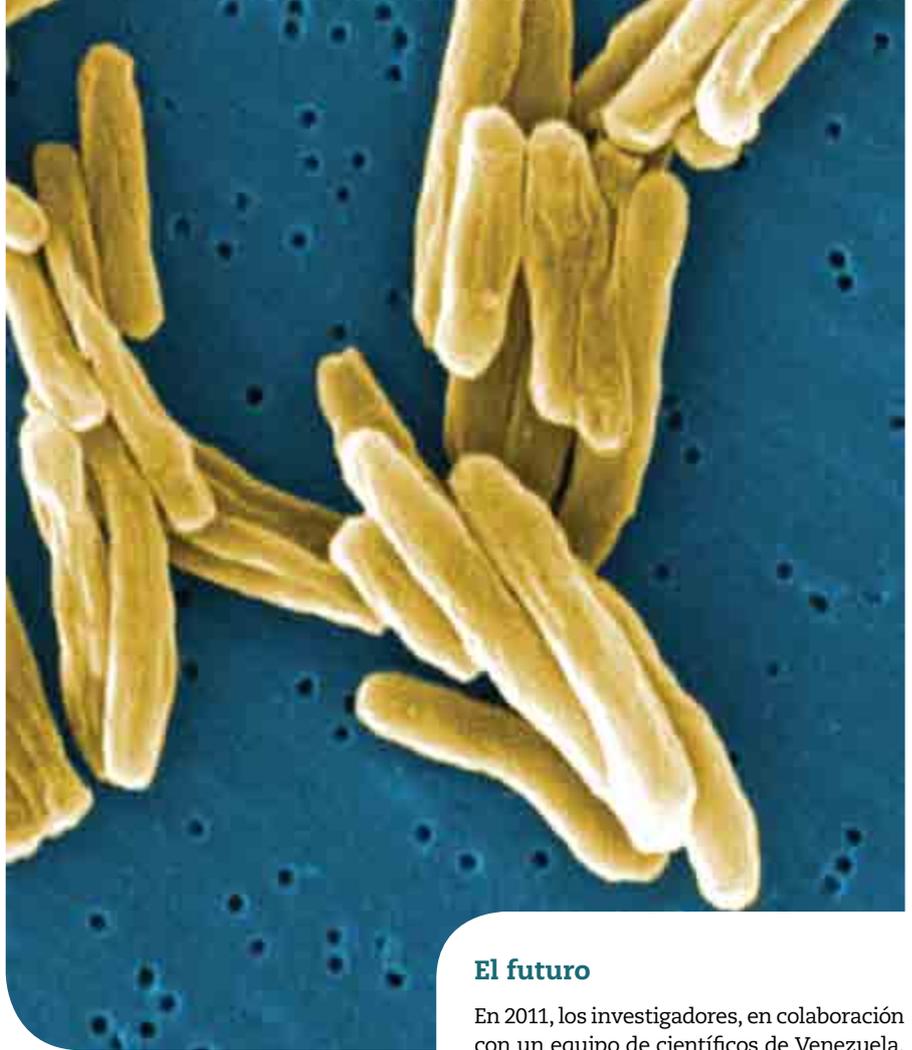
La estrategia

Los obstáculos que los científicos deben enfrentar a la hora de desarrollar un método de detección no son pocos, entre ellos: el lento crecimiento de esta bacteria, el peligro de contagio cuando se las manipula y la contaminación con otras especies bacterianas que provienen del expectorado del paciente. Asimismo, es clave la identificación rápida de cepas resistentes para el posterior tratamiento de la enfermedad. Desde ya que los esfuerzos de muchos investigadores no han sido en vano y existen en la actualidad sistemas automatizados que tardan entre 48 y 76 horas. También han surgido metodologías exitosas basadas en ADN, que permiten identificar resistencias a antibióticos. Sin embargo, la infraestructura necesaria y los insumos son muy costosos, y limitan su aplicación solo a países de altos ingresos, que no coinciden con los lugares de mayor incidencia de esta enfermedad.

Piuri argumenta: "Nosotros trabajamos con bacteriófagos, virus que infectan bacterias, y estos se caracterizan por ser muy específicos. En particular, los micobacteriófagos infectan a *Mycobacterium*, pero no así a otras bacterias". La estrategia usada por los investigadores fue modifi-

DISTRIBUCIÓN DE LA ENFERMEDAD EN LA ARGENTINA

De acuerdo con datos del Ministerio de Salud de la Nación, existe una considerable brecha entre las diferentes jurisdicciones del país, y una elevada concentración de casos en provincias como Salta, Jujuy y Formosa, cuyas tasas (47,8, 47 y 39,2 cada 100 mil habitantes, respectivamente) duplican, prácticamente la media nacional. A su vez, la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires notifican la mitad de los casos de todo el país.



*Bacteria de la tuberculosis magnificada por un microscopio electrónico (SEM)
Foto: CDC/ Dr. Ray Butler*

El futuro

En 2011, los investigadores, en colaboración con un equipo de científicos de Venezuela, publicaron un trabajo, en *Journal of Clinical Microbiology*, donde reportaron que hicieron la primera prueba a partir de aislamientos derivados de pacientes con tuberculosis. “El trabajo estuvo basado en la evaluación de nuestro método para detectar cepas resistentes a las drogas. Además de darnos resultados alentadores, permitió compararlo con otros métodos existentes en la actualidad. Desde ya, hay puntos a mejorar, pero metodológicamente son posibles”, opina la investigadora.

La doctora Piuri continúa esta línea de investigación en su laboratorio del Departamento de Química Biológica de la FCEyN, con un proyecto en asociación con el grupo de Graham Hatfull, de la Universidad de Pittsburgh, y que es financiado por el Instituto de Salud de los Estados Unidos (NIH), la Agencia de Promoción Científica y el CONICET. El objetivo es aumentar la sensibilidad de la técnica y poder aplicarla directamente en una muestra de expectorado para que en un futuro pueda usarse como ensayo de rutina. Claro está que el desafío es grande pues no es fácil encontrar el método de detección “ideal” que combine velocidad, sensibilidad, bioseguridad para el operador y determinación de resistencias a las drogas.

Todo indicaría que el enemigo de nuestro gran enemigo bacteriano está batallando de nuestro lado, en la guerra declarada hace ya más de un siglo contra esta devastadora enfermedad. **▣**

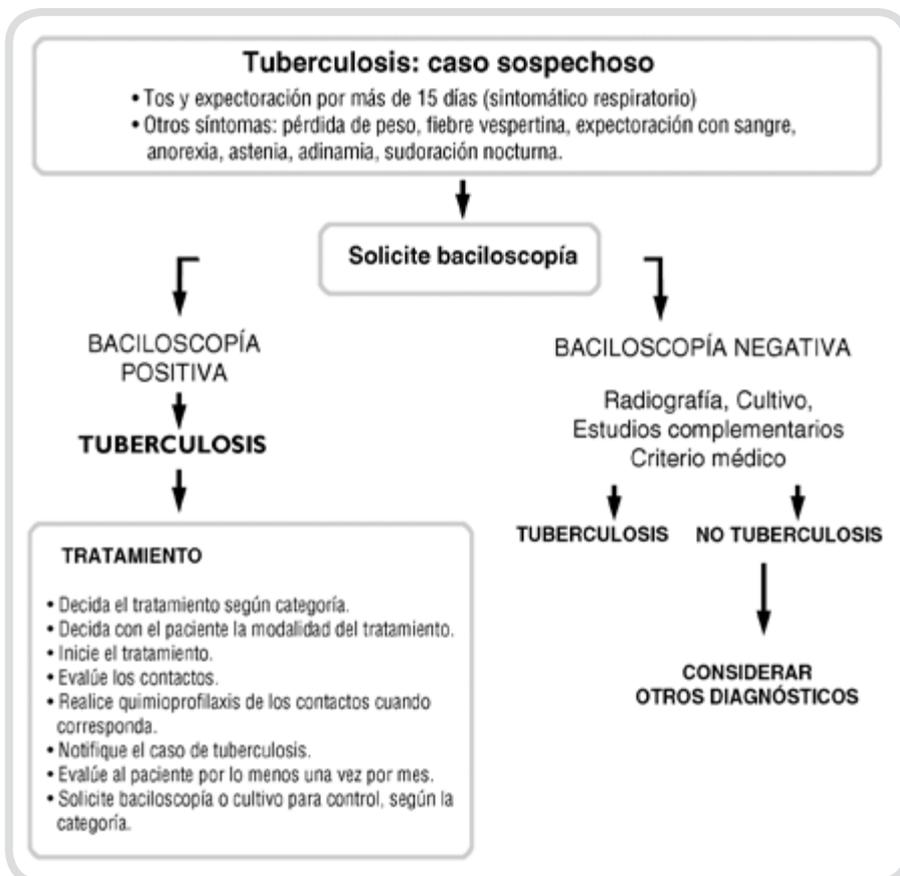


Diagrama de los pasos a seguir en el caso de detectar un paciente con síntomas de tuberculosis en Argentina, según indica el Ministerio de Salud

Las relaciones entre historia y filosofía de la ciencia

Segunda parte

Guillermo Boido / Olimpia Lombardi

En el artículo anterior señalamos la tensión que ha signado las relaciones entre *historia de la ciencia* y *filosofía de la ciencia* durante el siglo XX, y prometimos ocuparnos de algunos autores que han practicado (o practican) a la vez ambas disciplinas. Para cumplir esa promesa, hemos elegido a Thomas S. Kuhn y Hasok Chang.

En su doble tarea de historiador y de filósofo, Kuhn ha sostenido la necesidad de mantener académicamente separadas la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia. Si bien consideraba fructífero el diálogo entre ambas, estaba convencido de la imposibilidad de practicar una suerte de síntesis, ya que estas disciplinas exigen perspectivas y actitudes mentales por completo diferentes. En su famoso artículo “Las relaciones entre la historia y la filosofía de la ciencia” (1968) escribe: “El resultado de las dos experiencias no es el mismo. Tampoco, creo, es un compromiso posible, pues presenta problemas de la misma clase que el compromiso entre el pato y el conejo del bien conocido diagrama gestaltiano”.

Una consecuencia notable de ello es que en los trabajos de Kuhn se reconocen dos nociones emparentadas pero diferentes: la noción histórica de Revolución Científica en tanto acontecimiento fundacional de la ciencia moderna, y la noción filosófica de Revolución Científica como parte de su modelo del devenir científico. Curiosamente, cuando el Kuhn-historiador describe la Revolución Científica, ésta no resulta ser un caso particular de la revolución científica de la que nos habla el Kuhn-filósofo: filosofía e historia conviven armoniosamente, pero destinándose a la vez una indiferencia mutua. Tal vez esto explique, al menos en parte, por qué su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, de indudable impacto en la filosofía de la ciencia, no ha dejado huellas significativas en el ámbito de la historiografía, mientras que sí lo han hecho sus muy destacados aportes estrictamente historiográficos.

A diferencia de Kuhn, Chang debe ser presentado: es un investigador estadounidense nacido en Corea del Sur que trabaja en Londres, quien recientemente sacudió los ambientes de la historia y la filosofía de la ciencia con su libro *Inventing Temperature. Measurement and Scientific Progress* (2004), donde realiza un pormenorizado estudio de la historia del concepto de temperatura y de la construcción de termómetros durante los siglos XVIII y XIX.

En el indispensable último capítulo de ese libro, Chang aborda la cuestión que nos ocupa desde una perspectiva novedosa, afirmando que la historia y la filosofía de la ciencia pueden cumplir una función complementaria respecto de la ciencia misma, generando conocimiento científico donde la ciencia no logra hacerlo. Esta actividad, a la que llama “HPS”, no es una mera yuxtaposición de ambas disciplinas sino un nuevo modo de estudio integrado que complementa el saber del científico especialista.

La HPS se ocupa de aquello que la ciencia especializada desatiende en favor de su propio desarrollo. No se trata de la imagen tradicional de un ámbito que “retrocede” ante el “avance” de la propia ciencia, sino de un estudio que acrecienta su alcance en la medida en que la ciencia profundiza su especialización. Así, la HPS puede recobrar ideas útiles perdidas en el pasado, ocuparse de cuestiones fundacionales de la ciencia presente, e incluso explorar sistemas conceptuales alternativos y líneas de investigación experimental para la ciencia futura. Para ello, la HPS puede reconsiderar los aspectos presupuestos acriticamente en el presente y buscar en la ciencia del pasado elementos aparentemente desconcertantes que no han sobrevivido en la ciencia actual. En esta actividad, historia y filosofía se encuentran tan estrechamente entrelazadas, que resulta difícil decir dónde termina una y comienza la otra.

Tal vez, el aspecto más polémico de la postura de Chang sea su idea de la HPS como “ciencia complementaria”, esto es, *generadora de conocimiento científico* a través de tres vías: la recuperación de conocimiento científico olvidado, el desarrollo de conciencia crítica acerca de la ciencia presente, y la propuesta de nuevos desarrollos teóricos y experimentales ajenos a las líneas ortodoxas de investigación actuales. En este sentido, Chang describe la HPS como *continuación de la ciencia por otros medios*. Pero, sin duda, esta perspectiva exige una visión pluralista acerca de la ciencia, que se aleja de la idea tradicional de “búsqueda de la verdad”.

Chang parece, así, ubicarse en la vereda opuesta a la de Kuhn. Podría cuestionársele, sin embargo, que su HPS no es, estrictamente, ni historia de la ciencia ni filosofía de la ciencia. Pero la pregunta es: ¿eso qué importa? 

Enlaces con la Comunidad

A partir de 2013, los estudiantes de todas las facultades de la UBA deberán realizar un mínimo de 42 horas de prácticas comunitarias obligatorias. Hasta entonces, la actividad es optativa. La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales ya implementó su primera experiencia.

Gabriel Stekolschik - gstekol@de.fcen.uba.ar
Fotos: gentileza Graciela Garbossa

En un aula de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) se desarrolla un examen final. Pero los alumnos no escriben fórmulas ni resuelven problemas de química, de física o de matemáticas. La prueba oral trata sobre otro tipo de problemas: asuntos que no se solucionan en una hoja de papel o en un pizarrón.

Un grupo de estudiantes lleva ya largos minutos explicando al conjunto de profesores allí presentes lo que aprendieron durante la cursada: aspectos de microbiología, de toxicología, de física y de evolución. Pero revelan que, sobre todo, aprendieron a utilizar sus conocimientos para intentar resolver problemas sociales concretos. Cuentan entusiasmados que salieron del laboratorio y que se encontraron con personas que necesitan de sus saberes académicos. Y que, en ese proceso, se formaron para entender un poco más profundamente sus problemas, para consensuar maneras de encararlos y para diseñar y ejecutar proyectos que intenten solucionarlos. Ahora, hacen un análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades

del proyecto que llevaron a cabo. Y exponen sus conclusiones.

Todo transcurre en el marco de la finalización de "Enlaces con la Comunidad", un curso cuatrimestral de extensión que dio el puntapié inicial para la implementación en la FCEyN de un Programa que podría determinar un antes y un después en la relación de la UBA con la comunidad.

Extensión

Por Resolución N° 520 del año 2010, el Consejo Superior de la UBA creó el Programa "Prácticas Sociales Educativas" (PSE), que promueve el diseño y la ejecución de proyectos de interés social que resulten en la prestación de un servicio a la comunidad y, también, en un aprendizaje para el alumno. Desde entonces, docentes y estudiantes de varias facultades participan de este Programa de manera voluntaria. Pero, a partir de 2013, la resolución N° 520/10 establece la obligatoriedad de estas prácticas.

Se sabe que en la UBA se enseña y se investiga. Pero, quizás, es mucho menos conocido que el Estatuto de la UBA prescribe que, además de la docencia

y la investigación, la Universidad tiene una tercera misión –de igual importancia que las otras dos– que se denomina "extensión".

"La extensión es una acción social directa, contundente, concreta, en el campo social, es decir inmediata, sostenida en una matriz de docencia e investigación. Pero no cualquier investigación. Una investigación participativa, situada. Una investigación cuyo objeto, el problema a abordar, se va construyendo con la comunidad", explica el Licenciado en Ciencias Políticas Oscar García, Secretario de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil de la UBA y principal responsable de llevar a cabo este Programa.

