

Temas de Biología y Geología del Noa

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias



Reportajes

POSGRADOS EN ARGENTINA:
Mercedes Lizarralde de
Grosso

Artículos

La edad de los sapos
y ranas

Insectos extremófilos

¿Qué es el campo de
Higgs?

Temas de Biología y Geología del Noa

Revista Cuatrimestral de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

Comité Editorial

Editora Responsable

Marissa Fabrezi, *Ibigeo*, CONICET y Museo de Ciencias Naturales (UNSa).

Editores Asociados

Fernando Hongr, *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Alicia Kirschbaum, *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Fernando Lobo Gaviola, *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Comité Científico

Sebastián Arroyo, Comisión Nacional de Energía Atómica

Sebastián Barrionuevo, CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales

Afonso Brod, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil

Darío Cardozo, CONICET - Universidad Nacional de Misiones

Hugo Carrizo, Fundación Miguel Lillo

Mónica Díaz, CONICET - Universidad Nacional de Tucumán

Marcelo Fajano, Universidad Nacional de Río Cuarto

Hugo Fernández, CONICET-Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán

Luis Fernández, CONICET - Fundación Miguel Lillo

David Flores, CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales

Laura Giambiagi, IANIGLA (CONICET - Mendoza) - CONICET

Fernando J. Gomez, CICTERRA - CONICET, Universidad Nacional de Córdoba

Silvina Guzmán, *Ibigeo*, CONICET - UNSa

Silvia Japas, CONICET - Universidad de Buenos Aires

Héctor Lacreu, Universidad Nacional de San Luis

Esteban Lavilla, CONICET - Fundación Miguel Lillo

Hugo López, Universidad Nacional de La Plata

Oswaldo Marini, Secretaría de Minería, Provincia de Tucumán

Carolina Montero López, *Ibigeo*, CONICET

Pablo Perovic, Administración de Parques Nacionales

Llorenç Planagumà Guàrdia, Parque de la Garrotxa, Olot, Catalunya

Diego Saravia, Universidad Nacional de Salta

Gustavo Scrochi, CONICET - Fundación Miguel Lillo

Ana Laura Suredá, Administración de Parques Nacionales

Marcos Vaino, *Ibigeo* (grupo Vinculado) - CONICET, UNJu

Florencia Vera Candioti, CONICET - Fundación Miguel Lillo

Sonia Zert-Kretschmar, Fundación Miguel Lillo

Realización

Diseño y Diagramación, Eugenia Dantur.

Textos, Comité Editorial.

Editorial de la Universidad Nacional de Salta - EUNSa

IBIGEIO

INSTITUTO DE BIO Y GEOCIENCIAS DEL NOA

www.unsa.edu.ar/ibigeo

Fue creado como instituto de la Universidad Nacional de Salta a comienzos de 2005 con sede administrativa en el Museo Ciencias Naturales. A partir del 30 de octubre de 2009 funciona como Unidad Ejecutora de doble pertenencia CONICET-UNSa.

El **IBIGEIO** tiene entre sus objetivos principales: 1) planificar y ejecutar investigaciones en diversos temas relacionados con los recursos naturales de la región; 2) promover la difusión de los resultados de las investigaciones en el ámbito científico; 3) participar en la formación de recursos humanos universitarios de grado y postgrado; 4) colaborar en la organización de conferencias, reuniones y cursos; 5) asesorar en ámbitos públicos y/o privados para la planificación y/o resolución de problemas; y 6) **estimular el interés del público por las ciencias y difundir el conocimiento generado por el estudio de temas específicos de la región.**

Foto de tapa

Nyctibius griseus, también conocido como Kakuy o Urutau, su canto nocturno hace estremecer a los lugareños. Ejemplar observado en Misiones.

Foto: Gabriela Giselle Mangini.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE SALTA

Temas de Biología y Geología del Noa

Contenidos

2 | Editorial

Reportajes

3 | Mercedes Lizarralde de Grosso y la evolución de los posgrados en Argentina

Artículos

9 | Estimación de edad en sapos y ranas. *Silvia Inés Quinzio*

14 | ¿Viviendo al límite? Organismos extremófilos en aguas ácidas de la Mina Pan de Azúcar, Jujuy.
Jessica Murray y Javier Goldberg

20 | ¿Qué es el campo de Higgs? *Héctor Vucetich*

20 | Correo de lectores

20 | Novedades

21 | Guía para autores y proceso editorial

Temas de Biología y Geología del Noa

Editorial

Un buen síntoma del año que ya está a plena marcha es el hecho de poder continuar con esta publicación que consolida y fortalece el trabajo en equipo de nuestro instituto y a la vez nos permite alcanzar el objetivo de hacer que los resultados de las investigaciones tengan llegada a una sociedad que es amplia y diversa. En sintonía, para este año estamos organizando las actividades para la XI Semana Nacional de Ciencia y de la Técnica que organiza el MINCYT hacia el público de localidades del Valle de Lerma, con una propuesta que significará dar charlas y talleres en establecimientos educativos fuera de la ciudad de Salta. De esta manera, sobre todo el público más joven e inquieto tendrá la oportunidad de aprender e interpelar cuestiones que tienen que ver con su lugar.

Como lo venimos sosteniendo desde el primer número de la revista en 2011, la divulgación de las ciencias es una deuda de las instituciones públicas, como nuestro Instituto de investigación, con la sociedad y que es necesario honrar. Es posible que todavía no estemos a la altura de las circunstancias ya que nos han formado para comunicar nuestras ideas en un lenguaje que no es accesible para cualquiera y de una manera estructurada; sin embargo con diferentes estilos, los artículos que estamos publicando resultan de una compleja tarea que implica definir un tema que pueda ser interesante y diseñar una estrategia que lo haga atractivo. En este número, Jessica Murray y Javier Goldberg plantearon una asociación entre la famosa y vieja serie televisiva "Viaje a las Estrellas" y sus posteriores versiones para cine y unos "bichitos" que viven en situaciones que se podrían plantear como marcianas o extraterrestres. Silvia Quinzio trató de responder a una pregunta que es muy frecuente, sobre todo en los chicos en edad escolar, sobre cuánto viven los distintos animales y nos cuenta cómo hacen los biólogos para saber la edad de los sapos y ranas. En otro artículo, Héctor Vucelich nos explica un tema de Física que fue tapa de los diarios el año pasado y del que hablaron muchos aunque no siempre con un lenguaje y un nivel apropiado. En ese artículo, aprendemos sobre la Ciencia en su estado más fino y sobre un tema que lleva toda una historia de preguntas e investigaciones.

Temas BGNoa agradece por acceder al reportaje a la Dra. Mercedes Lizarralde de Grosso. Ella responde a nuestras preguntas con cuestiones de la historia, del presente y del futuro de los posgrados de una manera ágil, amena y muy detallada. El reportaje es muy oportuno ya que recientemente el Ministerio de Educación lanzó el Programa de Becas para la Finalización de Tesis de Posgrados para los Docentes de Universidades Nacionales (PROFITE) propuesto por CONADU en la última paritaria nacional.

Así, tenemos la satisfacción de acertarles este primer número de 2013. Para este volumen, el tema de las tapas será dedicado a las aves nocturnas, con fotografías tomadas por una de las ornitólogas del IBIGEO.

**Comité Editorial de Temas de
Biología y Geología del NOA**

Marissa Fabrezi
Fernando Hongn
Alicia Kirschbaum
Fernando Lobo

Salta, 30 de mayo de 2013

Reportajes

Postgrados en Argentina: responde Mercedes Lizarralde de Grosso

Entre los estudios superiores, las carreras de posgrado han logrado ocupar un espacio muy importante en las actividades y proyectos de la vida académica de nuestras universidades en los últimos veinte años. Es así que el dictado de un curso de posgrado, la defensa de un doctorado o la designación de los integrantes de una comisión de seguimiento de maestría se incorporaron a una dinámica que a veces es cuestionada desde los mismos estamentos de la comunidad universitaria. Sin embargo, la velocidad en la generación del conocimiento y la necesidad de consolidar y fortalecer las formaciones profesionales imponen la continuidad de los estudios universitarios más allá de la formación de grado y es por esto que las carreras de posgrado se organizan, se profundizan, se autoevalúan y se evalúan para que nuestros profesionales estén a la altura de los desafíos científicos y/o tecnológicos que el siglo XXI presenta. La doctora Mercedes Lizarralde de Grosso ha desarrollado una vasta carrera académica, especialmente en todo lo relacionado a posgrados y describe en este reportaje cómo han evolucionado los posgrados en nuestro país.