En otras palabras, la Universidad tiene la obligación de intervenir con una perspectiva interdisciplinaria en cuestiones de relevancia social. Para ello, no solo debe titular profesionales con aptitudes científico-técnicas de excelencia sino, además, transmitir valores solidarios a sus estudiantes y docentes para que consideren aplicar sus conocimientos a la resolución de los problemas de la comunidad que, por otra parte, es la que sostiene su formación.



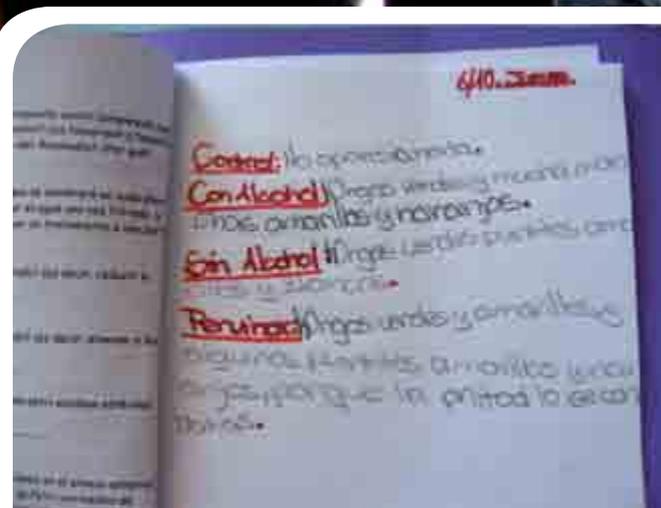


↑ Alumnas de Enlaces con la comunidad despliegan un juego didáctico a niños del Barrio Illia.

Sin embargo, en la realidad, este mandato estatutario fue minimizado y, hoy, según García, “la extensión es la hija boba de la investigación científica y la docencia. Es algo que nuestro sistema de educación superior viene enunciando casi desde su creación y, sin embargo, sirvió más para *aggiornar* los discursos de los funcionarios de turno que para realizar hechos concretos”.

Para el Secretario de Extensión de la UBA, esto obedece, por un lado, a que la extensión se desarrolló sin atributos esenciales que la caractericen particularmente: “Esto llevó a que, en el mejor de los casos, la extensión sea un poco de todo. Y un área que quiere ser todo termina sin ser nada”. Por otro lado, agrega, “hay una construcción cultural del ‘ser universitario’ que dice que el mejor profesional es aquel que asienta sus acciones universitarias en la investigación científica y en la docencia. Así, cuando se habla de extensión, que estatutariamente es una misión que está al mismo nivel que las otras dos, en los hechos concretos se la pone al nivel del coro universitario, con lo cual –sin desmerecer al coro universitario– se la coloca en un plano inferior”.

Notas de los adolescentes sobre sus experimentos. →



Aprendizaje-servicio

Históricamente, las acciones comunitarias de la UBA se desarrollaron más por la voluntad solidaria de algunos docentes y alumnos que por un programa institucional concreto y, en general, con el foco puesto en brindar algún servicio allí donde se supone que es necesario. Suelen ser intervenciones que pretenden provocar alguna mejora o cambio beneficioso para la comunidad “intervenido” y que, más allá del mayor o menor éxito de esa acción, para los actores universitarios resultan en una satisfacción personal por la tarea cumplida.

“Hay que evitar ir con la mirada del conquistador, creyendo que vas a resolverles los problemas porque es gente que no entiende lo que es vivir bien. Por supuesto que están en condiciones de alto grado de vulnerabilidad y que hay que mejorar

esas condiciones, pero no desde la perspectiva del lugar donde vos estás, que es un lugar de clase, de clase media. Tal vez no les interese el concepto de buena vida que vos tenés”, advierte García.

Las PSE se presentan como una propuesta pedagógica. Es decir, además de brindar un beneficio concreto en el campo social, deben privilegiar la adquisición de conocimientos por parte del alumno, integrando la enseñanza a la investigación en campo. “Este tipo de investigación es la que nos interesa. Hablamos de una estrategia: el aprendizaje-servicio, que es cuando el foco está puesto de manera dual en cada uno de los actores de esa relación y, al mismo tiempo, en esa relación hay un impacto curricular, es decir el alumno tiene un objetivo, que es aprender conceptos que forman parte de su disciplina”, señala García.



Oscar García, Secretario de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil de la UBA y principal responsable del Programa “Prácticas Sociales Educativas” (PSE).
Foto: Diana Martínez Llaser

LA LETRA DE LAS PSE

La incorporación de las Prácticas Sociales Educativas no significa un cambio en los planes de estudio, sino la suma de un nuevo requisito. Las PSE están previstas como obligatorias para los alumnos que se inscriban a la Universidad a partir de 2013. Exactas, por su parte, decidió implementar el curso “Enlaces con la comunidad” a manera de plan piloto.



Exactas y la sociedad

En la FCEyN, la primera experiencia de PSE resultó en un aprendizaje significativo para los alumnos y, también, para los docentes (ver recuadro). “Tuvimos que leer muchísimo, porque la metodología de aprendizaje-servicio es algo totalmente diferente a los métodos que utilizamos en una facultad de ciencias”, reconoce la doctora Graciela Garbossa, directora del curso. “En la Facultad nos formamos con un pensamiento estructurado alrededor de una lógica racional, somos exactos, y, cuando salís del laboratorio para trabajar en una comunidad, eso no funciona”, añade.

Con una larga tradición en la realización de proyectos de extensión, Garbossa considera que el trabajo en campo “deja marcas personales y establece compromisos con la comunidad en la que uno interviene”. Tal vez sea por esto que a los alumnos se los hizo participar desde un principio en las conversaciones con los referentes comunitarios para escuchar sus necesidades. “Después, tuvieron que analizar qué problemáticas podían resolver desde nuestra Facultad y escribir un proyecto en el que se plantearán los objetivos, la metodología para cumplirlos e, incluso,

un presupuesto para insumos y viáticos”, ilustra Garbossa.

De entrevistas con coordinadores de la Casa del Niño y del Adolescente –programa de la Dirección General de Niñez y Adolescencia del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires que ofrece actividades extraescolares para chicos y jóvenes de barrios carenciados– surgió la idea de implementar talleres de ciencias en dos sedes de esta Casa: la de la Villa 21/24 de Barracas y la del Barrio Illia, en el Bajo Flores.

Ambos proyectos buscaban, mediante la transmisión de conocimientos específicos, contribuir con la prevención de problemas sanitarios que aquejan a los habitantes de esos lugares. A través del juego, los más chiquitos aprendieron a lavarse correctamente las manos y a cuidar su salud bucal y, en ese trayecto, comprendieron la importancia de esas prácticas para prevenir enfermedades infecciosas prevalentes en su comunidad. A través de la experimentación, los adolescentes conocieron el mundo microscópico y, con ello, comprendieron la importancia de los hábitos de higiene. También aprendieron métodos para obtener agua potable, a diseñar experimentos, y reflexionaron sobre el concepto de investigación.

El último encuentro con el grupo de adolescentes se realizó en la Facultad: “Lo que más los fascinó fue la manipulación de pipetas y material volumétrico. Algunos de los chicos decían que no querían ir más al colegio porque querían venir a estudiar a la Facultad”, cuenta entusiasmado el biólogo Daniel Musikant, docente del curso junto con María Cristina Romero y Ana María Lauricella.

“Además de los conceptos teóricos, en la búsqueda de estrategias pedagógicas creativas aprendimos a debatir. Pero, sobre todo, la realidad diferente con la que nos encontramos nos hizo reflexionar, y nos permitió desarrollar una mirada transformadora y no meramente asistencialista”, comenta Jesica Nul, una de las alumnas del curso.

“A medida que transcurría el proyecto, te dabas cuenta de cómo los alumnos iban transformando su mirada”, destaca Garbossa, y confiesa: “Uno termina conectándose emocionalmente con la comunidad en la que interviene. Nosotros somos muy duros y no pensamos que nos van a pasar estas cosas. Y, sin embargo, nos pasan”.

En el aula terminaron las exposiciones. Ahora hay aplausos. **1**

Tierra de gigantes



Actividades de Exactas en el pabellón de la UBA en Tecnópolis.

Por Leonardo Zayat (*) - leo.zayat@de.fcen.uba.ar
Foto: Diana Sierra

En la megamuestra Tecnópolis hay un bosque habitado por 28 dinosaurios robotizados a escala real. Mueven sus garras, colas y cabezas, y hasta algunos rompen el cascarón de sus huevos. Durante los 15 días de vacaciones de invierno recibió la visita de cientos de miles de chicos de todas las edades y de todos los niveles de la enseñanza: inicial, primaria, secundaria y universitaria. Grandes y chicos quedaban maravillados frente a las moles de metal y espuma de poliuretano.

Con la vuelta a clases, llegarán miles de contingentes de escuelas de todo el país, que serán guiados por estudiantes de universidades nacionales. Entre ellos, estudiantes de todas las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, que conducen a los contingentes a través del parque. En este recorrido podrán encontrarse con más estudiantes de la Facultad. Son aquellos que están a cargo de la atención de los stands de instituciones y empresas de ciencia y tecnología presentados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, que financia los estipendios de todos los estudiantes que realizan tareas en Tecnópolis.

El parque también es un gigante: más de 50 hectáreas dedicadas al arte, la ciencia y la tecnología. Según sus creadores, Tecnópolis es "Un parque de diversiones de ideas". La edición 2012 está organizada en 10 parques dentro del parque: Parque de la Energía, Parque Industria Argentina, Parque Solar, Parque del Conocimiento, Bioparque, Plaza Belgrano, Mundo Joven, Bosque de Juegos, Parque del Movimiento y la Manzana de la Integración. Dentro de Mundo Joven se encuentra el pabellón de

la UBA "La UBA marcó tu camino". Uno de esos caminos comienza en los mostradores de orientación vocacional y termina en las salas de innovación abierta, en donde además de imaginar el futuro, los visitantes pueden conocer los productos de empresas de base tecnológica incubadas dentro de la Universidad o fundadas por graduados fuera de ella.

Mientras tanto, en el auditorio contiguo, estudiantes, docentes e investigadores de los Departamentos Docentes de Exactas llevan a cabo 22 actividades participativas con más de 150 horas de duración total. A lo largo de los tres meses en los que funcionará Tecnópolis, se realizarán experiencias y demostraciones de química, física, geología, matemática, biología y ciencias de la atmósfera y los océanos. Estas actividades son presentadas habitualmente en las Semanas de las Ciencias, un programa de popularización de la ciencia y promoción de las carreras de Exactas que convoca anualmente a más de 10.000 estudiantes de escuela media y que en 2011 cumplió 10 años de existencia. Estas actividades son coordinadas por el Equipo de Popularización de la Ciencia de la Facultad.

Entre octubre y noviembre, en el pabellón de la UBA en Tecnópolis funcionará una sede de inscripción al CBC. A los aspirantes que elijan una carrera científico-técnica se les ofrecerá la posibilidad de solicitar una beca de ayuda económica que cubra sus gastos de estudio. Son las Becas Bicentenario, que el Ministerio de Educación de la Nación otorga desde el "Año de la Enseñanza de las Ciencias", 2008. Con la misma fuente de financiamiento, a los que elijan una de las carreras de Exactas, se les ofrecerá participar de las actividades del Pro-

grama de Ingresantes CBC-Exactas: una charla de bienvenida en el Aula Magna del Pabellón II, un curso de previo de matemática para reforzar los contenidos del secundario y un acompañamiento tutorial durante todo el año por parte de un docente de la carrera elegida.

Las actividades del Programa de Ingresantes CBC-Exactas son organizadas por la Dirección de Orientación Vocacional de la FCEyN. La charla de bienvenida se realiza en diciembre, una vez finalizado el período de inscripción al CBC, y es encabezada por el decano de la Facultad. Además de comenzar a familiarizarse con los edificios de la Facultad y la vida universitaria, los estudiantes reciben información sobre el CBC y aprovechan la oportunidad para sacarse las últimas dudas antes de empezar. En febrero se realiza el curso previo de matemática, diseñado como un repaso de los contenidos necesarios para enfrentar las materias del CBC. A partir de abril, y con el comienzo de la cursada, se conforman las comisiones de 40 estudiantes y un docente-tutor que los acompañará durante todo el año. Juntos trabajarán temas relacionados con la organización del estudio, los contenidos de las carreras, los trámites y otros aspectos que facilitarán su primer año en la Universidad.

Despertar vocaciones en ciencia y tecnología no es una tarea sencilla. Conseguir que esas vocaciones se conviertan en graduados universitarios tampoco lo es. Con iniciativas como estas la probabilidad de éxito aumenta en ambos casos. |

(*) Secretario de Extensión, Graduados y Bienestar de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Nuevo presidente del CONICET

Dialogar y articular

Armando Doria - mando@de.fcen.uba.ar
Fotos: Diana Martínez Llaser

Está al frente de la herramienta de promoción de la ciencia y la tecnología más importante del país. Tiene experiencia dentro y fuera del CONICET, y la noticia de su nombramiento tuvo respuestas muy favorables en el ámbito científico. Roberto Salvarezza destaca en esta entrevista que su gestión se regirá por un trabajo asociado al resto de las instituciones y analiza los puntos de conflicto con la universidad.

El despacho del presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas es neutral e impersonal, como un decorado para televisión. En una de sus paredes hay una biblioteca enorme con una colección de libracos que parecen idénticos, todos con la palabra "Derecho" en el lomo. Designado el 8 de mayo pasado al frente del mayor organismo de promoción de ciencia y tecnología del país, el bioquímico y nanotecnólogo Roberto Salvarezza está sentado a la mesa de reuniones del despacho, listo para empezar la entrevista. Su asistente de prensa le pide que se acomode la corbata, por las fotos. Lo hace con desgarro y asegura que lo suyo no son las corbatas ni el protocolo; su trato cordial y cercano parece confirmarlo. "Yo fui secretario de Ciencia y Técnica en la Facultad de Ciencias Exactas de La Plata, fui director de institutos, coordinador del Centro Argentino-Brasileño de Nanotecnología, hice mucha gestión. Pero ahora es todo gestión, mi tiempo está acá", comenta sin poder dejar de mencionar que, hasta hace pocos días, "era un investigador, estaba dedicado a mi laboratorio. Ahora, por un tiempo, voy a estar completamente fuera del laboratorio".

Como declaró en esta y otras entrevistas periodísticas, Salvarezza estuvo "de ambos lados del mostrador". Esto es, gestionando en institutos CONICET y gestionando en la universidad; siendo profesor universitario e investigador del CONICET. A partir de esa experiencia, concluye que los problemas que pueda haber entre los distintos mundos institucionales "no son conceptuales, es falta de diálogo o de entendimiento, un problema de actitud", afirma.

El CONICET es un organismo autárquico que cuelga del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Como bien sabe la comunidad científica, la sede del CONICET es administrativa y la actividad que promueve se desarrolla en ámbitos de lo más variados. En palabras de su presidente: "El CONICET es una especie de estructura transversal que impacta en todas las instituciones del sistema científico y tecnológico. Nosotros estamos en el ámbito del Ministerio pero asociados a las universidades nacionales, que dependen del Ministerio de Educación; a la Comisión Nacional de Energía Atómica, que depende de Planificación; al INTA, que depende de Agricultura; al INTI, que está en Industria".

– El CONICET está en todos lados, digamos.

– Digamos que se filtra a través de todas estas instituciones. Por eso, cuando hablamos de promocionar la ciencia y la tecnología en el país, resulta una institución central.

– Semejante abanico puede generar ambigüedades, tensiones.

– Efectivamente. Y creo que eso se puede solucionar porque el CONICET no hace políticas, es un órgano que promueve, fomenta... Lo que hace es trabajar sobre las políticas que establece el Estado Nacional a partir del Ministerio, no es que nosotros tenemos que tener políticas propias.

– Quizás en algunas oportunidades no fue así y el CONICET parecía generar y ejecutar sus propias políticas.

– Yo creo que lo que ha pasado es que durante mucho tiempo carecimos de políticas científicas. Al carecer, los organismos de alguna manera actuaron, tomaron las iniciativas porque existían y tenían que cumplir sus objetivos. Lo hacían de una manera intuitiva, disociada o independiente. A partir de 2003, el discurso de ciencia y tecnología cambia. La ciencia y la tecnología se revalorizan, como en



de esa dinámica y bajar el frente de rozamiento al mínimo. Lo que se necesita es articulación y diálogo. Si tenemos un punto donde bajar niveles de conflicto, lo vamos a hacer; de ninguna manera podemos actuar de manera independiente.

– **¿Y ya comenzó ese proceso?**

– Sí, tenemos que trabajar y lo estamos haciendo. En el caso de las universidades, el diálogo no es solamente con los rectores, yo he recibido a decanos para escuchar los problemas puntuales que había con las unidades académicas. Es lógico que haya problemas con algunas unidades académicas específicas, porque es ahí donde se juntan las dos placas tectónicas, digamos. Respecto de las unidades ejecutoras, mi intención es que no vamos a promoverlas donde las instituciones no las pidan. Lo primero que tenemos que saber es qué interés hay de que esa unidad ejecutora exista.

– **¿Hay puntos en común entre las problemáticas que se dan en las distintas universidades o facultades de todo el país o son diversas?**

– Hay algunos puntos que pueden ser comunes. Creo que hay un punto que es muy importante y que es visualizar a los directores de institutos de doble dependencia con la perspectiva correcta. Cada director de instituto es elegido por un concurso en el cual participan ambas instituciones: el director es elegido por representantes de la Facultad involucrada y represen-

toda sociedad moderna, como una de las actividades que impacta positivamente en el desarrollo de un país. Con ese discurso se empiezan a proyectar políticas, a partir de ahí el CONICET tiene que pensar como un ente que fomenta y promociona en el marco que el país decide. Con este presidente, va a funcionar así.

En su discurso, Salvarezza insiste con un concepto que puede entenderse como central de su propuesta de gestión: la articulación. “Mi pensamiento es, de alguna manera, el fruto de discusión con muchos colegas que son del CONICET y muchos otros que no lo son”, explica exponiendo las bambalinas de su *leit motiv*: “Veo al CONICET como una institución que tiene que ser socia de los otros organismos de ciencia y técnica. Nosotros no vamos a competir con los otros organismos, nos tenemos que complementar. No queremos invadir las otras instituciones, las queremos respetar, hay acciones que nosotros podemos ejecutar y ellos no pueden hacer y viceversa”.

Por lo menos para el caso de las universidades nacionales, Salvarezza considera que el peor momento de tensión con el CONICET ya ocurrió, hace unos veinte años, “cuando incluso se cuestionaba la necesidad de

que el Consejo existiera”, indica. Sin embargo, la necesidad explícita de “articulación” manifiesta una desarticulación actual o, por lo menos, cierto conflicto para conseguir articular lineamientos y políticas. “Reconozco que hay puntos donde tenemos que trabajar, el mensaje de este presidente es que nosotros queremos una política de complementariedad”, explica y agrega que “las universidades son quienes más han acompañado al CONICET desde un principio. No podríamos estar trabajando sin los estudiantes, que son quienes después forman parte del posgrado, reciben nuestras becas y muchos de los cuales terminan siendo los investigadores del CONICET”.

– **¿Cómo explica las tensiones entre, por ejemplo, el CONICET y las universidades o, en particular, algunas facultades?**

– Cuando hay dos instituciones que dependen de diferentes organismos y que tienen diferentes presupuestos destinados a diferentes objetivos, y las integrará en una dinámica donde tienen puntos de contacto, siempre puede haber fricciones. Las autoridades de las instituciones tenemos que tratar de aprovechar la parte positiva



TECNOLOGÍA O PAPERS, ESA ES LA CUESTIÓN

“El CONICET tiene una fracción de investigadores que son tecnólogos, pero que es muy pequeña. Sobre el total de los siete mil investigadores, deben ser 160 los tecnólogos que se declaran como tales”, afirma Salvarezza. Además, repasa que “desde el 2003 en adelante se ejecuta toda una serie de instrumentos, primero desde la Secretaría de Ciencia y Técnica y después desde el Ministerio, en los cuales se pone énfasis en la transferencia tecnológica. Se trata de que los científicos se muevan desde la instancia de generar el conocimiento hasta el producto final. Hoy en día, en la práctica, hay bastante más gente involucrada en temas de tecnología: en Exactas de la UBA hay varios proyectos importantes, por ejemplo”. El problema se presenta, cada cuatro años, al momento de la evaluación de los investigadores. Se explaya Salvarezza: “Vos no le podés decir a un investigador que lo vamos a evaluar a partir del número de papers que publicó porque ese tipo va a dudar en dedicarse a hacer otra cosa que publicar papers. El mensaje debería ser que los vamos a evaluar por los proyectos que están ejecutando. Puede ser un proyecto que esté en la frontera de la tecnología o puede ser una frontera de desafío para el país. Va a haber un director de proyecto que va a decir cómo avanza ese proyecto y va a haber un informe. Así, el aporte tecnológico va a ser evaluado realmente. La comisión que va a evaluarlo va a contar con un insumo relacionado con el proyecto, no relacionado con un paper. Luego, cuando termina el proyecto va a poder volver a su actividad básica sin ningún problema, si lo desea. Desde el CONICET tenemos que apoyar esto desde la evaluación o bien el riesgo es que nos reprochen después que hacemos fracasar este tipo de políticas porque pedimos solamante papers a la hora de evaluar. Creo que tenemos que trabajar con mensajes de este tipo: trabajen tranquilos en tecnología, hagan todo lo mejor que puedan, esa es la idea”.

tantes del CONICET. Y los institutos tienen que tener una relación fluida y estar políticamente en contacto con ambas partes, es una situación que los directores tienen que tener claro: no responden al CONICET, tienen que responder al CONICET y a la universidad o a la Facultad. Cuando vos te presentas a un concurso de director tenés un plan y a ese plan lo evalúa el jurado y ese jurado no es sólo una parte.

– Después de años sin conflictos fuertes y con pleno crecimiento del sistema científico en cuanto a presupuesto, recursos humanos e infraestructura, hace pocos meses cobró notoriedad el reclamo de los becarios de doctorado. ¿Cómo analiza esa herencia?

– El CONICET está dando una beca para formar un doctor en un programa de posgrado. La persona que opta por ser doctor hace una apuesta personal, vos pensás que ese título te va a dar una competitividad. Por otro lado, también es cierto que hay una res-

ponsabilidad del Estado que está queriendo más doctores, porque Argentina los necesita. En ese contexto, claramente el CONICET no tiene la única responsabilidad. Hay dos responsabilidades. No hay ningún programa de posgrado de una universidad nacional que diga que forma doctores para ser empleados del CONICET ni tampoco para ser empleados de una facultad. Suponemos que ese profesional va a insertarse en la sociedad. Aquel que piense que la salida laboral del doctor es el CONICET le está pifiando a lo que es el contexto de un posgrado. Que el CONICET tome una porción de esos doctores para ingreso a carrera es una política del CONICET y el número está más o menos pautado, va a crecer al 10 por ciento en los próximos años. Lo que hay que plantearse es que, si hay una cantidad de doctores que no se están insertando, estamos tirando la plata, lo que tenemos que hacer es articular con otros actores.



– ¿Como cuáles?

– Puede ser el sector privado, que no ha respondido tal vez como se esperaba, pero también hay otro nicho como, por ejemplo, los municipios, los ministerios. Hay casos de ministerios que hicieron concursos de personal y no ha habido doctores que se

hayan presentado. En el momento de presentarse a una beca hay que entender muy bien a qué se presenta uno, porque no es que se está presentando alguien que no entiende muy bien el sistema, se está presentando un graduado universitario, conoce el mundo académico.

CONICET PARA TODO PÚBLICO

Si bien el mundo académico, científico y tecnológico está ampliamente familiarizado con el significado del CONICET y su funcionamiento, son muchos los sectores que lo desconocen. A continuación, su presidente, Roberto Salvarezza, lo describe: “El CONICET es un organismo autárquico que pertenece a la esfera del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y cuyas actividades están destinadas a la promoción de la ciencia y la tecnología. ¿Cuáles son las actividades que hace el CONICET para cumplir con promoción y fomento? Por ejemplo, dar becas para la formación de doctorados de acuerdo a los posgrados de universidades nacionales. Asociamos nuestras becas con la formación de doctores a través del posgrado universitario, mantenemos la carrera de Investigador pagando los sueldos, tenemos una carrera de Técnico, tenemos unidades ejecutoras a las cuales financiamos sus gastos, financiamos proyectos, reuniones científicas, promovemos la cooperación internacional a través de convenios. Las actividades que cumple CONICET son múltiples. La acción de fomentar y promover se refleja posteriormente en otra cantidad de acciones que son muy complejas, que abarcan desde pagar salarios, estipendios de becas, mantener una infraestructura de funcionamiento a través de la actividad de los institutos o a través de equipamiento para estos institutos. El CONICET tiene una sede central pero su actividad se cumple en múltiples ámbitos. Tiene más de un centenar de unidades ejecutoras, muchas son de doble dependencia: tiene investigadores en otros organismos como el INTI, la CNEA o las universidades nacionales.

Con respecto a las referencias a nivel internacional, el presidente indica que “el Consejo Superior de España, si bien existe, se manejaba muy parecido a nosotros hasta que separaron el Consejo Superior de las universidades, entonces no tenemos un modelo similar. Creo que el modelo del CONICET requiere manejarlo desde el punto de vista del CONICET, el aparato científico argentino no es muy simple. Creo que tenemos que aprender de nuestra experiencia y mirarlo desde la óptica de nuestro sistema, que no es igual a ninguno”.

El universo CONICET no parece sencillo: ejecutar políticas nacionales a través de una variedad y vastedad de instituciones, cada una con sus objetivos particulares y sus conflictos internos. A priori, puede pensarse en una estructura difícil de asir y, por lo tanto, de direccionar. Salvarezza considera que “hay que dar mensajes de hacia dónde se mueve todo. La política la fija el Ministerio y vos vas marcando hacia dónde te querés mover”. El uso del “timón” tiene para el nuevo presidente algunas prioridades, entre las que destaca la mejora de evaluación tecnológica. El objetivo es fomentar que los investigadores que se dediquen al desarrollo, transferencia y a resolver problemas concretos de interés nacional no sean “castigados” por no haber publicado *papers*. “Ya empezamos a analizar la situación y pronto tendremos propuestas”, afirma. También tiene en el tope de su agenda trabajar para cambiar la matriz, federalizar, “apoyar la regionalización con reglas claras”.

Ya finalizando la entrevista, la fotógrafa le pide que se acerque a su escritorio para hacer una toma posada. A Salvarezza tampoco le cae muy simpático el sillón “de mando”, como ocurre con la corbata, y elige no sentarse; se apoya en el borde del escritorio. Y desde ese lugar, vuelve a remarcar la política de acuerdos, fuera de cualquier confrontación .



1996

Entrevista a René Favaloro



Primer número de EXACTAMENTE



1994



5

1996

Entrevista a Estela de Carloto



6



1997

9

El premio Nobel preguntaba y podrían ser la de los re colisionado

2003

Analizamos la explotación minera en Esquel, un conflicto que llega hasta nuestros días



2001

Entrevistamos a Guillermo Jaim Etcheverry al momento de asumir como Rector de la UBA luego de 16 años de mandato de Shuberoff

23



2001

Cuando sólo el 5% las escuelas tenían Internet pensaban en la importancia de la aplicación en la educación



26



2004
¿Argentinos en Marte?
¿En serio?

29



2004

Cumplimos 10 años lo festejamos con una edición plateada y un número de 80 páginas. Así de jóvenes estábamos por aquellos días



2010

Seguimos de cerca el proceso del conflicto por la instalación de las pasteras en el río Uruguay

45



2009

43

Arrancamos con la WEB y pusimos toda nuestra colección en PDF a disposición del gran público.

46

47



2011

Lanzamos nuestras primeras versiones para e-Readers (.epub y .mobi)

48

2012

¡Llegó el color a la versión impresa!

49



50 números de *EXACTamente*

CRONOLÓGICAMENTE

Del David Lee se
a en 1996 cuáles
s consecuencias
sultados del
or de hadrones



1998

Seguimos
de cerca el
fenómeno de las
inundaciones y
el Niño



1999



% de
an
mos
de su
cación



2000

Milstein visita
la Argentina y
da una charla
en la FCEyN



¿Cómo será
la ciencia del
Siglo XXI?

os y
tapa
ero de
óvenes
los días



2006



Rediseño. Primer *dossier* de "La
noche de los bastones largos".
Luego vendrían muchos más
como Soja, Epistemología, Ley
de Medios, Cambio climático...



2007

Entrevistamos a
Roald Hoffman,
premio Nobel
de Química.

"Damiselas y
tiburones" fue
nuestra primera
Bitácora que
dio lugar a una
de nuestras
secciones más
aventureras.



2008



Dossier
Blodiversidad.
Nuestros periodistas
fueron premiados
por el MINCyT



En el año 1994 comenzó el novedoso camino que hasta hoy transita *EXACTamente*. Ahora, con la experiencia a cuestas, los invitamos a recorrerlo con nosotros y visitar (o visitar) los conocimientos, situaciones y personajes que pasaron por estas páginas. Aquí solo destacamos algunos de ellos, pero quizás ustedes, lectores, también aporten sus propios recuerdos.

A brindar y a seguir leyendo. Y, para aquellos que se queden con ganas de recorrer la historia completa, recuerden que pueden encontrar los 50 números en revistaexactamente.exactas.uba.ar

enterate
conocé
descubrí



noticias.exactas.uba.ar

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

Basura

Hasta hace no mucho tiempo la basura era solo basura, un sobrante que había que reducir lo máximo posible y era útil ignorar. Pero en las últimas dos décadas cobró la importancia que merecía, se convirtió en foco de discusión y, principalmente, empezó a asumirse como un grave problema a resolver.

En este dossier, EXACTAMENTE presenta cuatro casos puntuales de la problemática, botones de una muestra extensa y compleja que excede grupos sociales y líneas fronterizas.





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

Montañas de residuos

Los volúmenes de basura son cada vez mayores. Los rellenos sanitarios colapsan y generan contaminación, además de olores pestilentes. En Europa, se la quema para generar electricidad, pero es una energía cara y contaminante. El nuevo paradigma propone, en primer lugar, reducir, luego reutilizar y, como último recurso, reciclar. La meta de basura cero es, por el momento, una utopía.

La ciudad de Buenos Aires y el conurbano producen más de 15 mil toneladas diarias de basura; apenas el 5% se recicla, y el resto se entierra en los rellenos sanitarios del CEAMSE. La mayor proporción corresponde a los porteños, que generan, en promedio, unos 750 kilos de residuos anuales por persona. Un valor similar a lo que se produce en los Estados Unidos, mientras que Suecia y Finlandia generan alrededor de 450 kilos, y Japón aún menos: 410 kilos.

A fines del siglo XIX cada porteño originaba un kilo de residuos por día, pero hoy ese valor se duplicó. También cambió la composición: a fines del siglo XIX, el 75% eran restos de alimentos, cenizas y polvo del barrido de los pisos, y un 25% eran latas, vidrios y loza. En la actualidad, los restos orgánicos disminuyeron a un 40%, pero los plásticos, los papeles y los cartones suman otro 40% (ver Tabla “Composición de los residuos”).

La forma tradicional para eliminar la basura ha sido quemarla o acumularla en sitios adecuados. En Europa, con escaso espacio para rellenos sanitarios, numerosas plantas generan energía a partir de la incineración de residuos. “Esos sistemas no solo emiten sustancias tóxicas al ambiente, como dioxinas y furanos, sino que también, al no haber separación previa, van a contramano de los programas de reciclaje y reducción de desechos, generando costos muy altos a los municipios”, resume la licenciada Consuelo Bilbao, Coordinadora de la Unidad Política de Greenpeace Argentina. Asimismo, esos sistemas desperdician energía, pues necesitan apoyo de un combustible fósil (por ejemplo, gas natural) ya sea para el arranque, o para secar la materia orgánica, cuyo

contenido de agua puede alcanzar el 60%. Bilbao advierte: “La ecuación energética es muy mala, y resultan más contaminantes que el uso del carbón”.

Las plantas incineradoras son costosas de construir y mantener, y requieren grandes volúmenes de residuos para seguir operando. Los contratos les aseguran un flujo constante de basura, haciendo difícil que los municipios inviertan en políticas de reducción y reciclaje.

En Estados Unidos se discuten los pros y los contras de esas tecnologías. Si bien cuentan con territorio para rellenos sanitarios, el transporte hasta esos sitios implica altos costos y contaminación ambiental.