Temas BGNos ¿Desde tu experiencia ¿Cómo sería la historia del posgrado en Argentina?

MLG: Desde que se creó la primera universidad en el país, en Córdoba en el siglo XVII, los doctorados en Argentina tuvieron una evolución errática. Recién a mediados del siglo XX los doctorados fueron verdaderas carreras de posgrado, porque en muchos casos, hasta principios del siglo XX los "doctores", eran egresados



MERCEDES LIZARRALDE DE GROSSO

Es Licenciada en Zoología y Doctora en Ciencias Naturales orientación Zoología de la Universidad Nacional de La Plata.

Es Profesora de la Universidad Nacional de Tucumán e Investigadora del CONICET. Además, dirige el Instituto Superior de Entomología (INSUE-Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán) y el Doctorado en Ciencias Biológicas "A" de la Universidad Nacional de Tucumán. Es vocal de la Consejo Directivo del Consorcio de Doctorados en Ciencias de la Vida y representante por la Universidad Nacional de Tucumán en la RED Iberoamericana de Biotecnología (Programa Pablo Neruda de Posgrados de la Organización de Estados Iberoamericanos). Es también miembro del Consejo Asesor del Sistema Nacional de Datos Biológicos del MINCYT y Focal Point (Argentina) para la Global Taxonomy Initiative Programme of Secretariat of Convention of Biodiversity (CBD).

Ha desarrollado una carrera docente universitaria completa e ininterrumpida en la Universidad Nacional de Tucumán y paralelamente la de investigación en el CONICET, complementando el dictado de cursos de grado, posgrado, la preparación de artículos científicos y presentaciones a congresos con tareas de gestión como secretaria Académica, integrante del Consejo Directivo, directora del posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales, o secretaria de Posgrado de la Universidad Nacional de Tucumán, directora del Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Tucumán. En más de una oportunidad ha liderado los procesos de acreditación de los posgrados de Biología que presentó la Universidad Nacional de Tucumán.

Año	Doctorados	Maestrías	Especializaciones
1982	205	1	97
1996	227	393	393
2013	356	726	1267

Datos históricos sobre el número de posgrados oficiales. En la actualidad y desde hace aproximadamente una década el salto lo dieron sobre todo, las Ciencias Sociales.

de carreras de grado donde se les exigía una "Tesis", similar a las tesis actuales, pero los títulos oficiales eran de Doctor. Esto estimuló a abogados y médicos a seguir llamándose doctores aunque nunca hayan hecho una carrera de posgrado.

Las carreras de posgrado, sobre todo las de doctorado están íntimamente ligadas a la investigación y por eso a partir de la década del cincuenta del siglo XX, se incrementaron estas carreras junto con las importantes iniciativas de creación del INTA (1956), CONEA (1950), INTI (1957) y sobre todo del CONICET (1958) con la creación de la carrera de investigador, becas para realizar tesis doctorales y proyectos subsidiados de Investigación y Desarrollo. Todo esto fue acompañado por un incremento desordenado de carreras y alumnos de posgrado. Hasta esa década la UBA era la principal proveedora de títulos de doctorado, seguida por La Plata y Córdoba. A partir de 1950 comienzan a tener un papel notorio algunas otras Universidades como la de Tucumán y Litoral. Llegamos a 1984 y la recuperación de la democracia, con importante número de Universidades estatales y privadas y un número considerable de estudiantes de posgrado. Se creó en ese momento el Sistema Nacional de Cuarto Nivel (SICUN), que alcanzó a proyectar un relevamiento y una estructura que se encargaría de evaluar y categorizar las ofertas de posgrado. Pero el sistema no llegó a instrumentarse. Junto con esta iniciativa las Universidades comenzaron a reglamentar en forma individual sus actividades de posgrado, algunas crearon Secretarías de Posgrado, otras Consejos de Posgrado, etc.

En 1995 se creó la Comisión de Acreditación de Posgrado (CAP) que llevó adelante la primera evaluación voluntaria de posgrados. En 1995 se promulgó la Ley de Educación Superior que establece que "...Las carreras de posgrado —sean de Especialización, Maestría o Doctorado deberán ser acreditadas por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, o por entidades privadas que se constituyan con ese fin y que estén debidamente reconocidas por el Ministerio de Educación...". Casi en forma simultánea se creó el FOMEC, Fondo para el Mejoramiento de la Calidad Universitaria, que otorgaba subsidios a los que podían acceder posgrados que se acreditaran.

En 1997 el Ministerio de Educación dictó la resolución 1168, algo así como la biblia para los que trabajábamos en posgrado en ese momento, que indicaba pautas y criterios para la acreditación de posgrados y que fue la guía para la redacción de todos los reglamentos de posgrado de las Universidades Argentinas. Estuvo vigente hasta el año 2011 en que redactó otra resolución, la 160 con modificaciones y actualizaciones de la anterior.

Temas BGNoa ¿Cómo se evalúa la calidad de un postgrado?

MLG: La calidad de los posgrados, se debe sobre todo al equilibrio entre muchas cosas, las tradiciones y la antigüedad (si se toman estos términos con referencia a indicadores de experiencia adquirida y prestigio científico ganado con justicia!) no son temas menores, pues estas cualidades hacen que se tenga más solvencia, se cuenta con mayor número de profesores ya doctorados, exista un

sistema ya estabilizado que los soporte, infraestructura, etc. No hay que olvidar que sobre todo en el caso de los doctorados, las carreras se basan fundamentalmente en la investigación y eso no se improvisa. Paralelamente y como condiciones importantísimas están la solvencia de los directores, las condiciones de equipamiento e infraestructura de las instalaciones (tema muy importante para algunos tipos de investigación experimental) y la calidad de los jurados que evaluarán la tesis.

La mayoría de los doctorados categorizados como de excelencia sobre todo en ciencias llamadas duras están asociados a institutos de prestigio en investigación, ellos son además los que consiguen subsidios nacionales e internacionales para solventar las investigaciones donde se insertan los doctorandos, porque en la actualidad el presupuesto de investigación de las universidades es casi virtual, apenas alcanza para pagar sueldos.

Temas BGNoa ¿Cómo ha influido la CONEAU y las acreditaciones en el fortalecimiento del postgrado en Argentina?

MLG: La preocupación por la calidad del sistema universitario se hizo visible a nivel mundial en los '80. En la Argentina, durante los últimos años del siglo XX la explosión desarticulada de ofertas de posgrados y hasta muchas ofertas de posgrados on-line desde países del hemisferio norte no siempre de calidad, obligaron a desarrollar un sistema de evaluación institucional no sólo en las universidades sino también otras instituciones extrauniversitarias dedicadas a la investigación.

La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) es un organismo descentralizado creado en 1996 que actúa en jurisdicción del Ministerio de Educación de la Nación. Tiene mandato legal para, entre otras actividades, "...acreditar las carreras de posgrado que otorguen título de Maestría, Especialización o Doctorado". En principio la ley y la Coneau tuvieron mucha resistencia, aún hoy es vista por algunos como una reforma de corte neoliberal que, podía abrir las puertas a un proceso de arancelamiento, tengo entendido que la UBA todavía no acredita las carreras de grado.

Por otro lado en algunas otras Universidades, la política es que las carreras de posgrado que no se acreditan, se les quita apoyo e infraestructura y por consiguiente tienden a desaparecer.

Mi visión particular es que mas allá de la agencia ejecutora, es muy valioso que las instituciones sean evaluadas y creo que no sólo es importante la evaluación externa sino que el proceso interno, de autoevaluación participativa previo, muchas veces conflictivo y hasta doloroso, es muy provechoso para el sistema. Como somos hijos del rigor, si no nos imponen las cosas desde afuera raramente las hacemos por iniciativa propia.

Temas BGNoa ¿Hubo cambios en el proceso de acreditación?

MLG: La primera convocatoria de acreditación fue masiva y se realizó entre 1998 y 2000. Fue bastante caótica, se mandaban a Buenos Aires kilos de papeles anillados por cada carrera de cada universidad y hasta hubo que hacer un estudio de resistencia de materiales en el edificio que albergó toda esa documentación. En la actualidad se envía la mayor parte de la documentación en forma electrónica y las convocatorias son por orientaciones.

Ahora ya estamos entrando por suerte en otra etapa que es la de consolidación y articulación, por lo menos en algunos casos, como los doctorados específicamente en Ciencias Biológicas. Se ha formado en nuestro país el año pasado un consorcio de Doctorados en Ciencias de la Vida que fue creado como una asociación cuyo objetivo es el de fortalecer los Programas participantes mediante el establecimiento de políticas y acciones comunes tendientes a mejorar la calidad de los mismos tanto en aspectos concernientes a la oferta académica educativa como así también en aspectos de funcionamiento.