Lo cierto es que los rellenos sanitarios son un riesgo para la salud, por las sustancias tóxicas presentes en la basura, y también para el ambiente, por los gases de efecto invernadero que ocasiona la descomposición de la materia orgánica.

Los desechos tóxicos generados por fábricas, hospitales y laboratorios de investigación, entre otros, deben ser tratados y luego dispuestos en rellenos de seguridad (ver nota “De los laboratorios al destino final”, en este Dossier). Sin embargo, “en los hogares también se producen desechos peligrosos que van junto con los residuos sólidos urbanos”, advierte la licenciada María Fernanda Bauleo, asesora técnica de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Los residuos peligrosos domiciliarios incluyen pilas, insecticidas, latas de pintura, tubos de luz, entre otros.



En el año 2001 CEAMSE construyó una planta de compostaje en el Complejo Ambiental Norte III con una capacidad de tratamiento de 1.200 a 2.000 t/mes de residuos verdes, siendo el emprendimiento de su tipo más importante del país. Fuente: CEAMSE

En cuanto a las pilas, Bauleo señala que, si bien hay proyectos de ley que obligan al importador a ocuparse de la gestión de esos productos, hasta ahora no hay normas al respecto. “Las campañas de juntar las pilas, por ejemplo en escuelas, no tienen sentido mientras no se establezca previamente un lugar para hacer un tratamiento específico y disposición para ese tipo de residuo”, opina.

¿Basura cero?

Desde una perspectiva ambientalista, enterrar los residuos implica un desperdicio de materias primas, agua y energía empleada en fabricar bienes y alimentos. Por ello, la idea es cambiar la óptica y no verlos ya como un problema sino como una fuente de recursos aprovechables. “El nuevo paradigma es la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, que se orienta a prestar atención a las etapas previas al relleno sanitario, y a hacer inversiones en políticas de minimización, como promover una ley de envases, que todavía no tenemos, aunque sí hay un proyecto”, sostiene Consuelo Bilbao, de Greenpeace Argentina.

De acuerdo con la nueva óptica, en diversas ciudades del mundo se adoptaron planes de “basura cero”, con el fin de disminuir en forma gradual los residuos que van a disposición final. En tal sentido, se intenta promover cambios de hábitos en la sociedad. Entre las estrategias, se propone reducir, reutilizar y reciclar (las tres “R”). Primero, reducir la cantidad de residuos que generamos, por ejemplo, no comprando productos con exceso de embalaje, o evitando envases descartables y bolsas plásticas. Luego, reutilizar los envases de vidrio, lata o cartón. Por último, convertir los restos de un producto en materia prima para fabricar otros; pero, para ello, es necesaria la separación previa.

En la Comunidad Económica Europea, la meta es reducir la basura en un 50%, tomando como base la generada en 1995. Para el 2020, la merma esperada es del 65%. En muchas ciudades es obligatorio clasificar los residuos en origen.

En 2005, la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires sancionó la Ley 1854 de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (Ley de Basura Cero), que fija un cronograma de reducción progresiva de los desechos que van a los rellenos sanitarios. La meta, hasta ahora lejos de cumplirse por falta de acciones concretas,

estipulaba una disminución del 30% para 2010, de un 50% para 2012 y de un 75% para 2017, tomando como referencia los datos del CEAMSE al 2004, que indicaba 1.500.000 toneladas para la Ciudad. En lugar de disminuir, la basura creció un 50% y en 2011 trepó hasta las 2.280.000 toneladas.

La ley establece la separación en origen y la recolección diferenciada; y un cronograma paulatino para concientizar y enseñar a los ciudadanos a separar en forma correcta.

Responsabilidad extendida

Esa ley prohíbe la incineración de residuos, con y sin recuperación de energía. Asimismo, contempla el concepto de responsabilidad extendida del productor (REP) que obliga a fabricantes, importadores y distribuidores a ocuparse de las distintas fases del ciclo de vida útil del producto, y en especial de su recuperación, reciclaje y disposición final. En la Unión Europea hay normativas en este sentido, y se aplican a envases, artículos electrónicos, baterías, pinturas, productos farmacéuticos e, incluso, automóviles. El supuesto es que si las empresas están obligadas a pagar por la gestión de los productos una vez desechados, tendrán un incentivo para fabricar artículos más duraderos, fáciles de reciclar y que no contengan sustancias tóxicas.

A nivel nacional, en mayo de 2011 el Senado aprobó el proyecto de ley de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), que, de ser aprobado por Diputados, otorgaría fuerza de ley al principio de la responsabilidad extendida del productor. Entre los RAEE se incluyen las baterías de celulares y computadoras (no las pilas comunes). “También, los circuitos electrónicos y las plaquetas, que contienen pequeñas cantidades de metales preciosos y tierras raras, que actualmente algunas empresas envían al exterior para ser recuperados”, comenta Bauleo, desde la Secretaría de Ambiente.

Por su parte, Bilbao subraya: “Para lograr disminuir los volúmenes de basura será necesario instrumentar diferentes políticas, por ejemplo, dar incentivos para enterrar desechos en la propia casa, así como concientizar para la separación selectiva en los hogares, y la recolección diferenciada: por ejemplo, que pase un camión para retirar los restos de alimentos y otro para residuos secos”.

RELLENOS SANITARIOS Y BIOGÁS

Hasta mediados de la década de 1970, los residuos de los porteños se quemaban en incineradores domiciliarios, que fueron desactivados en 1976 debido al hollín que producían. En 1977 se inició el enterramiento controlado en rellenos sanitarios. En ese año, los gobiernos de la provincia de Buenos Aires y de la Capital Federal crearon la empresa Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), que se encarga del manejo de los residuos de la ciudad de Buenos Aires y los 34 municipios bonaerenses que integran el área metropolitana.

CEAMSE administra y controla la operación de tres rellenos sanitarios ubicados en la provincia de Buenos Aires: Norte III (Partido de José León Suárez), González Catán y Ensenada. Además realiza el control y mantenimiento de cuatro rellenos ya cerrados: los de Bancalari, Norte I y II, y Villa Domínico.

En el de Villa Domínico (cerrado en 2004), funciona una planta que captura el metano de la descomposición natural de la basura y lo aprovecha para producir energía. El sitio es un predio de 290 hectáreas, que contiene 40 millones de toneladas de basura acumuladas en los últimos 26 años. También en el relleno Norte III, en el Camino del Buen Ayre, hay otra planta de energía con biogás de la descomposición.

Una política de separación de los residuos permitiría que la fracción húmeda (restos de alimentos) fuera desviada hacia plantas de compostaje o de biogás. Estos residuos son responsables de generar un gas de efecto invernadero –metano– en los rellenos (por la fermentación anaeróbica) así como olores y posibles filtraciones hacia las napas freáticas.

Aprovechar los desechos

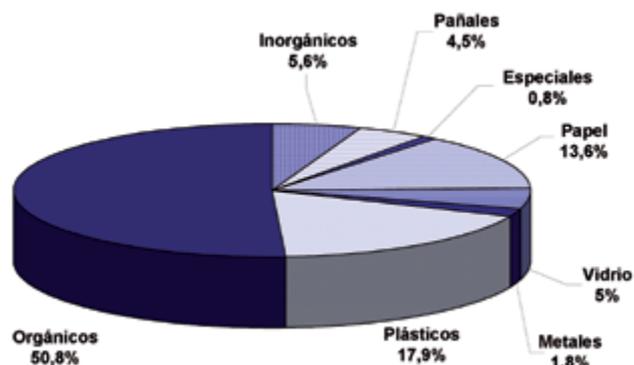
El compostaje, un método para transformar residuos orgánicos en abono, se promueve en varios municipios de la Argentina. De este modo, imitando la descomposición natural mediante microorganismos o con lombrices, la basura se transforma en humus, que posee nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, entre otros.

Otro proceso es la biodigestión, por el cual la materia se degrada en ausencia de oxígeno y se genera biogás, que contiene un 50% de metano, y otros gases como dióxido de carbono, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno. Estos sistemas son útiles para proveer energía en áreas aisladas y lejanas de los centros urbanos.

“En los últimos años se instalaron unas veinte plantas de biogás a nivel agroindustrial, por ejemplo, en la industria cítrica de Tucumán y la cervecera en Santa Fe, entre otras”, comenta el ingeniero Jorge Hilbert, Coordinador del Programa Nacional de Bioenergía del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El biogás sin purificar rinde un 60% del gas natural, pero se lo puede llevar a metano puro extrayendo el dióxido de carbono, explica Hilbert.

Asimismo existen métodos de tratamiento de residuos forestales y cáscaras de frutas secas para la obtención de combustibles líquidos o de gas (Ver recuadro “Energía a partir de biomasa”).



La composición de los residuos de la Ciudad de Buenos Aires, según un gráfico aportado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (abril 2012).

En el área metropolitana, la basura sigue atiborrando los rellenos sanitarios del CEAMSE. “A pesar del nuevo paradigma de reducción y aprovechamiento de la basura, en la práctica, la inversión sigue centrada en la disposición final”, advierte Consuelo Bilbao.

Valorización energética

En el marco del Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la Cuenca Matanza Riachuelo, hay diversos proyectos de producción de energía a partir de basura. Uno de ellos en el predio Norte III, y otro en González Catán (Proyecto CARE “Centro Ambiental de Recomposición Energética”). Ambos fueron licitados por ENARSA (Energía Argentina S.A.). Asimismo, en el relleno de Villa Domínico, cerrado en 2004, funciona una planta de biogás, construida por una empresa holandesa. “Son proyectos MDL (con mecanismos de desarrollo limpio), que se orientan a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero”, explica Bauleo. Estas plantas capturan el metano generado por la materia orgánica, y lo emplean para producir electricidad.

Organizaciones ambientalistas como Coalición Ciudadana Anti-incineración de Buenos Aires, la Alianza Global por Alternativas a la Incineración (GAIA) y Greenpeace Argentina, entre otros, consideran que los proyectos de valorización energética de residuos no son otra cosa que incineración convencional, con impactos en el ambiente y la salud.

Lo cierto es que todavía no hay políticas claras sobre cómo proceder con la basura. “Hay actitudes contradictorias en la sociedad, por un lado se busca reducir los residuos, pero se incentiva cada vez más el packaging, que es basura instantánea”, reflexiona Bauleo, desde la Secretaría de Ambiente, y prosigue: “Si no se analiza el ciclo de vida de lo que luego va a ser desechado, nunca se va a reducir la basura. Es cierto que si hay desarrollo económico se incentiva el consumo, pero ello significa producir más desechos”.

Los intereses en juego son diversos. La basura es un gran negocio para las empresas que la transportan y se encargan de su disposición así como para las que venden plantas de obtención de energía. No hay soluciones mágicas, un camino es modificar hábitos y generar menos desechos. Pero faltan las acciones políticas.



El caso de la cervecería Quilmes, en la planta de Zárate, es un ejemplo del aprovechamiento de los subproductos para la generación de biogás, que representa cerca del 2,5% de las necesidades energéticas de la planta. Foto: www.cerveceriaymalteriaquilmes.com

ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA

El gran desafío es poder eliminar los residuos generados en distintas actividades antropogénicas con el menor impacto sobre el medio ambiente y obtener, al mismo tiempo, algún beneficio, como energía, combustibles o, simplemente, calor. En el PINMATE (Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía), que funciona en el Departamento de Industrias de la FCEyN, se ponen a punto procesos termoquímicos para obtener energía y otros productos de utilidad a partir de biomasa (forestal, agroindustrial) como ramas y corteza de árboles, aserrín, cáscaras de frutas secas y bagazos, entre otros, según afirma su directora, la doctora Ana Lea Cukierman.

“Para convertir la biomasa en energía y productos de mayor valor agregado existen diversos métodos. Por un lado, los bioquímicos, que conducen a la generación anaeróbica de metano y a la producción de etanol por fermentación. Por otro, los procesos de conversión termoquímica, como la combustión, la gasificación y la pirólisis”, detalla el doctor Pablo Bonelli, investigador del PINMATE.

La combustión de biomasa produce gases calientes a temperaturas de alrededor de 800-1000 °C, que deben usarse en forma inmediata para calefacción o para generar vapor, que puede emplearse para mover una turbina y generar energía eléctrica, por ejemplo. La combustión requiere que la biomasa tenga un contenido de humedad menor al 50%. “La eficiencia neta de conversión de la energía almacenada en la biomasa que se alcanza en la combustión es del 20 al 40%”, indica Bonelli.

La gasificación convierte la biomasa en una mezcla de gases combustibles mediante oxidación parcial, a altas temperaturas (900-1100 °C). El gas producido tiene un bajo poder calorífico: entre cuatro y seis megajoules por metro cúbico, unas diez veces menos que el gas natural.

Por su parte, mediante la pirólisis se produce la degradación térmica de la biomasa sin presencia de oxígeno.

Se obtienen tres tipos de productos: gases, líquidos y un material sólido enriquecido en carbono, un tipo de carbón que se denomina biochar. Según las condiciones de operación, la velocidad de calentamiento y el tiempo de permanencia del material, se puede optimizar el rendimiento de cualquiera de esos tres productos.

Para lograr el máximo rendimiento de biochar, la velocidad de calentamiento debe ser lenta. Con velocidad rápida se consigue maximizar un producto líquido combustible denominado bio-oil, con un 70% de rendimiento, es decir, si entran 100 toneladas de biomasa se consiguen 70 toneladas de bio-oil. “Las características de este combustible son un poco inferiores a un fueloil, pues rinde aproximadamente 20 megajoules por kilogramo, mientras que el fueloil rinde 43 megajoules por kilogramo”, afirma Bonelli.

Como para obtener bio-oil se necesita un calentamiento rápido de la biomasa, se emplean reactores de lecho fluidizado, en los que las partículas de material se encuentran en suspensión, para facilitar la transferencia de calor”, explica el ingeniero Luciano Gurevich, becario doctoral en el PINMATE.

Una planta de pirólisis (con un costo de 5 millones de dólares) puede ser útil en un aserradero, pues evita la acumulación de residuos, y puede proporcionar energía para la operación de la maquinaria. Con un reactor que se alimentara con algunas toneladas de biomasa por hora se podría generar energía eléctrica, por ejemplo, para un parque industrial.

“La biomasa no es un material homogéneo, pues tiene otros componentes además de la celulosa, incluso minerales. Por ello, es necesario estudiar en detalle los procesos, porque, según el material, varía la velocidad de conversión, el rendimiento y las características de los productos que se desee obtener, que a su vez dependen de las condiciones de operación”, concluye Cukierman.



La mayor parte de las pérdidas de hidrocarburos que se producen en los pozos, depósitos, sistemas de transporte e instalaciones industriales alcanzan el suelo o las aguas abiertas y contaminan napas subterráneas y cursos de agua superficial. Imágen del derrame de petróleo del Golfo de México visto desde la estación espacial internacional (ISS). Foto: NASA

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

Microbios ecologistas

La contaminación por petróleo y sus derivados es un problema ecológico relevante. El uso de microorganismos capaces de degradar estos compuestos es una herramienta de gran utilidad. Investigadores de la Facultad hallaron una nueva especie bacteriana con características muy promisorias para su aplicación en la remediación del medio ambiente. La novedosa bacteria, además, produce plásticos biodegradables.

Fueron los primeros seres vivos que poblaron la Tierra hace unos 3500 millones de años y, desde entonces, han evolucionado notablemente hasta adaptarse a los ambientes más extremos. De hecho, hoy colonizan todos los rincones del planeta, desde el polo norte al polo sur y desde las cumbres más altas hasta el fondo más profundo de los océanos.

Por los estragos que muchas de ellas han causado a la humanidad, generalmente las relacionamos con enfermedades. Sin embargo, las bacterias –de ellas estamos hablando– también pueden ser benéficas para los seres humanos. Por ejemplo, pueden ser útiles, entre otras cosas, para producir alimentos, medicamentos o energía.

También, algunas de ellas son aprovechadas para limpiar el ambiente de los desechos contaminantes que producimos día a día. Esto es posible gracias a que ciertos microorganismos, que hoy viven en sitios aparentemente inhóspitos, lograron desarrollar –después de muchísimos años de evolución– mecanismos de adaptación que les permiten usar dichos residuos como nutrientes. Esta cualidad posibilita que puedan descomponer sustancias peligrosas para el medio ambiente y la salud humana, y transformarlas en compuestos inocuos o, al menos, con una toxicidad menor.