Otra experiencia enriquecedora es el Programa Pablo Neruda para movilidad académica de posgrados de Países Ibero-latinoamericanos. Estas experiencias de relaciones entre doctorados de excelencia de los países iberoamericanos son valiosísimas, en cuanto a conocimiento e intercambio de experiencias en investigación, evaluación, etc. Además, la sinergia que producen estas asociaciones, en las que se intercambian alumnos y profesores ayudando a mejorar todos los aspectos posibles de estas carreras que la componen; otra función es ayudar a mejorar a carreras en formación o con poca calificación.

Temas BGNoa ¿El doctorado es el postgrado por excelencia? ¿Tiene sentido una maestría?

MLG: Históricamente los doctorados fueron los posgrados por excelencia en Argentina, pero en las últimas décadas esto ha ido cambiando, los posgrados ya no son sólo orientados a la investigación científica. En la actualidad los posgrados pueden ser orientados a la investigación (doctorados y algunas maestrías) o con orientación profesional (otras maestrías y especializaciones). De hecho en la resolución Ministerial que rige u orienta actualmente las actividades de posgrado se habla de maestrías profesionales y maestrías de investigación. Estas carreras no son excluyentes ni unas más valiosas que las otras, la elección depende de los objetivos de la carrera. Hay maestrías en Ciencias Biológicas, pero son sobre ramas específicas de la ciencia, nosotros en Tucumán tenemos desde el año 2002 una muy buena experiencia que ya termina su cuarta versión, es una Maestría en Entomología categorizada como "A" en la que hay una definida orientación en investigación, pero en muchos casos, la tesis tiene un sesgo aplicado pues tenemos muchos alumnos de dependencias del INTA, instituciones de salud, estaciones agropecuarias provinciales y fundaciones privadas; estos maestrandos desarrollan temas aplicados con un fuerte rigor científico. En cuanto al Doctorado en Ciencias Biológicas de la UNT, es un doctorado muy particular porque en él participan 5 facultades y tres institutos del CONICET de Tucumán, esto le da solidez, cantidad de directores y posibilidades de líneas de trabajo muy importantes, tenemos ahora algo más de 200 inscriptos haciendo sus tesis y en el año 2011 egresaron 35 alumnos.

Temas BGNoa ¿Hacia dónde se encaminan los postgrados en Ciencias Biológicas?

MLG: Sin dejar de aceptar que siempre hubo sesgos, no siempre con fundamento de políticas científicas serias, la ciencia internacional avanza hacia ciertas orientaciones que en el caso de la Biología se basan en dos necesidades fundamentales ya marcadas en la Convención de la Biodiversidad: el mejoramiento de la calidad alimentaria de la humanidad y el cuidado del medio ambiente y su diversidad biológica. Estas dos premisas no siempre son compatibles si no se genera conciencia de sustentabilidad. El manejo sustentable-responsable del ambiente es, a estas alturas de la historia de la humanidad, imprescindible. Estimo que es muy necesaria una formación ecológica sobre todo en las carreras de donde egresan los responsables primarios de desarrollar tecnologías de mejoramiento de la producción animal y vegetal.

Se nota cada vez más una tendencia a la interdisciplinariedad, que considero excelente, ya el investigador aislado en su laboratorio no existe. En biología cada vez se trabaja más con la estadística, nuevos métodos computacionales en taxonomía y biogeografía, epidemiología en modelos predictivos, con SIG, etc. El desarrollo de la informática y de instrumentales de alta tecnología, permitió trabajar con un mayor número de datos y de mejor calidad. Temas fundamentales como la sistemática y la biogeografía utilizando técnicas computacionales de punta conviven con otras ramas más aplicadas de la ciencia y con otras nuevas como la Biotecnología de desarrollo exponencial en la actualidad: Nanotecnología, Bioingeniería, Biofísica, etc.

Este cambio se relaciona también con las políticas de apoyo científico que se dictan desde el Ministerio de Ciencia y Técnica. Digo esto porque las becas para hacer doctorados del Ministerio directamente y/o a través del CONICET son decisivas en la inscripción de las carreras de posgrado en las Universidades con doctorados de nivel de excelencia. Por ejemplo en Tucumán más del 70% de los inscriptos en el doctorado en Ciencias Biológicas, tiene becas del Conicet y/o FONCYT. El Conicet aumentó en los últimos diez años en 10 veces su presupuesto y esto influyó enormemente en su política de becas y entrada a carrera del investigador.

Temas BGNoa ¿Cómo te imaginas los doctorados en Ciencias Biológicas en los próximos 10 años?

MLG: En los próximos diez años veo un desarrollo importante de estos posgrados, pero debemos organizarnos más, seguir aumentando la comunicación académica y la interdisciplinariedad, tal vez crear con el apoyo de esas redes que mencioné, una serie de cursos básicos e imprescindibles, para aprender a manejar las técnicas de producción con una mayor conciencia de sustentabilidad.

Se debe tender además a la formación continua, ofreciendo cursos de actualización. En la actualidad y desde ya hace varios años, se ofertan en el país y en el exterior posdoctorados que refuerzan la especialidad y experiencia profesional de los nuevos doctores.

POSGRADOS ACREDITADOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Instituciones universitarias que integran la Región Noroeste - CPRES NOA: (fuente CONEAU) páginas 2011-226 del catálogo. Sólo de Ciencias Básicas se dictan se dictan 27 Doctorados, 49 Maestrías y 68 especializaciones.

Universidad Nacional de Catamarca

Universidad Católica de Salta

Universidad Nacional de Jujuy

Universidad Católica de Santiago del Estero

Universidad Nacional de Salta

Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino

Universidad Nacional de Santiago de Estero

Universidad de San Pablo Tucumán

Universidad Nacional de Tucumán

POSTGRADOS A NIVEL MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ÁREAS DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN LAS UNIVERSIDADES NACIONALES DE SALTA Y TUCUMÁN.

Universidad Nacional de Salta	Universidad Nacional de Tucumán
<p>Doctorado en Ciencias Geológicas Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Naturales 574/12, 6 años A</p>	<p>Doctorado en Geología Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo 612/00, 3 años A</p>
<p>Doctorado Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Naturales 726/06, 3 años C</p>	<p>Doctorado en Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Agronomía y Zootecnia, Facultad de Bioquímica, Química, y Farmacia, Facultad de Ciencia Exactas y Tecnología, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo y Facultad de Medicina 515/07, 6 años A Maestría en Entomología Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo 143/05, 3 años A</p>
<p>Doctorado en Ciencias – Área Química Aplicada Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Exactas 218/08, 6 años B.</p>	<p>Doctorado en Bioquímica Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia 489/12, 6 años A Doctorado en Ciencias Químicas Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia 115/03, 3 años A Maestría en Ciencias Químicas Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia 114/03, 3 años B</p>
<p>Doctorado en Ciencias – Área Energías Renovables Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Exactas 1043/10, 6 años B</p>	
	<p>Maestría en Matemática Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología 725/06, 3 años B Maestría en Estadística Aplicada Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Económicas 445/10, 6 años C</p>

Artículos

Estimación de edad en sapos y ranas

Silvia Inés Quinzio*

* IBIGEO-CONICET, Museo de Ciencias Naturales -UNSa

Los Anfibios Anuros, comúnmente conocidos como sapos, ranas y escuerzos, representan un grupo de vertebrados terrestres muy exitosos en cuanto a su diversificación a escala mundial con más de 6000 especies distribuidas en todos los continentes con excepción de la Antártida. Entre las características distintivas de estos animales podemos mencionar su ciclo de vida ya que la mayoría de las especies presentan un ciclo de vida bifásico con una fase larval acuática y una fase adulta, en general terrestre. Son además, animales ectotermos, esto quiere decir que su temperatura corporal depende de las fuentes de calor externas, este sistema de regulación de la temperatura corporal funciona además como un sistema de regulación del ritmo metabólico. La aclimatización es el mecanismo a través del cual los organismos ectotermos modifican la velocidad de los procesos fisiológicos (metabolismo) como respuesta a cambios en la temperatura ambiente. Dado que el desarrollo de estos procesos requiere el consumo de oxígeno, los organismos lo regulan variando a su vez la velocidad del proceso respiratorio (Fanjul y Hiriart, 2008). Las características mencionadas hacen prácticamente incompatible el desarrollo de estos organismos en climas extremos mientras que en climas templados y cálidos son extremadamente abundantes y diversos.

En climas templados y cálidos con marcada estacionalidad con inviernos y veranos que en general se relacionan con las estaciones secas y lluviosas respectivamente, el ciclo de vida de los anuros está principalmente supeditado a las lluvias estivales. El verano representa para estos organismos la estación en la cual ocurren principalmente los eventos reproductivos ya que en ésta confluyen temperaturas y lluvias óptimas, condiciones que permiten la formación de charcos de cría y la proliferación de otros organismos que componen su dieta (insectos acuáticos, otras larvas de anuros). Estas condiciones en el ambiente regulan, de manera más o menos directa, el comportamiento de estos organismos y su ritmo metabólico y por lo tanto el ritmo al cual crecen.

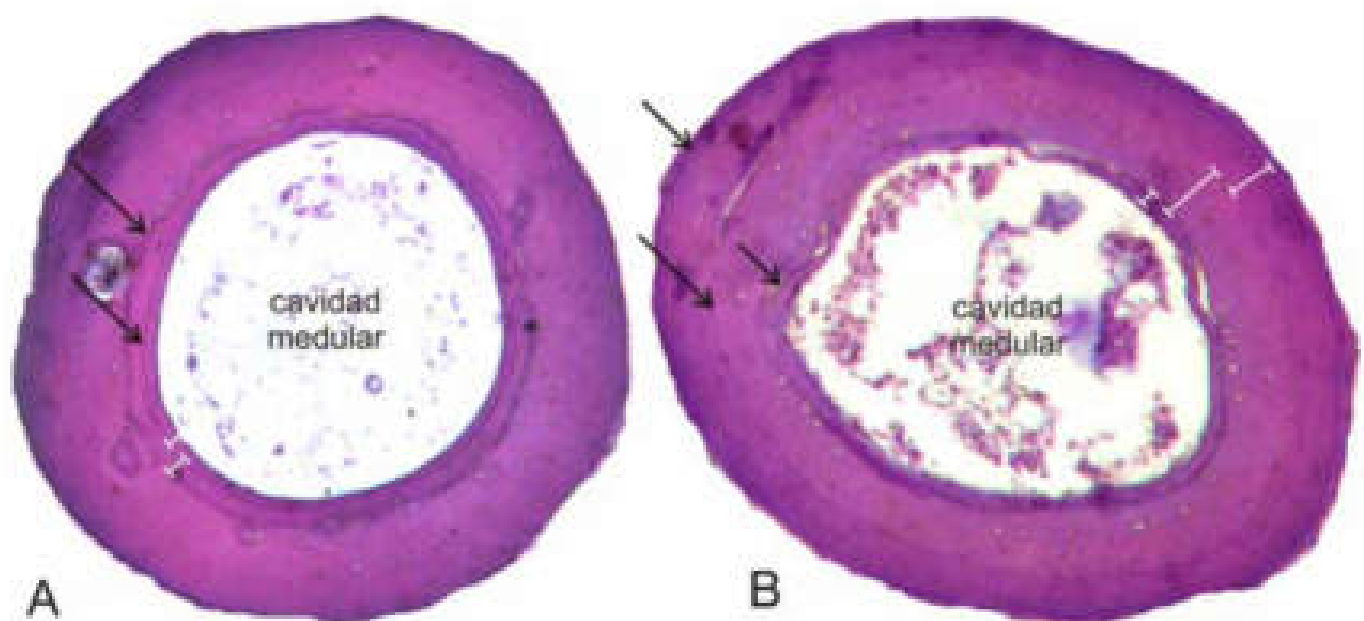


Figura 1: Secciones transversales de la falange terminal del dedo 4 de dos especies de anuros. A. *Pseudis paradoxa*, macho adulto con dos anillos de crecimiento. B. *Chacophrys pleurofi*, hembra adulta con 3 anillos de crecimiento. Es notable la diferencia en el ancho de los distintos anillos. El recuento de los anillos se hace desde el centro hacia la periferia, esto quiere decir que los anillos externos son los más recientes.

El ritmo metabólico y de crecimiento en la mayoría de los anuros muestran marcada estacionalidad en relación a la variación en las condiciones del medio, fluctúan entre periodos de intensa actividad metabólica que genera mucho crecimiento corporal cuando las condiciones ambientales son óptimas. Por el contrario, al disminuir las precipitaciones, con temperaturas más bajas y una menor disponibilidad de sitios para alimentarse, los sapos y ranas entran en un periodo de letargo con un crecimiento prácticamente nulo. El crecimiento estacional afecta todos los tejidos del organismo, pero particularmente en el tejido óseo en donde la alternancia entre los periodos de crecimiento activo e inactivo se evidencia en los huesos largos del cuerpo (como las falanges que forman los dedos, fémur que forma el muslo o tibia-fibula que forman la pierna). Dado que los huesos largos presentan una cavidad medular, la alternancia entre los periodos de crecimiento activo e inactivo se observa como anillos concéntricos a ésta cavidad de distinto grosor separados entre sí por una delgada línea; los anillos más anchos evidencian crecimiento activo en donde hay deposición de tejido óseo mientras que las delgadas líneas que separan uno de otro marcan la detención de éste crecimiento (Fig. 1). Una analogía de este evento puede observarse también en los árboles en los cuales si hacemos un corte transversal en el tronco podemos contar la cantidad de eventos de crecimiento del mismo (Cuadro 1).

La técnica de esqueletocronología (Kleinberg y Smirina, 1969) es una técnica histológica a través de la cual en cortes transversales muy delgados de huesos largos podemos diferenciar periodos de crecimiento activo de aquellos donde el proceso de crecimiento es muy lento. A través del recuento de los anillos de crecimiento se estima la edad

DENDROCRONOLOGÍA, DETERMINACIÓN DE EDAD EN ÁRBOLES

De la misma manera que el tejido óseo de los animales muestra un crecimiento anual cíclico en función de las condiciones climáticas externas, el tejido leñoso (es decir el que forma el tronco) de las especies vegetales arbóreas también presenta éste comportamiento y la técnica desarrollada para el estudio de este crecimiento se denomina "dendrocronología" (del latín *dendro*, árbol; *crono*, tiempo; *logia*, estudio).

La estimación de edad de las especies leñosas sigue el mismo principio que la técnica de esqueletocronología basándose en el patrón de crecimiento de los anillos del tejido leñoso y en el recuento directo de éstos anillos. Se utilizan rodajas completas del leño o se puede extraer mediante un taladro lo que se denomina un testigo o tarugo. Los estudios de dendrocronología permiten además analizar patrones espaciales y temporales de procesos biológicos ya que el ancho de los anillos brinda información acerca de la respuesta en crecimiento de los árboles a una o más variables ambientales (gran cantidad de precipitaciones, variación en las temperaturas, etc.). En la actualidad esta técnica es utilizada para inferir características de los ambientes en tiempos geológicos pasados.



En las fotografías se comparan dos leños de dos especies diferentes con un diámetro similar para hacer comparativo el tamaño. Como se puede observar en la figura las especies muestran una marcada diferencia en el número y en el espesor de los anillos de crecimiento. Esto puede implicar: tasas de crecimiento muy lentas versus tasas de crecimiento altas; variación en las condiciones donde se desarrollan estas especies o; ambas situaciones a la vez.

de los individuos ya que se asume que cada anillo y su respectiva línea de detención de crecimiento representan un año en la vida del individuo (Fig. 1). Esta técnica ha sido utilizada para estimar los periodos de crecimiento en anuros y otros vertebrados desde hace aproximadamente 50 años.

En los anuros, para la aplicación de esta técnica se utilizan las falanges terminales de los dedos de las extremidades anteriores o posteriores. Estas muestras se obtienen a partir de material preservado en las colecciones científicas o por amputación de las mismas en individuos vivos, tomando las precauciones necesarias para que la amputación no afecte severamente al individuo en estudio. Este procedimiento ha sido indicado como una técnica efectiva y accesible en anuros y además permite en poblaciones que son censadas regularmente o en años sucesivos la identificación de individuos que ya habían sido capturados previamente (el método de amputación de falanges sigue un código numérico que permite una combinación única para cada individuo y por ende registrar a ese individuo

como una recaptura; Hero, 1989). La recaptura de individuos permite obtener datos sobre su supervivencia y sobre su tasa de crecimiento.

A continuación, y a modo de ejemplo, vamos a analizar ciertos aspectos de la biología de algunas especies de anuros que habitan el chaco salteño, a partir de la estimación de su edad en estudios previos (Fabrezi y Quinzio, 2008) y de la información biológica que este dato nos brinda.