Desde hace algunas décadas, este potencial es explotado por el hombre para tratar de remediar, en un tiempo mucho menor del que le llevaría a la naturaleza, los desequilibrios ecológicos causados por sus actividades.

Acuñado en los años 80, el término “biorremediación” se refiere a la tecnología que utiliza un elemento biológico –generalmente microorganismos– para eliminar contaminantes de un lugar.

Tanto el tratamiento de residuos como la biorremediación usan microorganismos pero, por definición, se suele denominar biorremediación a la aplicación de esta tecnología después que se ha producido el daño ecológico y con el fin de remediarlo.

Las sustancias nocivas que pueden eliminarse del ambiente mediante el uso de microbios son muy variadas. Entre ellas, metales pesados como el cromo, el plomo o el cadmio; pesticidas; cianuros e hidrocarburos como el petróleo y sus derivados.

Oro negro

Un informe publicado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos estima que, a nivel global, el vo-



Cuando ocurre un derrame en una zona que no estuvo expuesta previamente a los hidrocarburos la mayor parte de los microorganismos autóctonos morirán y los que sobrevivan tendrán que atravesar un largo período de tiempo de adaptación. En este caso, el agregado de microbios ya adaptados al contaminante acelera los tiempos del proceso. Foto: U.S. Coast Guard

lumen de derrame de petróleo es, en promedio, de unos 3,2 millones de toneladas por año.

Si bien la mayoría de los compuestos del petróleo son biodegradables, este proceso natural es muy lento. Por lo tanto, la mayor parte de las pérdidas de hidrocarburos que se producen en los pozos, depósitos, sistemas de transporte e instalaciones industriales alcanzan el suelo o las aguas abiertas y contaminan napas subterráneas y cursos de agua superficial.

Los métodos tradicionales para limpiar estos residuos (que- ma, remoción manual, sedimentación en ambientes acuáticos o solubilización con detergentes) no eliminan el problema sino que lo trasladan a otros ecosistemas. Por ello, la depuración con microorganismos se ha transformado en una opción prioritaria.

Cuando la contaminación de cierto lugar lleva bastante tiempo (se dice que es “crónica”) es muy probable que, en ese sitio, se hayan desarrollado microorganismos adaptados a esas condiciones y con capacidad de degradar el tóxico. En estos casos, es suficiente con adecuar el balance de nutrientes disponibles, especialmente nitrógeno y fósforo, para lograr una efectiva actividad biológica que reduzca significativamente la presencia de contaminantes. Pero cuando ocurre un derrame en una zona que no estuvo expuesta previamente a los hidrocarburos (contaminación “aguda”), la mayor parte de los microorganismos autóctonos morirán y los que sobrevivan tendrán que atravesar un largo período de tiempo de adaptación hasta ser capaces de utilizar los contaminantes como alimento y, por lo tanto, degradarlos. En este caso, el agregado de microbios ya adaptados al contaminante acelera los tiempos del proceso.

En cualquiera de los casos, dos grandes problemas que tiene la biorremediación de hidrocarburos es que éstos son muy poco solubles en agua y que se adhieren muy fuertemente al suelo. En consecuencia, los contaminantes no quedan disponibles para las bacterias. Para resolver este problema, se suelen utilizar agentes químicos, llamados “surfactantes”, que hacen que las moléculas de hidrocarburos queden accesibles

para los microorganismos. Pero, aquí otra vez se presenta el mismo inconveniente que con los métodos tradicionales: para tratar de eliminar el contaminante se agrega una sustancia que alterará el ecosistema.

Desde hace algunos años, para la biorremediación de hidrocarburos se utilizan microorganismos capaces de producir surfactantes. Estos “biosurfactantes” presentan múltiples ventajas. Entre ellas, mínima toxicidad, biodegradabilidad y muy bajo costo.

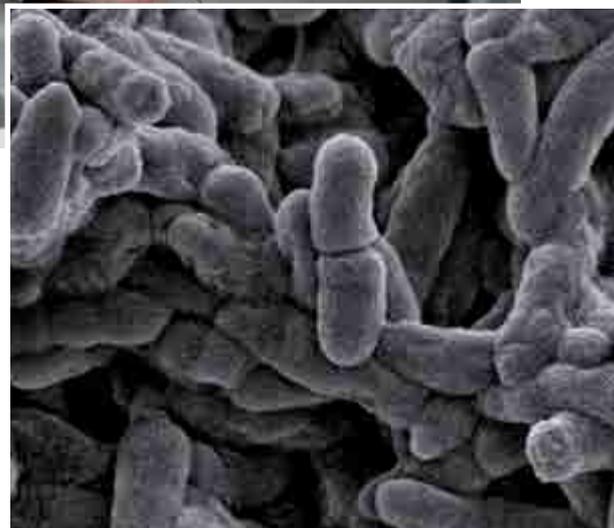
Futuro verde

Como vemos, un microorganismo óptimo para biorremediar áreas contaminadas con hidrocarburos no solo debe ser capaz de degradar estos compuestos sino que, además, debe producir biosurfactantes. Pero, sobre todo, debe resistir el estrés de una contaminación aguda y adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones ambientales.

Precisamente, en el Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA se trabaja desde hace años con bacterias productoras de plásticos biodegradables (ver recuadro “Plásticos de pura cepa”), organismos que se caracterizan por adaptarse mucho mejor al ambiente, resistir más el estrés y tener mayor supervivencia que aquellos que no los producen.

“Hasta el momento, no hay estudios científicos que utilicen la alta adaptabilidad al ambiente de los microorganismos capaces de producir plásticos en procesos de biorremediación”, informa la doctora Nancy López, investigadora del CONICET en el Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Ecología Bacteriana de la FCEyN. “A partir de una muestra obtenida en la Antártida, nosotros identificamos una nueva especie bacteriana, *Pseudomonas extremaustralis*, que produce plásticos y biosurfactantes, y que presenta una alta supervivencia y resistencia al estrés. Esto nos llevó a suponer que podría ser una buena candidata para biorremediar ambientes contaminados por hidrocarburos”, completa.





El origen antártico de la bacteria, caracterizado por muy bajas temperaturas, alta radiación UV, variaciones extremas de luminosidad y escasez de nutrientes, hace suponer que el organismo cuenta con estrategias para enfrentar esos ambientes desfavorables. “El hecho de provenir de la Antártida le agrega un factor de interés adicional, porque en ese continente hay muchos problemas de contaminación por derrames que, por regulaciones internacionales, solo pueden ser remediados con organismos autóctonos”, explica la doctora Laura Raiger Justman, investigadora del CONICET en el mismo laboratorio, que también integran Carla Di Martino y Paula Tribelli.

Las primeras investigaciones efectuadas por este grupo son muy prometedoras. En un estudio, publicado hace pocos meses en la revista científica *Biodegradation*, probaron que *Pseudomonas extremaustralis* es capaz de degradar diesel, un hidrocarburo derivado del petróleo que, en el continente blanco, se utiliza como combustible para la generación de electricidad y calor y para el movimiento de vehículos y embarcaciones, actividades que resultan en infinidad de pequeños y medianos derrames.

El mismo trabajo demostró que esta especie degrada mucho mejor el diesel cuando crece adherida a algún soporte sólido, sobre el cual forma un biofilm, que es una especie de película que embebe a los microorganismos creando un ambiente protegido que les confiere una mayor resistencia a las condiciones del medio que los rodea. “Demostramos que la capacidad de *Pseudomonas extremaustralis* de formar biofilms y acumular plásticos estimula su crecimiento, promueve la producción de biosurfactante y aumenta la degradación de hidrocarburos”, señala López.

Desde el punto de vista del tratamiento de residuos, que esta bacteria crezca bien en soportes sólidos brinda una ventaja adicional: “En las plantas de tratamiento se busca que las bacterias estén confinadas para que no se mezclen con el producto que se quiere limpiar. Para ello, se las hace crecer adheridas a un soporte sobre el que se hace circular aquello que se quiere biorremediar”, ilustra Raiger Justman.

El grupo de investigación acaba de secuenciar el genoma de la bacteria e identificar en él numerosos genes. Según se desprende de estos últimos datos, *Pseudomonas extremaustralis* también podría vérselas con el arsénico y los metales pesados. ¿Una superbacteria?

El grupo de investigación de la Dra. Nancy López acaba de secuenciar el genoma de la bacteria *Pseudomonas extremaustralis* e identificar en él numerosos genes. La capacidad de esta bacteria de formar biofilms y acumular plásticos estimula su crecimiento, promueve la producción de biosurfactante y aumenta la degradación de hidrocarburos. Fotos: Archivo CePro-EXACTAS.

PLÁSTICOS DE PURA CEPA

Ante el posible agotamiento del petróleo y la creciente acumulación de residuos de plástico en el planeta, los polihidroxialcanoatos (PHA), moléculas producidas por diversas especies bacterianas, son considerados como posibles sustitutos de los plásticos convencionales debido a sus propiedades físicas similares.

Tal como las grasas constituyen nuestra reserva de energía para cuando falta el alimento, los PHA sirven de depósito energético para muchos tipos de bacterias. Así, cuando en el ambiente próximo al microorganismo escasea algún nutriente esencial, como nitrógeno o fósforo, pero hay exceso de carbono, la célula “come” carbono y produce y acumula PHA, que le queda disponible como fuente de energía.

Estos bioplásticos, además, son biodegradables. A esta ventaja ecológica se suma que para su fabricación pueden utilizarse como materia prima recursos renovables e, incluso, residuos de ciertas industrias.

Pero hay un problema que, todavía, impide que la fabricación a escala industrial de estos polímeros biodegradables sea significativa: sus altos costos de producción.



Fibras de amianto vistas con un microscopio electrónico.
Foto: United States Geological Survey.

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

De milagro a maldición

Es inodoro, insípido e invisible, pero cuando sus componentes microscópicos se esparcen en el ambiente pueden producir enfermedades letales como el cáncer. Se trata del asbesto o amianto, al que están expuestas en el mundo unas 125 millones de personas y mueren por su causa unas 100 mil al año, según datos de la Organización Internacional del Trabajo.

Aún no murieron todas las víctimas por el atentado a las Torres Gemelas del 11 de septiembre de 2001 en Estados Unidos. Cuando se derrumbaron ambos edificios, que habían sido construidos en parte con amianto, millones de fibras de este peligroso material se desperdigaron en la nube de polvo que cubrió a Manhattan, y es probable que en los próximos años aparezcan casos de personas con un raro tipo de cáncer, que es letal, por la exposición a este mineral, según vaticinó, en 2005, Héctor Battifora, profesor de la Universidad del Sur de California.

No se huele, no se ve, no se saborea, pero cuando los componentes microscópicos del asbesto o amianto se esparcen en el ambiente y se inspiran, pueden generar enfermedades que, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, se cobran cien mil vidas al año, una cifra que equivale a la ocurrencia, cada diez días, de un atentado similar al perpetrado en Nueva York.

“En el mundo hay unos 125 millones de personas expuestas al asbesto en el lugar de trabajo”, indica la Organización Mundial de la Salud, y agrega: “La carga de las enfermedades relacionadas con el asbesto sigue aumentando, incluso en países donde se prohibió su utilización desde inicios de los años 90. Debido al largo período de latencia de esas enfermedades, aunque se suprimiera su utilización de inmediato, el número de muertes que provoca solo comenzaría a disminuir dentro de varios decenios”.

Este asesino silencioso mata en diferido y puede adquirir diferentes formas: cáncer de pulmón (carcinoma bronco-génico), de peritoneo o de pleura (mesoteliomas, depen-

dientes con exclusividad de la exposición al amianto), insuficiencia respiratoria progresiva, incapacitante y mortal (asbestosis); según el Manifiesto por la Prohibición Mundial del Amianto, publicado por la Primera Cátedra de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Al tomar conciencia del daño que provoca, poco a poco el amianto fue prohibido en más de 40 países. En la Argentina

CUIDADO, ESCUELA

El doctor Eduardo Rodríguez remarca cuidados a considerar en hospitales, escuelas, teatros, cárceles, entre otros. “En estos edificios, si hay asbesto instalado, se lo debe tener controlado. O sea, cuando el asbesto está bien, es decir indemne, no hay que tocarlo, porque a veces se hacen más desastres sacándolo que dejándolo donde está. Pero si se deterioró, hay que retirarlo o clausurarlo para evitar que la gente se exponga. En los secundarios, en especial los industriales, debe tenerse en cuenta el material existente en los talleres. Si hay guantes o delantales, así como difusores de calor con amianto, hay que eliminarlos. Lo único que deben hacer es colocar el objeto en cuestión en una doble bolsa de plástico y ponerle un rótulo de lo que hay dentro. Luego, llamar a un transporte de residuos peligrosos para su eliminación”, previene y recuerda un caso emblemático: “La demolición por implosión de la cárcel de Caseros fue suspendida por la gran cantidad de asbesto que tenía en su interior (calderas y red de calefacción). Una vez eliminado correctamente el peligro, se realizó la demolición en forma tradicional”.



Deterioro de tuberías recubiertas con asbesto en antiguas construcciones.

Foto: <http://www.looksmarhomeinspections.com>

se prohibió totalmente su producción, importación, venta y uso “a partir del 1 de enero de 2003”, precisa el doctor Eduardo Rodríguez, Jefe del Programa Nacional de Salud del Trabajador del Ministerio de Salud de la Nación, quien conoce a fondo el tema pues fue mentor de la normativa. Este paso legal requirió no pocos esfuerzos. “No fue fácil. Hay muchos intereses atrás de esto”, recuerda. Si bien éste fue un importante logro, luego vendría otra misión. “Creía que cuando se prohibiera el asbesto se terminaría el problema. Y me di cuenta de que recién empezaba, porque existen toneladas de asbesto instaladas. Entonces, comenzamos a informar a la comunidad con folletos, reuniones, etcétera”, agrega.

El amianto, palabra de origen latino que significa incorruptible, o asbesto, de origen griego, que remite a incombustible, ha tenido diversos usos desde hace siglos y, debido a sus numerosas virtudes, entre las décadas del 60 y 80 este material recibió el nombre de “fibra milagro”, según relatan los licenciados Fabio Luna y José Salminci, del Centro de Investigación y Desarrollo en Construcciones del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Ellos también destacan sus excelentes propiedades como producto ignífugo, aislante térmico, acústico y eléctrico, entre otras, que ha determinado su empleo en más de 300 tipos de productos comerciales. “El material con amianto/asbesto más empleado en la Argentina es el fibrocemento, compuesto por una mezcla de cemento y fibras (10-30%), utilizado en forma de placas onduladas y planas en techos y paredes, tuberías, conductos de humo y chimeneas, tanques de almacenamiento de líquidos, entre otros”, detallan.

Esta fibra tensa cada vez más su situación y, lo que alguna vez pareció milagroso, hoy resulta una maldición. “En el mundo se da una explosión de reclamos por los daños producidos por el amianto”, destaca Mariano Acevedo, profesor de la Facultad de Derecho de la UBA y presidente de la Asociación Argentina de Expuestos al Amianto (ASAREA). “Las enfermedades que se derivan del amianto tienen un largo período de latencia. Recién ahora aparecen los damnificados que hace 20 ó 30 años estuvieron expuestos”, indica.



CONFINADOS

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales también existía el problema de la presencia de asbestos, que recubrían unos 200 metros de cañerías en desuso que transportaban agua caliente a laboratorios y oficinas. Con el criterio de no removerlo para evitar la entrada en suspensión de las peligrosas partículas que lo componen, se decidió confinarlo aplicándole film y una cubierta de aluminio.

Inspiro y...

Al amianto, al ser una sustancia cancerígena, lo mejor es evitarlo, porque su inspiración resulta una ruleta rusa. “Supuestamente, una persona que recibe una fibra de asbesto en determinado momento de su vida puede desarrollar un cáncer el día de mañana, y a lo mejor otra, que estuvo expuesta a un número mayor de fibras, no lo hace; depende de la susceptibilidad personal, de si es o fue fumador, etcétera”, señala el doctor Rodríguez.

Solo es posible advertir esta fibra de amianto en un microscopio. “Normalmente mide alrededor de 3 micrones de diámetro y 6 micrones de largo. Esta dimensión hace que cuando llega al aparato respiratorio sea difícil de remover. El pulmón trata de eliminarla, pero no puede”, relata Rodríguez.