La rana acuática *Pseudis paradoxa* y los escuerzos *Chacophrys pierottii*, *Ceratophrys cranwelli*, *Lepidobatrachus laevis* y *Lepidobatrachus ilanensis* representan cinco especies de anuros que comparten los mismos charcos de cría y de alimentación en el chaco salteño (Fabrezi, 2011 Temas). De una muestra al azar de 2 individuos adultos por especie (para su elección se consideraron caracteres sexuales secundarios diferenciados) se obtuvieron los resultados graficados en la figura 2. A partir de estos vemos que hay clases etarias representadas para algunas especies y para otras no.

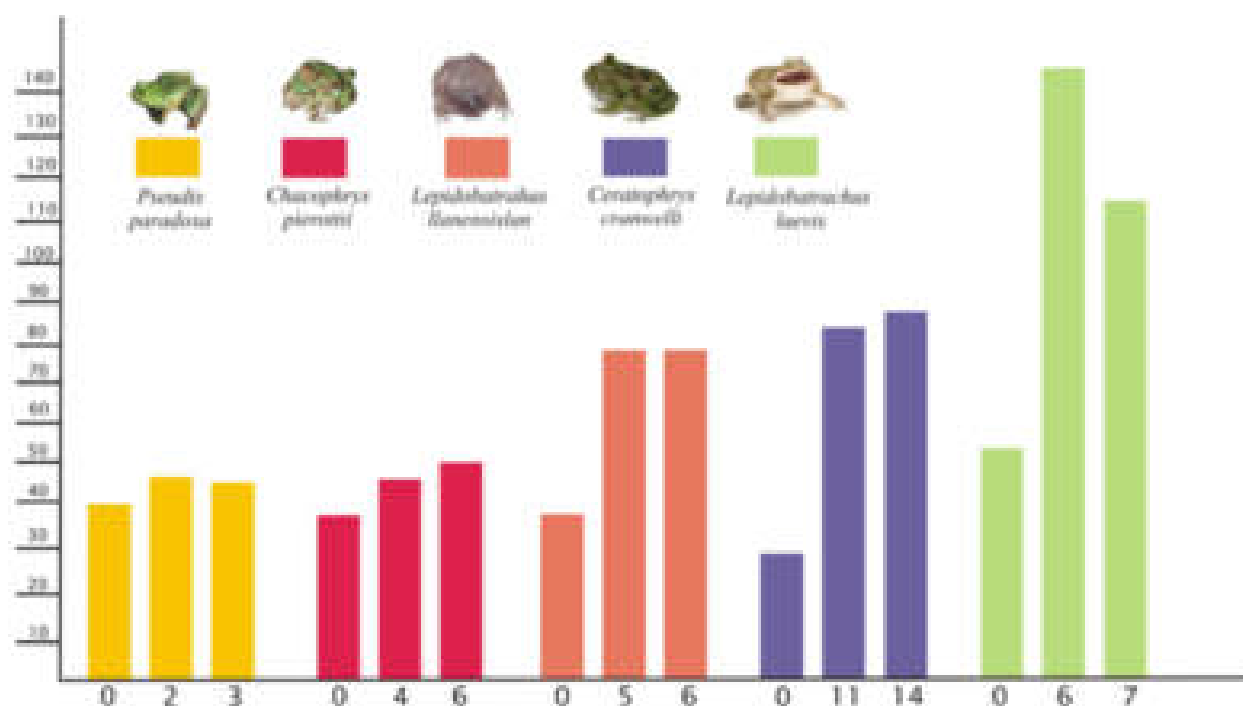


Figura 2: Estimación de edad (en número de anillos de crecimiento) y tamaño asociado (en milímetros) en diferentes especies de anuros que habitan charcos del chaco salteño. En el gráfico se observa cómo a partir de una muestra al azar de individuos existen diferencias en las clases etarias representadas y variación intraespecífica e interespecífica de los tamaños adultos.

EL SAPO MÁS VIEJO DEL MUNDO

Entre los numerosos estudios de esqueletocronología realizados en anuros de todo el mundo, se ha descrito que el sapo común europeo (*Bufo bufo*) es el más longevo con 36 y hasta 40 anillos de crecimiento (Hemelaar, 1988). Esta especie presenta amplia distribución en Europa, principalmente en bosques de coníferas y como todas las especies de climas templados son activos y se reproducen en los meses de primavera y verano e hibernan durante los meses fríos. A diferencia de los anuros de ambientes con una marcada estación seca en donde los sitios de cría no están disponibles durante todo el año, esta especie pone sus huevos en lagos, estanques, grandes charcos y arroyos permanentes con agua relativamente clara, sin embargo son las temperaturas extremas del invierno las que impiden su actividad (<http://amphibiaweb.org/>).



U.S. Geological Survey. [2013]

Si bien en las especies analizadas no se han descrito especímenes con más de 14 anillos de crecimiento seguramente el estudio de un mayor número de individuos con un mayor rango de tamaños corporales o el análisis de especies que habitan otros ambientes y con diferentes rasgos de su biología revelará la existencia de especímenes más viejos y/o de especies más longevas. Aún así, comparando los datos aquí obtenidos con otros de la literatura, *Ceratophrys cranwelli* con catorce anillos de crecimiento puede considerarse una especie longeva.



Sección transversal de la falange del dedo 4 de *Ceratophrys cranwelli* con 11 anillos de crecimiento



Ceratophrys cranwelli nuestra especie más longeva

Estos datos en una primera aproximación nos permiten interpretar la siguiente información biológica: 1) las especies presentan diferente longevidad, es decir que hay especies que viven menos años como *Pseudis paradoxa*, en donde solo encontramos clases etarias de 2 y 3 años (o ciclos), mientras otras son mucho más longevas con 11 o 14 anillos de crecimiento como es el caso de *Ceratophrys cranwelli*; 2) Las diferentes especies presentan diferentes tamaños en estadios adultos (la más pequeña representada por *Chacophrys peiroitii* y la más grande por *Lepidobatrachus laevis*). Esta variación interespecífica de los tamaños adultos está sin duda dada por la variación no solo en la longevidad (si viven más, crecen durante más tiempo) si no también por tasas de crecimiento diferentes ya que los especímenes más viejos en edad no son los más grandes en tamaño; 3) Las tasas de crecimiento varían en una especie a lo largo de su ciclo de vida, es decir que las tasas de crecimiento muestran variación ontogenética (Fabrezi 2010, Tópicos). Por ejemplo la rana *Pseudis paradoxa* tiene un desarrollo larval que dura aproximadamente 6 meses, durante éste largo periodo el renacuajo crece y alcanza gran tamaño al finalizar la metamorfosis, que sin embargo es menor que el que alcanzaría si creciera a la misma velocidad que el renacuajo de las otras especies. Un aspecto interesante para destacar es en el caso de *Pseudis paradoxa* donde la comparación entre el tamaño corporal del espécimen metamórfico y los adultos de 2 y 3 años muestra que no hay una diferencia significativa de tamaño aun cuando han transcurrido al menos 2 periodos de crecimiento. Esto indica tasas de crecimiento postmeta-

mórfico muy bajas; y 4) El tamaño no siempre es indicador de la edad. En algunas especies de anuros se ha generalizado que especímenes de mayor tamaño son más grandes en edad (por ejemplo, Keltsch et al., 2001), sin embargo el tamaño no siempre es un parámetro que pueda utilizarse para indicar edad (mayor tamaño, mayor edad). Como se observa en el gráfico hay especies en las cuales especímenes de menor tamaño presentan una mayor cantidad de anillos de crecimiento como ocurre en *Pseudis paradoxa* y en *Lepidobatrachus laevis*.

Si bien esta muestra de individuos es muy pequeña y estudios más completos con una mayor cantidad de especímenes y de tamaños son necesarios para corroborar las interpretaciones anteriores, vemos que determinar la edad de un individuo no solo nos permite inferir su longevidad. En una muestra amplia, los datos esqueletocronológicos nos permiten reconocer a que edad aparecen los caracteres sexuales secundarios, cuando los individuos dejan de ser reproductores, si hay diferencias en la alimentación en relación con la edad, etc. Toda esta información es de suma importancia al momento de analizar y comparar la biología de las especies con el objeto de interpretar la evolución de sus ciclos de vida.

La capacidad de los anuros para regular estacionalmente su ritmo metabólico permite la constancia de los procesos fisiológicos (homeocinesis) en relación a los cambios en la temperatura corporal. Aún cuando estos cambios son regulados en parte por componentes ambientales ocurren siempre dentro de límites establecidos genéticamente.

Literatura citada y lecturas recomendadas

Fabrezi, M. 2010. *Ontogenia y Filogenia. Tópicos sobre la Evolución*. EUNSA, Universidad Nacional de Salta.

Fabrezi, M. 2011. *Ciclos de vida en ranas del gran chaco*. *Temas de Biología y Geología del NOA*. Vol. 1, N° 2.

Fabrezi M, Quinzio S. 2008. Morphological evolution in Ceratophryinae frogs (Anura, Neobatrachia): the effects of heterochronic changes during larval development and metamorphosis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154: 752–780.

Fañjul, ML, Hiriart, M. 2008. *Biología Funcional de los Animales I*. Fanjul y Hiriart (editoras). 2da Edición. México: Siglo XX.

Hero, J. M. 1989. A simple code for toe clipping anurans. *Herpetological Review* 20: 66–67. <http://amphibiaweb.org/species/127>

Keltsch, M., A.L. Martino y U. Sinsch, 20001. Estructura de edad y patrones de crecimiento en especies diploides y tetraploides del genero *Odontophrynus* (Anura: Leptodactylidae). Libro de resúmenes del IV Congreso Argentino de Herpetología.

Kleinenberg S.E. and E.M. Smirina. 1969. A contribution to the method of age determination in Amphibians. *Zoologicheskoy Zhurnal* 48: 1090–1094.S

Artículos

¿VIVIENDO AL LÍMITE?

ORGANISMOS EXTREMÓFILOS EN AGUAS ÁCIDAS DE LA MINA PAN DE AZÚCAR, JUJUY

Jessica Murray* y Javier Goldberg*

* IBIGEO-CONICET, Museo Ciencias Naturales-UNSa

El espacio, la frontera final. Estos son los viajes de la nave espacial *Enterprise*. Su continua misión: **explorar extraños nuevos mundos, buscar nuevas formas de vida** y nuevas civilizaciones, viajando temerariamente a donde nadie ha llegado antes. Esta famosa frase, era pronunciada por el capitán Kirk al inicio de cada episodio de la serie de ciencia ficción 'Viaje a las Estrellas' (*Star Trek*) que narraba las aventuras de la tripulación de dicha nave en el siglo XXIII. Buscar vida en otros planetas (actualmente estudiada por la exobiología) usualmente presupone que ésta debe seguir ciertos parámetros que nosotros consideramos "normales" para la existencia de vida en la Tierra. Sin embargo, existen lugares en nuestro planeta muy diferentes de los considerados "normales" los cuales están habitados por organismos que pueden vivir en ambientes que anteriormente se suponían incapaces de sostener vida, dichos organismos son llamados extremófilos.

Un extremófilo (etimológicamente proviene de "extremus", literalmente extremo, y "philia", amor, amistad o afiliación) es un microorganismo que es capaz de vivir, desarrollarse y prosperar en condiciones extremas, entendiéndose por tales aquellas que son muy diferentes a las que viven la mayoría de las formas de vida en la Tierra (Rothschild, 2002). Estas condiciones pueden ser extremos físicos (por ejemplo, muy altas o bajas temperaturas, enormes presiones o alta radiactividad) y geoquímicos (por ejemplo, pH, salinidad, oxígeno).

Ahora bien, ¿quién o qué define a partir de qué umbral en uno de estos factores el ambiente es extremo y por lo tanto el organismo que lo habita es extremófilo? A primera vista se podría pensar que lo que determina a un extremófilo está basado en una definición un tanto antropocéntrica, sin embargo, todos estos parámetros ambientales están en un continuo en la naturaleza y los extremos, que hacen difícil la presencia de vida, representan los "ambientes extremos". En este contexto, Oarga (2009) y Johnson (2010) definen como ambientes normales a aquellos con temperaturas entre 4 y 40 °C, con valores de pH entre 5 y 8.5, la salinidad entre el agua dulce (<0.05%) y el agua de mar (3-5%) y una presión de 1 Bar, que es la presión media atmosférica sobre la superficie de la tierra a la altura del nivel del mar. Por lo tanto, aquellos hábitats en nuestro planeta, en donde uno o más parámetros difieren dramáticamente del escenario ideal, son llamados ambientes extremos y sus habitantes extremófilos.

La nave espacial *Enterprise* observa desde el espacio al tercer planeta del sistema solar, el Oficial científico Spock, mira asombrado las diferentes formas de vidas que habitan nuestro planeta y tras un relevamiento sobre las características de la vida se pregunta -¿cómo pudieron crecer allá?-. Existen alrededor de 1,75 millones de organismos en la Tierra y, probablemente, muchos millones más que aún se desconocen. Aparentemente, la mayoría de ellos vine en condiciones que los humanos llaman "normales" aseveró Spock. ¡Esto es asombroso! ¿Así que existen aún, formas de vida más extrañas? ¿Y cuáles son? ¿Dónde se encuentran? ¿Acaso los humanos viven allí? Allí mismo decidió teletransportarse a la Tierra, y explorar dichos ambientes, se trataba de una experiencia demasiado interesante como para dejarla pasar; además confiaba en que su naturaleza mitad humana, iba a permitirle percibir lo que los humanos llamaban "anormal".

* El pH es un parámetro utilizado para expresar la acidez del agua, ya que tiene en cuenta la concentración de protones libres en la misma. La escala de pH va de 1 a 14, agua con pH = 7 es neutra, por debajo de 7 es ácida y por arriba es básica. Su fórmula química es: $\text{pH} = -\text{Log}(\text{H}^+)$ y la forma más común de obtener este valor es a través de mediciones en el agua con un instrumento de medición denominado pHímetro (Kirschbaum y Murray, 2011).

Retomando la definición de ambientes normales para el desarrollo de la vida en nuestro planeta, cabe preguntarnos ahora ¿cuáles son entonces aquellos ambientes cuyas características se alejan de los parámetros normales o ideales y los convierten en extremos? ¿Cuáles son los sitios extremos en nuestro planeta que el Oficial Spock debería recorrer para responder a la curiosidad de los tripulantes del Enterprise?

-Me encuentro bien mi Capitán, he solicitado ser re-transportado a un sitio "normal", tenemos una temperatura ambiente de 25°C, estamos a unos pocos metros sobre el nivel del mar y me encuentro cerca de la costa, los ríos que llegan tienen agua que los humanos y muchos animales pueden beber. Hay muchos peces, animales, la vegetación es abundante. Ahora a visitar sitios extremos!!!

Así, Spock se teletransportó a centros geotermales (Salado Paz, 2012; Monasterio de Gonzo et al., 2011) donde el agua termal proveniente de las fisuras de la tierra alcanza temperaturas muy elevadas que llegan hasta los 400°C, visito sitios como el parque nacional Yellowstone en Estados Unidos y varias en Argentina, como las termas de Incachule en la Puna Salteña y otras ubicadas a menores altitudes como las de Caviahue próximas al Volcán Copahue en Neuquén. Recorrió sitios tan helados como glaciares de alta montaña, la mismísima Antártida y el polo Norte. También realizó excursiones en el océano profundo hasta llegar a las fumarolas submarinas donde no llega la luz del sol y no sólo la presión por la masa del agua del océano era extremadamente alta sino también la temperatura y concentración de sales y metales del agua que circula por las dorsales centro-océnicas. Realizó paseos por el continente asiático donde visitó el Mar Muerto, 11 veces más salado que el agua del mar. Continuó su recorrido por ambientes donde el agua posee valores de pH muy bajos producto de la interacción de minerales metalíferos con el agua como el Río Tinto en España y una pequeña laguna ácida en la Puna Jujefa que se encuentra en la Mina Pan de Azúcar.

El científico Spock pudo, durante su recorrido por los distintos ambientes extremos de la tierra, identificar a los distintos organismos capaces de tolerar las condiciones adversas de temperatura, presión, acidez y salinidad entre otras... así pudo recabar suficiente información.

La mayoría de los extremófilos conocidos son unicelulares, siendo en gran parte miembros de los dominios Arquea y Bacteria. Sin embargo, organismos de los tres dominios de la vida (Archaea, Eubacteria y Eucariota²) se encuentran en condiciones extremas. Varios ejemplos de peces de ambientes extremos continentales en Argentina han sido reportados por Monasterio de Gonzo et al. (2011). Resulta importante e interesante destacar que las enzimas³ de los extremófilos, denominadas extremo-enzimas, funcionan como catalizadores de reacciones químicas en condiciones que las enzimas comunes del resto de los seres vivos no lo harían. Esto trae aparejado también un gran potencial en cuanto a la aplicación tecnológica-productiva que se ha descubierto para los microorganismos como el descubrimiento de nuevos antibióticos, procesos químicos industriales y tareas de biorremediación y biominería (en el primero algunas especies de bacterias son utilizadas para inmovilizar metales pesados generando el proceso inverso al de la formación de drenaje ácido de minas y liberación de metales en el medio; mientras que en el segundo las bacterias aceleran el proceso de lixiviación y liberación de metales de las rocas) (Johnson & Halberg, 2005).