Este minúsculo intruso puede permanecer durante años en el organismo y desarrollar formaciones cancerígenas. Una de ellas es el mesotelioma, un tumor que afecta a la pleura, al peritoneo y, con menor frecuencia, al pericardio. “Si uno investiga correctamente el pasado de un paciente con mesotelioma, encontrará una exposición al asbesto”, indica el doctor Rodríguez, y enseguida describe: “Es largo el período de latencia de esta enfermedad, pero desde que la persona presenta los primeros síntomas hasta que fallece, suele no pasar más de un año. No hay tratamiento efectivo, salvo paliar el dolor que es intenso. Es una muerte cruel e injusta”.

¿Se pueden tomar medidas preventivas? “Lo ideal sería que aquellas personas que estuvieron expuestas al asbesto se hicieran todos los años una tomografía computada de pulmón o, en su defecto, una radiografía de tórax, y una espirometría para ver la funcionalidad respiratoria.”, aconseja Rodríguez. En caso de detectarse a tiempo, “se obtiene una mayor sobrevivencia con mejor calidad de vida, aunque el desenlace es el mismo”, señala.



↑ El retiro de las piezas de amianto en las construcciones debe ser realizado por personal especializado. La remoción indiscriminada puede traer consecuencias tanto para los habitantes de la zona como para los trabajadores implicados. Foto: <http://www.enconstruccion.com.ar/>

← Folleto del Ministerio de Salud de la Nación sobre el asbesto y cómo prevenir sus consecuencias.

Detectar materiales

¿Qué hacer si sospecha que su casa, empresa o escuela, posee este peligroso material? “Nosotros vamos a sacar muestras a cualquier lugar del país donde lo soliciten. También, la gente remite al laboratorio material para que sea analizado”, especifica Salminci, del INTI, y geólogo de la FCEyN. “En caso de que se encuentre amianto, se debe proceder a su retiro a través de una firma especializada”, aclara.

CASO EMBLEMÁTICO

“Juan Carlos Laborda había sido subcampeón argentino de ciclismo. Y terminó su vida sin poder caminar un metro”, dice acojonado el abogado Mariano Acevedo. “Es una vida tronchada por la utilización del amianto, por parte de una empresa que sabía lo que estaba haciendo”, sentencia quien llevó el caso hasta la justicia de Estados Unidos, donde la firma en cuestión tiene su sede matriz.

Laborda murió sin un fallo a su favor. “Es uno de los íconos de los damnificados. Él trabajaba en DuPont (en la localidad bonaerense de Mercedes) y manipulaba el amianto con las manos en un ambiente que separaba un piso de otro con un piso enrejillado, entonces el amianto que se usaba arriba caía en forma de polvillo sobre los que trabajaban abajo”.

El planteo judicial es explicado por Acevedo en www.asarea.org.ar: “DuPont conocía los peligros de la exposición al amianto desde 1960, pero los trabajadores y vecinos de la planta de Mercedes estuvieron expuestos a dicha sustancia hasta el año 2004, cuando la planta cerró sus puertas, mientras que DuPont eliminó el asbesto en sus plantas de Estados Unidos en la década de 1970. Dos ciudades, dos estándares diferentes”.

Acudir a profesionales en las tareas de remoción resulta clave. Un caso que fue llevado a la justicia por ASAREA grafica la dimensión del problema. “Los techos del Barrio Illia, en el Bajo Flores –donde viven más de 6000 personas–, eran de chapas de fibrocemento con amianto y estaban en total deterioro. El Gobierno de la Ciudad, en la gestión de Telerman, ordenó sacarlos para proteger a la gente. El retiro debía hacerse con cuidado, pero lo empezaron a hacer de forma muy primitiva, hasta criminal”, remarca Acevedo, presidente de esta asociación civil sin fines de lucro, que asesora e investiga posibles focos de contaminación. “Los trabajadores llevaban adelante la remoción sin ningún tipo de protección especial. Lo hacían a los martillazos y serruchazos, desparramando las fibras. Incluso apilaron las chapas al lado del jardín de infantes. Fue algo dramático. Iniciamos un amparo colectivo y logramos detener esta acción brutal. El juez, como medida cautelar, detuvo la remoción indiscriminada y exigió al gobierno (porteño) la tecnología que hace falta para sacarlo. Por suerte, luego se empezó a hacer de esa forma”, observa Acevedo, y adelanta: “Ya iniciamos los reclamos individuales de una cantidad importante de habitantes del Illia por haber sido expuestos, por mala praxis del gobierno, a una remoción dañina”.

Precisamente, Rodríguez anticipa que para evitar experiencias como la del Barrio Illia, “desde el Ministerio de Salud se están desarrollando las normas a seguir para las tareas de remoción”. Por su parte, Acevedo también adelanta: “Hemos hecho un convenio con la Facultad de Medicina de la UBA y un principio de acuerdo con el INTI, porque nos gustaría empezar a sistematizar un estudio del amianto en la Argentina: qué industrias son las más dañinas, qué gente se enferma, y qué consecuencias produce, entre otros”.



CePro-EXACTAS

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

De los laboratorios al destino final

Desde 1991 existe en la Argentina una ley que regula la generación, transporte y disposición final de desechos que pueden entrañar un riesgo para la vida en general. En los laboratorios de investigación y docencia se generan algunos de esos productos. En esta nota se da cuenta de los pasos que se siguen en la Facultad de Ciencias Exactas para que esos compuestos no afecten la salud ni el ambiente.

La actividad industrial genera un enorme volumen de residuos, muchos de los cuales son considerados peligrosos, es decir, entrañan riesgos para la salud de las personas o el ambiente. Durante décadas, los generadores de estos productos, como las industrias, los laboratorios de investigación y los hospitales, eliminaban sus residuos tóxicos junto con los domiciliarios, los arrojaban a los cursos de agua, o los depositaban a orillas de ríos o humedales.

La conciencia frente a la peligrosidad de ciertos residuos se originó en Japón, en la década de 1960. En la bahía de Minamata, al sur de ese país, se produjo la muerte de cientos de personas que habían comido moluscos contaminados. Recién en 1968 las autoridades admitieron que la causa residía en el mercurio vertido por una planta química cercana. Así, esa nación debió establecer las primeras regulaciones ambientales y comenzó a ejercer control sobre el manejo de desechos peligrosos.

En la Argentina contamos, desde enero de 1991, con la Ley 24.051, que regula “la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos”. Esta denominación se aplica a aquellas sustancias líquidas, sólidas o gaseosas, que puedan causar daño, en forma directa o indirecta,

a seres vivos, o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Quedan excluidos de esta ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, que se rigen por leyes especiales.

Podría pensarse que un centro de investigación como la Facultad de Exactas es un gran generador de estos residuos. Sin embargo, “mientras que los desechos de tipo domiciliario (restos de alimentos, papeles, envases) junto con los de la construcción alcanzan las 300 toneladas al año, se estima que en la Facultad se producen unas 14 toneladas de residuos peligrosos y 8 toneladas de patogénicos”, según comenta el licenciado Ángel Lupinacci, Director del Servicio de Higiene y Seguridad (SHyS) de la FCEyN, creado en 1990, y que, entre otras tareas, se ocupa de descartar en forma segura, y de acuerdo a la legislación lo que es peligroso y patogénico. “En la Facultad tenemos un total de 17 contenedores para residuos de tipo domiciliario, que se retiran cinco días a la semana”, acota la licenciada Ana Svarc, Secretaria de Hábitat de la FCEyN.

Respecto de los desechos peligrosos, hay muy diversas clasificaciones de acuerdo con la forma de tratamiento requerida para quitar la peligrosidad. Se incluyen en ese grupo los



CePro-EXACTAS

patogénicos, que contienen algún material biológico, como bacterias o virus, que puede causar enfermedad. Con eliminar ese material biológico en autoclave en las plantas de tratamiento para tal fin, ese residuo deja de ser peligroso.

“De acuerdo con la normativa de la FCEyN, los investigadores deben colocar los residuos peligrosos en recipientes adecuados y traerlos al Servicio, que tiene un local de acopio”, dice Lupinacci.

Para que los investigadores, docentes y no docentes puedan cumplir con la normativa, el SHyS ofrece cursos de capacitación y ha elaborado un plan de protección que indica de qué manera hay que trabajar sin riesgo. “Todos los integrantes tienen que leerlo y firmar que se comprometen a tratar los residuos como corresponde. Por ejemplo, deben descartar los residuos líquidos en bidones y los sólidos, en cajas de ciertas características”, indica Svarc.

Los solventes orgánicos no clorados deben almacenarse por un lado, y los clorados por otro. Dentro de los metales, los clasificados como peligrosos son los pesados, como el mercurio, el plomo, el cadmio y el arsénico. En general, los más riesgosos son los que se pueden disolver en agua, porque de ese modo pueden llegar a las napas.

En el caso de los patogénicos, se guardan en *freezers* y son retirados dos veces por semana.

Rutas argentinas

Los bidones y cajas con residuos peligrosos son retirados de la Facultad cuatro veces al año por una empresa que los transporta hasta las provincias de Santa Fe o de Córdoba,

que los pueden recibir. El hecho es que la Capital no posee plantas de tratamiento de residuos peligrosos, y la Provincia de Buenos Aires, por ley, no recibe los que fueron generados fuera de su distrito. Por consiguiente, esos materiales son trasladados a provincias que aceptan residuos peligrosos de otros distritos, como Córdoba y Santa Fe. Pero los camiones que se dirigen a esas provincias solo pueden atravesar la de Buenos Aires a través de una ruta nacional. En Córdoba, la cementera Minetti acepta residuos para quemarlos en sus hornos. Pero, “si nuestros desechos no poseen un valor energético que les sea útil, la empresa no los recibe”, aclara Svarc.

¿Quién es responsable por los residuos? Svarc manifiesta que, según la ley, “el generador es el responsable desde la cuna hasta la tumba, así, la responsabilidad le corresponde al investigador que generó el residuo, aunque la Facultad, a través del SHyS, se ocupa de acopiarlos y gestionar su disposición”. El generador, es decir, el investigador, debe separar los residuos de acuerdo a las clasificaciones, y envasarlos: los líquidos en bidones, los sólidos en cajas, o en bolsas. Si son patogénicos en bolsas rojas.

“Mediante una licitación contratamos a las empresas que se encargan de transportar y tratar los residuos. Para ello, deben inscribirse en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, que las habilita, tanto para el tratamiento como para el transporte”, detalla Svarc. La empresa tiene que informar a esa Secretaría sobre el itinerario del camión y los horarios y puestos de detención. Por el transporte se pagan alrededor de 4 mil pesos, más 6 ó 7 pesos por kilo de material para tratar. La empresa hace el tratamiento según el tipo de residuo, en muchos casos en hornos, para que el material pierda su peligrosidad. Lo que queda pasa a engrosar los rellenos de seguridad. “Una



EN LOS LABORATORIOS

A partir de las directivas del Servicio de Higiene y Seguridad, los investigadores y docentes tuvieron que realizar cambios en sus prácticas. “En nuestros laboratorios usamos solventes orgánicos, que son volátiles, y damos instrucciones a los alumnos sobre la forma de desecharlos, separando los clorados, como el cloroformo o el cloruro de metileno, de los no clorados, por ejemplo, metanol, acetona, hexanos y ciclohexano”, detalla la doctora Marta Maier, profesora en el Departamento de Química Orgánica. Y agrega que también se intenta reducir los volúmenes de sustancias empleadas en las prácticas. Asimismo, ciertos compuestos fueron reemplazados por sustancias menos nocivas. “Antes usábamos altos volúmenes de benceno, que tiene propiedades interesantes pero es cancerígeno, y ahora lo reemplazamos por tolueno, que es menos peligroso”, relata la investigadora. En las investigaciones también se emplea una variedad de reactivos, como ácidos orgánicos, agentes oxidantes e hidruros metálicos que requieren ser dispuestos según las normas.

Por su parte, la doctora Sara Aldabe-Bilmes, del Departamento de Química Inorgánica Analítica y Química Física, señala que, antes de cada trabajo práctico, se les informa a los alumnos cómo deben proceder, por ejemplo, en qué bidón deben arrojar cada sustancia, y se les da una especificación para que no haya errores. Algunas sustancias, por ejemplo, ácidos diluidos en agua, soluciones de sulfato de sodio, soluciones de ácidos o bases, en agua, y que no tengan iones tóxicos, se colocan en bidones para ácidos o bases según corresponda.

“Con los alumnos, hacíamos un práctico en que se precipitaba una sal de plomo. Ahora lo reemplazamos por sales de plata, cobre y hierro, para no generar tanto residuo peligroso”, relata Aldabe-Bilmes, y agrega: “Cuando diseñamos nuevas prácticas, tratamos de emplear sustancias más amigables, por ejemplo, ya no usamos naftaleno, que es cancerígeno”.

Local de acopio transitorio de residuos patogénicos del Servicio de Higiene y Seguridad de la FCEyN. Foto: Archivo CePro-EXACTAS.

vez hecho el tratamiento, nos mandan un certificado de destrucción. Así cerramos el círculo, y luego pagamos”, comenta Lupinacci.

Lupinacci opina que, en el futuro, los residuos patogénicos van a aumentar en volumen, porque están creciendo los grupos de investigación en el área de la biología. En cambio, los productos químicos tenderán a disminuir, porque los procesos o los sistemas requieren cada vez cantidades más pequeñas, pues los equipos poseen mayor sensibilidad. En la docencia, por su parte, se tiende a emplear compuestos menos peligrosos.

Material radiactivo

Con el tiempo, el uso de material radiactivo fue disminuyendo en los laboratorios. Actualmente, para emplearlos, todo investigador debe justificar por qué no puede reemplazarlo por otro material.

La Autoridad Regulatoria Nuclear permite que el material radiactivo, si se trata de cantidades parecidas a las que hay en la naturaleza, sea arrojado por las cañerías. Los radioisótopos de baja vida media, cuya radiactividad decae en pocos días, son acopiados hasta que llegan a un nivel determinado, y luego son arrojados a los desagües.

“En cambio, si se trata de un material que decae en un plazo más largo, entonces se mide la radiactividad, se informa a la autoridad regulatoria y, si nos dicen que lo tenemos que tratar como radiactivo, hay que llamar a la Comisión Nacional de Energía Atómica para que lo retire y decida su disposición”, explica Lupinacci.

El Exactas de Spinetta

Hay un disco que es todo un orgullo para la comunidad académica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Hay unas tipas y unos tipos que son biólogos, químicos, físicos, matemáticos, y demás, a los que se les hincha el pecho cuando se les cruza la referencia del disco "Exactas". Son académicos, dedicados a las ciencias, a la docencia, son parte de una institución ya tradicional de la Argentina, y nada de eso parece linkear con un disco de rock, pero ocurre que Luis Alberto Spinetta eligió el Aula Magna del Pabellón II de Ciudad Universitaria para grabar su primer trabajo solista en vivo. Y la comunidad spinetteana de la Facultad pudo estar ahí, fervorosa e incrédula, como anfitriona de su héroe de la poesía y la guitarra.

En el mismo lugar sacrosanto donde se tomaban (y se toman) habitualmente los exámenes de casi todas las carreras de la Facultad, en el aula símbolo de la Clase Magistral, el Flaco subió sus herramientas de laboratorio y marcó el tempo pateando el piso de pinotea del escenario junto con una banda impresionante, con Javier Malosetti en el bajo y Mono Fontana en teclados. Los recitales fueron el 30 y el 31 de agosto de 1990, dos fechas de las que destiló un disco con 10 temas, que incluyó "Frazada de cactus" y "Sicocisne", que por ese entonces permanecían inéditos, y también una versión de "Amor de primavera", compuesta por Tanguito.

Desde que se editó aquel disco, a fines de 1990, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales goza, como privilegio, de ser inevitablemente citada cuando se menciona "Exactas".

RUMORES

En los pasillos de Exactas (la Facultad, por supuesto) se escucha de vez en cuando que el Flaco estuvo mucho antes que en los 90 por Ciudad Universitaria. Algunos creen recordar un recital de Spinetta en 1970, en el Aula Magna del Pabellón I. ¿Ocurrió? Eso, en todo caso, es otra historia.



Programa original del recital de Spinetta en el Aula Magna de Exactas. Gentileza Javier López de Casenave

Tecnópolis TV está al aire

Ciencia y tecnología en digital



Agustina Martínez Alcorta - amartinezalcorta@gmail.com

Fotos: Gentilza TECNÓPOLIS TV.