De los organismos **extremófilos** descritos hasta el momento se hará referencia a los acidófilos ya que son de principal interés en esta nota (Fig. 1). Se trata de microorganismos que



Figura 1: Representación caricaturesca (y antropomórfica) de un organismo unicelular acidófilo. La extremofilia de un organismo indica que éste puede vivir y desarrollarse bajo condiciones donde la mayoría de los seres vivos no pueden hacerlo.

² Tres grandes dominios en los que se divide la diversidad de la vida en la tierra. Este sistema, basado en las características de las células, propone que una célula antepasada común (progenote) dio lugar a tres tipos diferentes de célula y cada una representaría un dominio. Archaea incluye a los usualmente denominados microbios, Bacteria a las bacterias y Eucariota el resto de los organismos vivos: plantas, hongos y animales.

³ Las enzimas son proteínas que controlan, facilitan y agilizan todas las reacciones químicas que ocurren en las células.

toleran valores de pH bajos y que a su vez requieren ambientes extremadamente ácidos para desarrollar su metabolismo. Según Johnson (2010), aquellos microorganismos cuyo óptimo desarrollo se produce a pH entre 3-5 se denominan moderados-acidófilos, mientras que los que pueden tolerar pH inferior a 3 son llamados extremo-acidófilos. Los sitios donde se encuentran son extremadamente ácidos, como los campos sulfatados de las áreas geotermales (aguas termales ácidas con altos contenidos de sulfatos, suelos y barros termales ácidos) y sitios impactados por la actividad minera de extracción de metales y de carbón. En estos últimos, la fuente de acidez proviene de la oxidación de los minerales que contienen metales y azufre, denominados sulfuros (FeS_2 sulfuro de hierro o pirita, ZnS sulfuro de zinc o estalerita, PbS sulfuro de plomo o galena, FeCuS_2 sulfuro de hierro y cobre o calcopirita), de ellos el principal responsable de la generación de acidez es la pirita, ya que al oxidarse, libera protones y disminuye el pH en el agua.

Los minerales metálicos y la pirita se encuentran estables bajo la superficie de la tierra, pero al ser extraídos en el proceso minero y pasar a estar en contacto con la atmósfera, el oxígeno y el agua oxidan y disuelven estos minerales; en el proceso se liberan protones que incrementan el grado de acidez del medio (Kirschbaum y Murray, 2011).

Además del proceso físico químico de la interacción con agua y el oxígeno con los minerales, ocurre que en estos medios se ve favorecida la presencia de microorganismos acidófilos como *Leptospirillum*, *Acidithiobacillus* y *Sulfobacillus* (Fig. 2). Se trata de bacterias que obtienen energía fundamentalmente a partir de la oxidación del hierro contenido de los minerales metálicos. Estos microorganismos descomponen los minerales y colaboran con la disminución del pH ya que durante su metabolismo oxidan el hierro contenido en los sulfuros el que luego reacciona con el agua para formar complejos minerales y libera protones disminuyendo el pH y favoreciendo el medio ácido y su medio de vida (Johnson, 2009).

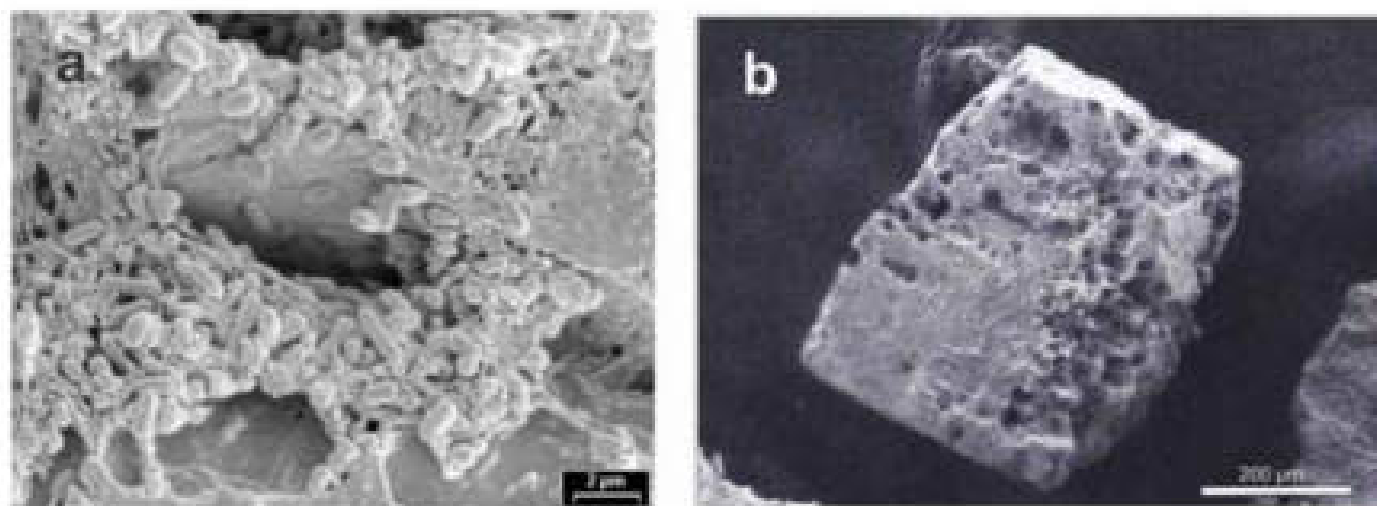


Figura 2: imágenes de microscopio electrónico. a)- Bacterias de *Acidithiobacillus Thiobacillans* sobre grano de pirita b)- Grano de pirita luego de ser atacado en laboratorio durante cinco meses por microorganismos. Gentileza del Dr. Edgardo Donati, Universidad Nacional de La Plata. (Tomado de Kirschbaum y Murray, 2011).

Un ejemplo de lo anteriormente descrito ocurre en el altiplano de la Provincia de Jujuy, Argentina, a una altura de aproximadamente 3600 msnm donde se encuentra la mina Pan de Azúcar. Aquí se extraían minerales para obtener metales como plomo, plata y zinc y dejó de explotarse hace ya más de 20 años. En la actualidad puede observarse la formación de aguas ácidas producto de la interacción de los desechos mineros ricos en pirita con el agua de lluvia y oxígeno atmosférico (Fig. 3a). En un sector de la mina el drenaje ácido se acumula dando lugar a la formación de una laguna cuyas dimensiones varían siendo de mayor tamaño en estación húmeda de verano y disminuyendo en estación seca de invierno producto de filtraciones y evaporación. El pH y la concentración de metales varían estacionalmente con un valor de 2 para estación seca y 3.7 para estación húmeda, los principales metales disueltos son hierro, zinc, cobre, arsénico y plomo, entre otros,

Durante el periodo 2011 se observó la presencia de macroinvertebrados tanto sobre como por debajo de la superficie del agua de la laguna (Fig. 3b-e). Estos insectos pertenecen a los Órdenes Hemiptera y Coleoptera, vulgarmente conocidos como chinches y escarabajos, respectivamente. Más precisamente se los ubica en las familias Corixidae, posiblemente del género *Sigara* (Hemiptera) y Dytiscidae (Coleoptera). A simple vista, el fondo de la laguna aparece desnudo de toda vegetación y no se observaron otros organismos desarrollándose en él. Sin embargo, un estudio más detallado del agua permitiría determinar la presencia de bacterias que no puedan ser observados a simple vista y que implicaría la posible presencia de otros organismos extremófilos en este sitio en particular. Este lugar, con valores de pH bajos representa tanto un sitio ideal para estudiar organismos extremófilos como para comprender el posible impacto del drenaje ácido en la calidad del agua y del ecosistema. Descubrir nuevas especies en ambientes tan extremos (extremos desde nuestro punto de vista) no sólo conlleva el hecho de la descripción *per se* sino de la posibilidad de descubrir nuevas especies y que puedan ser utilizadas como bioindicadores o para desarrollar estrategias de biorremediación o biominería en el caso de los microorganismos.