¿Qué tienen en común las matemáticas, Carolina Peleritti, las Abuelas de Plaza de Mayo, Súper Mario Bros, un cerebro y un laboratorio?, que todos ellos y muchos más conviven en Tecnópolis TV, el primer canal de Televisión Digital Abierta dedicado exclusivamente a la difusión de los últimos desarrollos y avances en materia científica, tecnológica e industrial.

En abril pasado, después de superar la fase de prueba, se lanzó formalmente el canal Tecnópolis TV (TEC TV), señal pionera en América Latina. El acto de lanzamiento estuvo encabezado por la presidenta de la Nación, Cristina Fernández de Kirchner. Se presentó la grilla de programación exclusiva, con contenidos en alta definición (HD) realizados especialmente para el canal; y, además, se lanzó la página web como portal de consulta e interacción con los espectadores.

En diálogo con *Exactamente*, Cecilia Moncalvo, Coordinadora General de TEC TV explica que, “la señal nació con el objetivo de promover y despertar vocaciones en los jóvenes, estimular a los emprendedores, y acercar la ciencia, la tecnología y la innovación productiva a la sociedad a través de la difusión y la reflexión, con el propósito de empezar a manejar un lenguaje común”.

La programación de TEC TV se organiza de acuerdo a franjas o bloques divididos en temáticas, entre la que se encuentran las ciencias exactas, la tecnología, las ciencias naturales, y el emprendedu-

rismo, que trata el desarrollo y el crecimiento de las pymes en nuestro país. El resto de la grilla incluye películas de ciencia ficción, microprogramas, entrevistas, documentales internacionales, contenidos sobre historia de la ciencia y hasta bloques donde se muestran las atracciones de la feria Tecnópolis. “La elección de los formatos de los programas varía de acuerdo a la intención de mostrar una temática de trasfondo de distintas maneras. Partimos de hechos reales, de conceptos concretos de base científica, y luego los presentamos a la sociedad y al público en diferentes formas”, detalla Moncalvo.

Ficción y realidad

Entre los programas más renombrados se encuentra *Área 23*, una serie ficcional protagonizada por Carolina Peleritti, donde se cuenta la historia de una científica, especializada en Biología Molecular, que vuelve al país después de haber vivido 10 años en el extranjero y se pone a cargo de un laboratorio de genética, donde se le presentan diferentes situaciones inesperadas. “Durante la Semana de la Ciencia en Misiones nos encontramos con que existe un caso igual al que

contamos en *Área 23*. Creíamos que estábamos creando una situación a partir de la realidad, y nos topamos con que el caso es real. Es muy motivador lo que va surgiendo y cómo nos vamos articulando, porque muchas veces uno cree que está inventando cosas y en realidad simplemente está combinando y recombinando elementos”, cuenta la Coordinadora del canal.

Otro de los destacados en la grilla es *Viajeros Ciencia Adentro*, realizado por CONICET Documental, donde se invita a recorrer distintas regiones del país de la mano de científicos argentinos, y al mismo tiempo conocer en profundidad cómo es su trabajo durante las 24 horas del día. Desde *Matemática y Sufragio*, Adrián Paenza explica la relación entre los sistemas electorales y las matemáticas en las sociedades democráticas. Además, y mostrando su costado más periodístico, el científico Diego Golombek se pone en la piel del entrevistador en *Desde la Ciencia*, y entabla una charla distendida con personalidades de la ciencia y la tecnología, en un auditorio conformado por estudiantes que participan de las preguntas.



Área 23. Una de las primeras series de ficción estrenadas en Tecnópolis TV. Carolina Peleretti interpreta a una científica experta en biología molecular que regresa a su país tras 10 años. Vuelve para insertarse en un grupo de trabajo especializado de un laboratorio de alta complejidad.

¿QUÉ ES LA TDA?

Desde abril de 2010 nuestro país está en la Era Digital. La Televisión Digital Abierta (TDA) es un sistema gratuito de transmisión televisiva, implementado con el objetivo de ampliar la oferta de contenidos audiovisuales, favorecer la inclusión social a partir del acceso a la información, crear nuevos puestos de trabajo, fortalecer el desarrollo de la industria nacional y promover la diversidad cultural.

A partir de la utilización de las nuevas tecnologías, como las que ofrecen la Televisión Digital Terrestre (TDT) y la Televisión Digital Satelital (TDS) se ha mejorado la calidad de imagen y sonido ofrecida, y además se ha ampliado la oferta de señales. Con la implementación de la TDA, que utiliza tecnologías de compresión de datos, es posible optimizar los recursos del espectro radioeléctrico, ya que en el formato analógico solo podía emitirse un único "canal" en cada frecuencia; en cambio, en el formato digital pueden transmitirse simultáneamente varias señales (varios canales) en la misma frecuencia. Si bien en la actualidad están vigentes ambos formatos, el analógico y el digital, se prevé que de a poco se haga la transición, y se estima que en el año 2019 se producirá el apagón analógico.

Entre los pasos a seguir en la evolución de la TDA se espera la aplicación de recursos que permitan la real interacción entre el espectador y los contenidos, además de la herramienta de programación en pantalla y servicio de teletexto (Closed Caption) en todos los programas.

Para acceder a la TDT es necesario contar con un decodificador que permita captar las señales; actualmente los televisores de última generación generalmente traen el receptor incorporado. También es posible acceder a la TDA desde los dispositivos móviles, como los celulares o los televisores portátiles que utilizan algunos autos y servicios de transporte. Para aquellos lugares en que la ubicación geográfica o las condiciones técnicas limiten el alcance de la TDA, se ha implementado un sistema de recepción de las señales a través de un satélite que permite la retransmisión por medio de un dispositivo satelital y una antena. En todos los casos el objetivo es la integración y el acceso total a los contenidos de la televisión pública digital.

Ciencia y Tecnología 2.0

TEC TV no se limita sólo a la pantalla televisiva, sino que abarca una propuesta integral de comunicación, con lugar en las principales redes sociales y una página web www.tectv.gov.ar que incluye las últimas novedades de ciencia, llamados a licitación de nuevos programas, información de las series y la grilla día por día de cada mes. Además hay una sección de problemas escritos por Adrián Paenza, videojuegos, blogs de divulgación científica, videos, y algunos capítulos de las series más vistas del canal.

"El objetivo es que la web tenga cada vez más contenidos, y nuevos blogs de tecnología, animación y videojuegos. Además, estamos trabajando en el chequeo técnico del streaming para la web tv, con la meta de que la programación no sólo esté disponible a medida que ocurre, sino que también se pueda ver en otro momento, lo que facilita acceder al contenido de una manera mucho más amplia. El objetivo es que haya una interacción complementaria entre la web y la pantalla".

Cecilia Moncalvo cuenta además que desde la página se organizarán concursos de dibujo, fotografía y otras áreas. También se incorporarán nuevos videojuegos desarrollados por jóvenes argentinos; y desde los blogs se premiará por la lectura y comprensión de los artículos publicados. "Estamos muy receptivos al envío de agendas vinculadas con la ciencia y la tecnología, porque el objetivo de la web, cómo plaza pública o ágora, que es lo que más nos representa, es el de viralizar actividades de promoción y popularización de la ciencia", amplía.

Lo que se viene

Para la segunda parte del año se esperan las segundas temporadas de programas como *Trabajo práctico final* en el que a Luna, una adolescente *dark* de 17 años, se le encomienda hacer una investigación sobre las instituciones científicas de nuestro país, tarea que cambiará los conceptos que ella tenía sobre la ciencia y el rol de los científicos. También se viene la segunda parte de *Caminos*, para seguir conociendo sobre la vida de los que se dedican a la ciencia; y las de *Videojuegos*, *Software Interactivo*, y *Desde la Ciencia*.

"Las segundas temporadas de cada programa surgen por la repercusión que vamos teniendo a través de la web y a través de lo que nos escriben nuestros espectadores, porque ese redoblar y continuar con temas habla de la buena recepción", comenta Moncalvo. Y agrega que también se está trabajando en una serie basada en proyectos presentados por estudiantes de la Universidad Tecnológica en la Semana de la Tecnología; en un programa sobre el aporte de la INVAP al desarrollo científico y tecnológico del país; en una serie sobre ingeniería biomédica; y en un nuevo programa de Adrián Paenza que se va a llamar *Grandes temas de la matemática*.

"La recepción está siendo muy buena, había mucha expectativa a la salida del canal y la sigue habiendo. Surgen iniciativas e ideas, o sea que la gente no sólo lo recibe y lo consume sino que nos acerca ideas porque quiere participar, y se quiere sumar. La respuesta es muy positiva, claramente el joven tiene la energía y la voluntad, somos nosotros los que tenemos que estar a la altura de la generación. Marcar hacia dónde queremos ir alcanza para que la adhesión sea inminente", concluye Cecilia Moncalvo. 

Recomendaciones en internet

<http://noticias.exactas.uba.ar/>

Noticias Exactas es el portal de noticias de ciencia dirigido por nuestro editor, Armando Doria, que difunde información y conocimiento producidos en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, el centro científico que concentra mayor cantidad de investigadores y más variedad de disciplinas de la Argentina.

Constituye una herramienta de actualización indispensable para los docentes de ciencias, responsables de gestar las vocaciones científicas que el país necesita.



<http://www.xatakaciencia.com/>

XATACA CIENCIA. La ciencia en forma sencilla. Un blog de curiosidades científicas, sin pretensiones y muy entretenida. Está hecho por los españoles Sergio Parra, Capitán Tomate y Carlos Sánchez Cazorla. El grupo de seguidores bloguistas le pone un broche de ingenio y humor muy en sintonía con las notas de partida.



<http://www.experientiadocet.com/>

Experientia Docet. Otro blog para experimentar. De César Tomé López, químico y neurocientífico de Andalucía España. La variedad de temas sorprende, los artículos son atrapantes. Los blogueros son exigentes. Y hay una buena cantidad de links para no agotar la curiosidad.



<http://www.ted.com/>

TED (ideas para difundir) es ampliamente conocida por sus conferencias de 15 minutos que abordan un amplio espectro de temas que incluyen ciencias, arte y diseño, política, educación, cultura, negocios, asuntos globales, tecnología, y entretenimiento. Fundada en California en 1984 con el objetivo de difundir nuevas ideas, hoy tiene series de conferencias esparcidas por todo el mundo. Por ellas pasan los pensadores más sorprendentes, y las ideas más originales que, casi invariablemente, sorprenden. El sitio TED guarda un archivo de las conferencias en el que se puede acceder buscando por tema o por conferencista. Subtítulos opcionales.



<http://noticiasdelaciencia.com/>

Noticias de la ciencia. De entre los medios en español de divulgación científica exclusivamente online que han seguido en activo hasta hoy de manera ininterrumpida y que mayor difusión tienen, NCYT (Noticias de la Ciencia y la Tecnología, conocido también como Amazings y como NC&T) es el primero que apareció en internet. Lo hizo en Amazings.com en 1997 y fue creado en 1996 por los españoles Manuel Montes y Jorge M. Colome.

Se trata de uno de los portales de ciencia en español más nutridos de notas de actualidad científica y tecnológica.



<http://edge.org/>

EDGE. El sitio en el que se reúnen los peques de la ciencia. Las discusiones más calientes, las especulaciones más osadas, las opiniones más políticamente incorrectas, los pensamientos que orientan las investigaciones de frontera... todo eso y mucho más reunido en este sitio de edición mensual, en el que podrá ponerse al tanto de sobre qué cosas discuten los que juegan en la primera A. (En inglés).



¿Cómo se produce el granizo?

Responde la doctora Paola Salio, del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

El granizo se genera durante las tormentas intensas, cuando las gotas de agua se encuentran en la nube a temperaturas inferiores al punto de congelación. Si esas gotas interceptan una partícula sólida, se condensan y empiezan a cristalizarse. El tamaño de la bola de granizo puede tener desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros, y es más grande cuanto mayor sea su permanencia en la nube antes de precipitarse al suelo. Si la fuerza de la masa de aire ascendente empuja el granizo hacia arriba, las pequeñas esferas pueden seguir cristalizando y aumentando su tamaño. Cuando el empuje hacia arriba finaliza o las esferas alcanzaron un peso que ya no puede ser sostenido por la masa de aire, el granizo se precipita. El 18 de abril de 2010, en las localidades de Vicente López y San Isidro, se registró una fuerte tormenta con bolas de granizo de hasta 8 centímetros de diámetro.

En Mendoza, donde las granizadas frecuentes pueden causar estragos en los cultivos, se siembran las nubes con núcleos

de yoduro de plata para generar muchas partículas de granizo de menor tamaño y que sea menos destructivo.

La caída de granizo por lo general se produce en áreas muy localizadas. Los reportes de las estaciones meteorológicas pueden indicar la cantidad de agua caída, pero muchas veces no dan cuenta del granizo si este se produjo fuera del área de cobertura. Solo se puede identificar su impacto por los daños producidos, por ejemplo el destrozo en los techos y las marcas dejadas en los automóviles.

Los radares meteorológicos permiten obtener estimaciones de la probabilidad de ocurrencia de granizo en la nube. Los radares de “doble polarización”, permiten tener una idea aproximada de la forma de la gota, si tiene forma de óvalo acostado puede pensarse que es una gota, en cambio si es circular puede considerarse una partícula de granizo.



¿Qué es la vulcanización?

Responde el doctor Ángel Marzocca, del Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos, del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

Suele hablarse del vulcanizado de los neumáticos o del calzado. En efecto, se llama vulcanización al proceso de cura que se aplica los elastómeros (polímeros elásticos), entre estos el caucho natural, y consiste en mezclarlos con azufre y luego calentarlos, con el fin de transformarlos en materiales más elásticos y mecánicamente resistentes. Se cuenta que Charles Goodyear, en 1839, volcó por accidente un recipiente de azufre y caucho encima de una estufa, y la mezcla se endureció y se hizo impermeable. El proceso debe su nombre a Vulcano, dios romano del fuego y los metales.

Durante la vulcanización se produce la reticulación (formación de una red) entre las macromoléculas que componen el elastómero, las cuales se unen entre sí. La red que se forma le confiere elasticidad al material. Mediante cambios en la presión, la temperatura y el tiempo de vulcanización se logra variar el número de puentes. Así, manejando el proceso de reticulación, se pueden obtener materiales con distintas propiedades. Además, no solo el azufre es capaz de formar

redes en los elastómeros durante la vulcanización, también se emplean otras sustancias, como los peróxidos.

En la actualidad, además de caucho natural (NR) existen materiales sintéticos, polímeros visco-elásticos de alto peso molecular, que también son sometidos a la vulcanización para lograr mayor elasticidad y resistencia mecánica. Los más utilizados a escala global son el caucho polibutadieno (BR) y el caucho estireno butadieno (SBR), entre otros.

A temperaturas inferiores a cero grado centígrado, los elastómeros pueden volverse frágiles como el vidrio. Un ejemplo trágico de ese fenómeno es el accidente del transbordador espacial Challenger en 1986, que causó la muerte de sus siete tripulantes. Una junta de goma ubicada en uno de los laterales del cohete se enfrió en exceso de modo que se hizo rígida, se quebró y derivó en una pérdida de combustible. Esto hizo que el cohete que impulsaba al transbordador perdiera el control y finalmente se destruyera.

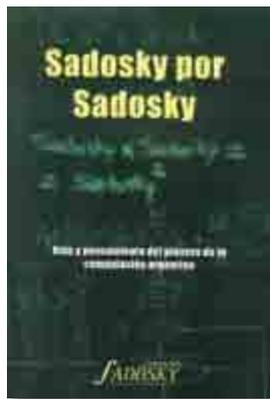


SADOSKY POR SADOSKY

Vida y pensamiento del pionero de la computación argentina

Raúl Carnota y Carlos Borches (comp.)
Buenos Aires, 2011

Fundación Sadosky
256 páginas



Más de la mitad de este libro está ocupada por “Conversaciones con Manuel Sadosky”, esta entrevista realizada durante varios días por Laura Rozemberg que constituye un relato atrapante, lleno de optimismo, de aventura, de sabiduría... una pintura de época contada por un protagonista excepcional: un testigo lúcido de 100 años de historia argentina. Las amistades, los amores, las familias, los gobiernos, los presidentes, los golpes de estado, los exilios, atravesados constantemente por los avatares de la educación, la ciencia y la universidad.

En la entrevista, inédita hasta hoy, llena de chismes, intimidades y situaciones tan risueñas como sorprendentes, se descubre a una de las figuras más importantes del entretejido científico argentino que, pese a su perfil bajo, es uno de sus pilares fundamentales.

La segunda parte nos presenta seis ensayos de la propia pluma de Manuel. Los compiladores –Raúl Carnota y Carlos Borches– han elegido con maestría... o es que el pensamiento de Sadosky goza de una sorprendente vigencia... o ambas cosas a la vez. Ciencia, tecnología, desarrollo y dependencia, asuntos acerca de los que Sadosky escribió para que los leyéramos hoy más que nunca.

En suma: un texto imperdible para todo interesado en la historia de la ciencia argentina, y en el futuro también.

NANOTECNOLOGÍA

El desafío del siglo XXI

Galo Soler Illia
Buenos Aires, 2012

EUDEBA
272 páginas



Este volumen es especial para profesores de ciencias que no estén familiarizados con la nanotecnología. Muchos pensarán que se trata simplemente de hacer tecnología con cosas muy chiquitas (el nanómetro es la mil millonésima parte del metro o, si usted quiere, la millonésima parte del milímetro o, si usted quiere, la longitud que ocupan unos diez átomos alineados).

Pero la nanotecnología no es nada más que el desafío de la escala. En esas dimensiones tan peculiares, las leyes del universo adquieren un comportamiento singular: a caballo de dos mundos diferentes (el macroscópico newtoniano y el microscópico cuántico), las nanocosas ofrecen un mundo nuevo y maravilloso, todo por descubrir y, en especial, todo por hacer.

Nanotecnología es un ABC de este nuevo mundo, desde las explicaciones básicas de por qué las cosas son como son, hasta las ideas revolucionarias que nos abren un abanico de posibilidades y desafíos para sacar inmensos provechos de esas cosas tan pequeñas.

Galo Soler Illia recorre esta explicación con uniforme complejidad; y un interesado en la ciencia no se perderá ningún detalle del hilo conductor que describe un universo nuevo, una cantera de recursos inesperados que están ahí disponibles, para que científicos y tecnólogos los pongan al servicio de la sociedad.

QUÍMICA HASTA EN LA SOPA

Silvana Fucito e Ileana Lotersztain
Buenos Aires, 2011

Ediciones Iamiqué,
48 páginas



¿Cómo funciona el airbag? ¿Qué tienen de especial las telas deportivas? ¿Por qué se va el gas de las gaseosas? ¿El helado es crema congelada? Y con un total de 20 preguntas las autoras nos demuestran que hay química hasta en la sopa.

Este libro, infantil pero no tanto, ilustrado por Pablo Picyk, es otro paseo por la ciencia y la tecnología, lleno de sorpresas y diversiones. Recomendado para curiosos de 8 a 108 años (y padres y maestros en aprietos), como reza la contratapa, *Química hasta en la sopa* pone el ojo en los más variados asuntos de nuestra vida cotidiana que se le puedan ocurrir, y la química pone la bala.

Carla Baredes e Ileana Lotersztain, física y bióloga respectivamente (egresadas de la FCEyN), fundaron Ediciones Iamiqué en 1997. Llevan publicados más de 45 títulos que se exportan a casi toda América Latina, muchos de los cuales han sido incluidos en los planes nacionales de lectura de México, Chile, Cuba, Venezuela, Uruguay y Argentina. Además, varios títulos han recibido importantes premios y distinciones, y cuentan con traducciones al coreano, al rumano, al gallego y al portugués. Iamiqué posee un epígrafe que la pinta tal cual es: “Libros científicamente divertidos”.

Las lecciones del Maestro Ciruela

Principio de equivalencia, ¡una masa!

Ricardo Cabrera
ricuti@qi.fcen.uba.ar

La masa de un cuerpo, esa característica tan simple e intuitiva que todos asociamos con la cantidad de materia que forma al cuerpo, fue un verdadero dolor de cabeza para la ciencia; la comprensión gradual de ese concepto está poblada de historias sorprendentes. Una de ellas es la caída de los cuerpos.

Antiguamente se pensaba que los cuerpos más masivos caían con mayor aceleración que los ligeros. Uno de los primeros que puso ese pensamiento en tela de juicio fue Galileo Galilei. Él estaba convencido de que todos los cuerpos –independientemente de su masa– caían con igual aceleración. Tenía buenos argumentos para sostener tal afirmación. Pero hubo que esperar unos 50 años para que apareciera Newton, quien con su Mecánica le diera la razón. El argumento es éste:

Cuando un cuerpo está cayendo la única fuerza que actúa sobre él (despreciando las interacciones con el aire) es su propio peso, P , que según la Segunda Ley de la Mecánica, será igual al producto entre su masa, m , y la aceleración con la que cae, a .

$$P = m a$$

Pero además Newton dijo que esa fuerza, el peso, respondía a una ley más general: la Ley de la Gravitación Universal.

$$P = G m M / R^2$$

donde G es la constante de la gravitación universal, M es la masa de la Tierra y R es el radio terrestre. Como ambas leyes hablan de la misma fuerza podemos igualarlas:

$$m a = G m M / R^2$$

Ahora podemos cancelar la masa del cuerpo que cae, que aparece en ambas descripciones, y...

$$a = G M / R^2$$

Y esa operación tonta que hicimos, la de cancelar la masa del cuerpo, nos está diciendo que cualquier cuerpo, independientemente de su masa, va a caer con la misma aceleración. A esa aceleración se la suele llamar aceleración de la gravedad y se simboliza g . Vale aproximadamente $9,81 \text{ m/s}^2$, tanto para la caída de un elefante como para la de una lapicera.

Pero la historia no terminó ahí: resulta que Einstein se puso a mirar las ecuaciones detenidamente y encontró algo que no le cerraba, que le molestaba. Hasta que se dio cuenta: resulta que la masa de la ecuación de la segunda ley y la masa de la ecuación gravitatoria ¡no eran la misma masa! Eran del mismo cuerpo, sí... pero la masa

representaba una propiedad diferente en cada caso.

La masa que usó Newton para su segunda ley ($P = m a$) es una medida de cuánto se resiste un cuerpo a que le cambien su estado de velocidad. En cambio las masas que usa en la Teoría de Gravitación ($P = G m M / R^2$) son una medida de la propiedad de los cuerpos de ser atraídos gravitatoriamente. Todo el mundo daba por sentado que eran lo mismo, pero Einstein nos convenció de que no había ninguna ley en el universo que indicara que tenían que valer igual ni –menos– ser la misma cosa. Y no había cómo justificar la cancelación entre ambas.

Para diferenciarlas, llamó masa inercial a la que aparece en la segunda Ley, y masa gravitatoria a la otra. Pero Einstein, convencido de que debían cumplir una función equivalente, y que la cancelación entre ambas era un paso necesario, le puso nombre a esta curiosidad del universo: “Principio de Equivalencia” (entre ambos tipos de masa), y constituye uno de los pilares de la Teoría de la Relatividad General.

Qué cosa fuera la masa sin ciruelas. 

HUMOR por Daniel Paz



Daniel
PAZ

El arte por las nubes

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

Ciento veinte millones de dólares es el precio alcanzado en una reciente subasta, por la obra de Edvard Munch de 1893 titulada *El grito*. Esta cifra hizo que el cuadro apareciera reproducido en las portadas de casi todos los diarios del mundo. Sin embargo, dado que esta no es una revista de economía sino de divulgación científica, el título de la nota no hace referencia al precio del cuadro sino a su temática: los fenómenos meteorológicos. El impresionante cielo de esa obra no sería un capricho del pintor sino que reflejaría las consecuencias de la explosión del volcán Krakatoa, en realidad cuatro grandes explosiones, que tuvieron lugar el 27 de agosto de 1883, y causaron la desaparición casi total de la isla, provocando violentos tsunamis. Las partículas arrojadas a la atmósfera por la explosión se mantuvieron en suspensión por mucho tiempo, provocando espectaculares arreboses (esas nubes de color rojizo características del atardecer) durante meses, uno de los cuales habría sido representado por Munch.



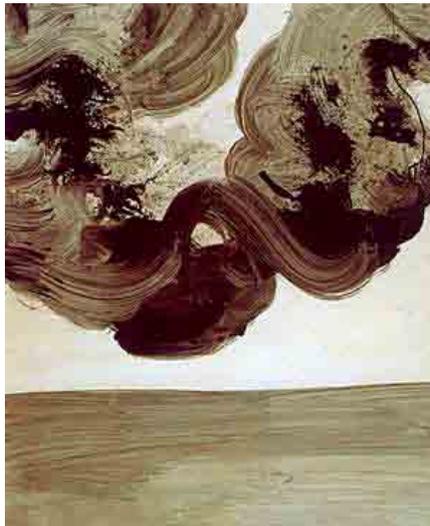
El grito, del pintor noruego Edvard Munch (1863-1944). El personaje, a pesar del título, no grita sino que se tapa los oídos para huir del ruido a su alrededor.

En franco contraste con estos cielos rojos, naranjas y amarillos, los cielos azules intensos, tachonados de nubes de un blanco encogedor, pueblan los cuadros de John Constable, quien es considerado uno de los más eximios pintores de nubes. Cúmulos, cirros, estratos y nimbos se extienden por los cielos de sus cuadros. Se dice que, incluso, anotaba la fecha y la hora en que realizaba sus dibujos y las condiciones del tiempo.



Estudio de nubes del artista inglés John Constable (1776-1837)

En la obra *Pampa y cielo*, de Antonio Berni, no es difícil adivinar que las gruesas y ondulantes pinceladas retratan una tormenta sobre el dilatado horizonte de la llanura, situación descrita también, magistralmente, por la pluma de Baldomero Fernández Moreno en su poema *Tormenta*.



Pampa y cielo del pintor argentino Antonio Berni (1905-1981)

Y ya en el campo de la literatura podemos decir que la poesía no ha sido nada ajena a los fenómenos meteorológicos y, tanto en la poesía lírica como en la canción popular, son muchas las referencias a la lluvia. Pensemos en los tangos *Garúa* y *Niebla del Riachuelo*, de Enrique Cadícamo; en el *Poema en negro*, de Manuel Benítez Carrasco, que nos cuenta los recuerdos infantiles de un día de lluvia, día alegre a esa edad por no tener que ir al colegio...; en la *Sinfonía en gris Mayor*, de Rubén Darío, la del "cielo de zinc": en la *Balada de otoño*, de Joan Manuel Serrat o, para los que les va la onda retro, en la simpatiquísima Gigliola Cin-

quetti cantando *La pioggia* (disponible en YouTube), para enumerar solo unos pocos casos en los que la atmósfera y los fenómenos que en ella ocurren son tomados por los artistas, ya sea para realizar la ambientación de la acción, como para trazar paralelismos con las situaciones que viven los personajes de la ficción. Un ejemplo por demás interesante es el *Salmo Pluvial*, de Leopoldo Lugones, que describe en sus partes "Tormenta", "Lluvia", "Calma" y "Plenitud" una típica tempestad en el campo; mientras el poema *La lluvia en la casa vieja* describe un fenómeno similar en un barrio de Buenos Aires, allá por los años del Centenario. De este último extraemos algunos versos:

Hoy es un día horrible. Ya es valiente quien se atreve a salir de su agujero... ¡Qué modo de llover! Furiosamente en el techo de zinc el aguacero.

Tamborilea sin cesar. Lo grave es que se llueve aquí peor que afuera, y hay para rato, es natural... Quién sabe cómo diablos se ha abierto esta gotera.

(...)

Y sigue el chaparrón. ¡Cómo diluvia en el jardín! Adiós al enrejado; era un adorno al fin, maldita lluvia... ¡Daba una vista así, recién pintado!

¡Adiós, con este viento, la glorieta!... ¡Los claveles, muchachas, los claveles! Quien no vuelva trayendo una maceta se quedará esta noche sin pasteles.

(...)

Preguntas

(cuyas respuestas pueden encontrar como siempre en el blog de EXACTAMENTE, en: www.revistaexactamente.exactas.uba.ar)

- ¿Dónde se encontraba el volcán Krakatoa?
- ¿Qué representa el paisaje detrás del personaje de *El grito*?
- ¿De quién es la poesía *La lluvia en la casa vieja*?
- ¿Las nubes están formadas: por vapor de agua, por gotitas de agua o por pequeños cristales de hielo?

CIENTIFICOS

INDUSTRIA ARGENTINA



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

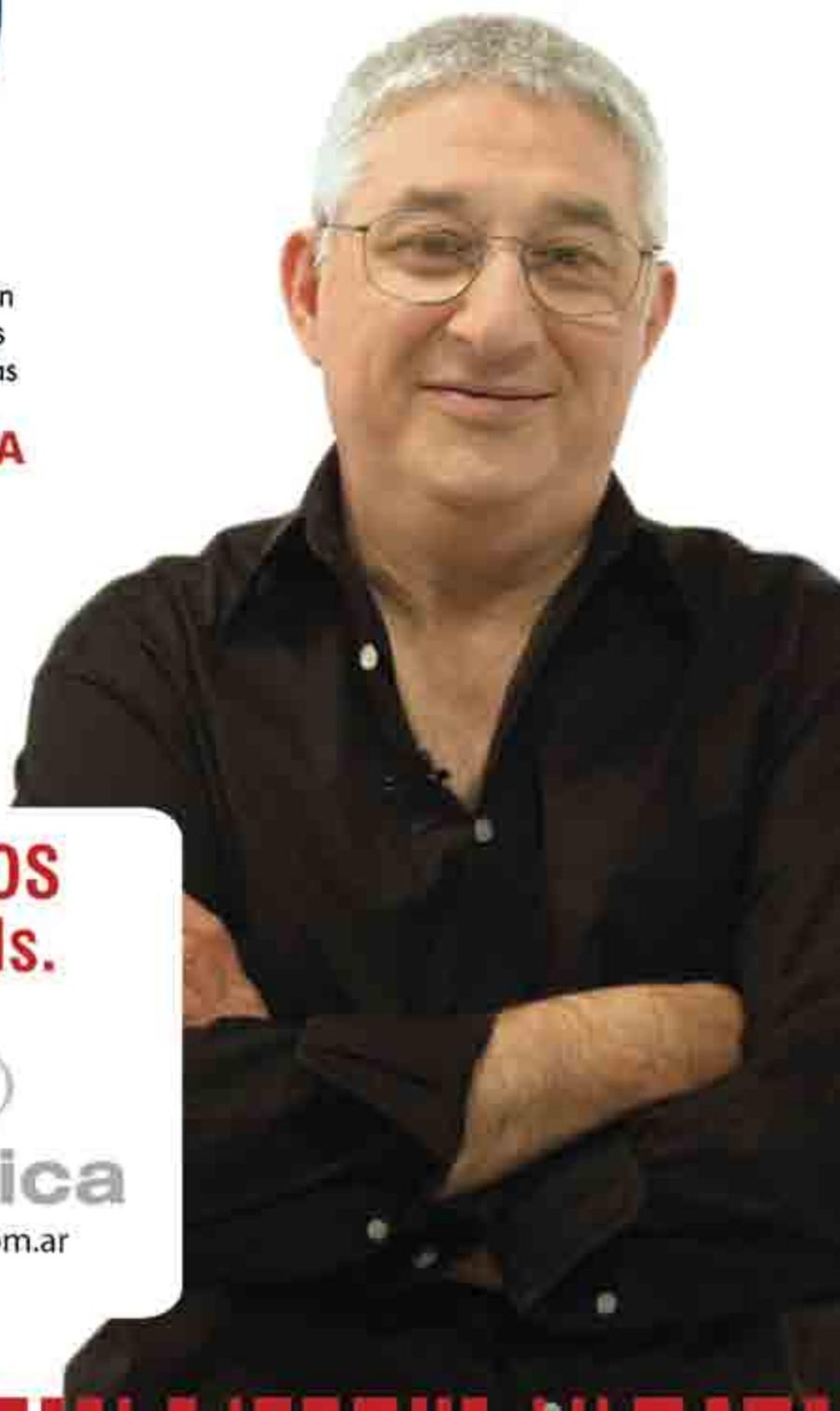
CON ADRIÁN PAENZA

**SÁBADOS
11.30 Hs.**



tv.pública

www.canal7.com.ar



<http://incubacen.exactas.uba.ar>

PRESENTATE AL LLAMADO INCUBACEN 2012!

LARGA VIDA
Y PROSPERIDAD
PARA TU
EMPRESARIATO



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

EXACTAS UBA