Varios estudios han demostrado una fuerte relación entre la acidez del agua y la presencia de macroinvertebrados. Insectos de los órdenes Coleoptera y Hemiptera fueron encontrados también en arroyos ácidos de mina en Pensilvania (EE.UU.) cuyos valores de pH varían entre 3 y 4,7. Los estudios llevados a cabo en estos sitios indican que estos insectos son los más resistentes al estrés producido por el drenaje ácido (Roback and Richardson, 1969). En nuestro país, se describió la presencia de Dípteros quironómidos en aguas con un pH=3 en la cuenca del Río Andalgalá y de algunas especies de coleópteros y hemipteros en el arroyo ácido (pH=4,5) de la mina de oro La Carolina en la Provincia de San Luis que se encuentra fuera de actividad desde hace ya varios años (Grosso et al., 2009; Tripole et al., 2009). A diferencia de las características mencionadas en estos trabajos, la presencia de Coleópteros y Hemipteros en la mina Pan de Azúcar se registra a valores de pH mucho más bajos.

Los macroinvertebrados, que comprenden una amplia variedad de grupos de insectos, tienen gran importancia dentro de la cadena trófica en los ríos y arroyos ya que en general conforman parte del alimento de los peces. Además son indicadores de las condiciones ambientales; su estudio ofrece un diagnóstico a largo plazo acerca del estado ambiental de los ríos y arroyos lo cual no puede ser obtenida únicamente a través de los análisis químicos de la calidad del agua que otorgan un diagnóstico inmediato (Dominguez y Fernández, 1998; Tripole et al., 2009).

La presencia de organismos en aguas ácidas, en este caso del drenaje ácido de la mina Pan de Azúcar, no indica que dicha agua sea apta para consumo o que no perjudique al ambiente. Por las características del medio, bajo pH y elevados niveles de metales disueltos, por encima de los límites para distintos tipos de usos del agua, dichos organismos sólo indican que existen formas vida que son capaces de soportar condiciones ambientales extremas y que han podido adaptarse o permanecer al menos por un periodo de varios meses en el agua ácida de la laguna. Surgen así innumerables preguntas en relación a la biología de estos insectos, preguntas que exceden esta nota pero que quedan aún por resolver y que hacen a la gran diversidad de formas que habitan nuestro planeta: 1) ¿son los únicos organismos que habitan esta laguna?; 2) ¿todo el ciclo de vida de estos insectos ocurre en este sitio? o ¿existe algún tipo de migración durante el desarrollo?; 3) ¿qué pasa si la laguna se seca?, ¿poseen alguna resistencia a la sequía además de ser acidófilos y metalo-resistentes? de ser así implicaría un caso muy interesante de organismos polixtremófilos; 4) la literatura indica que ambos insectos son carnívoros, entonces, ¿Existe canibalismo? ¿De qué se alimentan? ¿Cuál es el rol de estos insectos y su posición en la cadena trófica? 5) ¿Acumulan alguno de los metales disueltos en el agua de la laguna?

En síntesis, la presencia de estos organismos en condiciones de bajo pH y alta concentración de metales refleja la capacidad de estos organismos de habitar un sitio con condiciones tan extremas donde la riqueza de especies aparentemente es baja. Por otro lado, innumerables preguntas relacionadas a la biología de estos insectos quedan aún por responder y podrían ser motivo de futuras investigaciones.

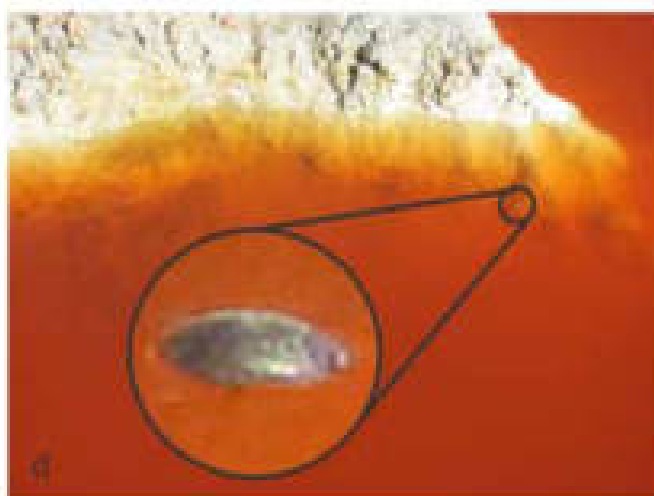


Figura 2: a) Cerraje ácido de minas, pH= 2.05, el color del agua rojo es característico, se debe a la presencia de hierro disuelto proveniente de los sulfuros de hierro oxidados. b) Insectos del Orden Hemiptera, Familia Corixidae, mejor conocidas como chinches o mulitas del agua. Una de las características de estos insectos es su habilidad tanto para caminar sobre la superficie del agua como para nadar. c) Detalle de un individuo. d) Insecto del Orden Coleoptera, Familia Dytiscidae, conocidos como escarabajos buceadores, en el agua ácida. e) detalle de un individuo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Axel Bachmann y a Verónica Manzo por su aporte en el reconocimiento de los insectos y a los revisores por los aportes realizados para la mejora de la nota.

Literatura citada y recomendada

Dominguez, E.; Fernández, H. R. 1998. Calidad de los ríos de la Cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. Serie Conservación de la Naturaleza 12. 40 pp.

Johnson, D.B.; Hallberg, K.B. 2005. Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the Total Environment* 338: 3–14

Johnson, B. 2010. Habitats and characteristics of extremophilic microorganisms. *Geosciences* 11: 72-81.

Johnson, D. B. 2009. Extremophiles: Acidic Environments. *Encyclopedia of Microbiology*. (Moselio Schaechter, Editor), pp. 107-126 Oxford: Elsevier.

Kirschbaum, A. M.; Murray, J. 2011. Minería y aguas acidas: contaminación y prevención. *Temas de Biología y Geología del NOA 1*: 40–51.

Monasterio de Gonzo, G.; Martínez, V.; Fernández, L. 2011. Peces de ambientes extremos del Noroeste argentino. *Temas de Biología y Geología del NOA 1*: 129–139.

Oarga, A. 2009. Life in extreme environments. *Revista de Biología e Ciências da Terra* 9: 1-10.

Roback, S. S.; Richardson, J. W. 1969. The Effect of Acid Mine Drainage on Aquatic Insects. *Proceedings of The Academy of Natural Science of Philadelphia* 121: 81-107.

Rothschild, L. 2002. Life in Extreme Environments. *Ad Astra* 14: 32-41.

Salado Paz, N. 2012. Ambientes termales: evidencias de actividad biológica en sistemas termales fósiles (vetas epitermales) y actuales en la laguna Incachule, Puna Salteña. *Temas de Biología y Geología del NOA 2*: 54-63.

Tripole, S.; Vallania, E. A.; Corigliano, M. C. 2008. Benthic macroinvertebrate tolerance to water acidity in the Grande river sub-basin (San Luis, Argentina) *Limnetica* 27: 29-38.

Sitios web recomendados:

<http://www.ciencia.nasa.gov/>

<http://www.hablandociencia.com/articulos/2013/02/05/extremofilos-las-verdaderas-cucarachas/>

Astrobiología:

<http://cab.inta-csic.es/es/inicio>

<http://www.iac.es/gabinete/difus/ciencia/annia/astrobio.htm>

Artículos

¿Qué es el campo de Higgs?

Héctor Vucetich*

* Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de la Plata

1. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, los hombres se han preocupado por comprender cómo está estructurada la materia que nos forma: ¿de qué estamos hechos los seres humanos, las rocas y las casas que nos rodean, las plantas, los animales y el mar?

Los filósofos presocráticos (los más parecidos al pensamiento moderno) trataron de dar respuestas racionales al problema. Tales supuso que era agua, que se transformaba por algún mecanismo en otras sustancias, Anaximenes, el aire y Anaximandro, el ápeiron: una sustancia ilimitada, que era el origen de todas las formas de materia.

Pero fueron los atomistas, Leucipo y Demócrito, quienes propusieron que la materia estaba formada por corpúsculos pequeños, los átomos, todos formados por la misma sustancia pero que diferían en forma, tamaño y posición. Esta hipótesis, difundida por la filosofía de Epicuro y su discípulo Lucrecio, es muy similar a la moderna teoría atómica.



Figura 1: Leucipo y Demócrito: los creadores del atomismo. Fuente: Wikipedia

Esta última, inspirada en el atomismo griego pero guiada por el conocimiento de la química, fue propuesta por Dalton y desarrollada durante el siglo XIX. Como durante el siglo XVIII se habían encontrado numerosos elementos químicos, Dalton imaginó átomos para cada uno de ellos. Éstos, además de forma, tamaño (no especificados) y posición, poseían propiedades químicas y reglas fijas de composición que explicaban las leyes conocidas de la Química. Los desarrollos posteriores mostraron que también se podían explicar las leyes de los gases y la estructura de los sólidos.

Pero hacia fines del siglo XIX se descubrió que los átomos no eran "indivisibles" (ése es el significado de la palabra) sino que estaban a su vez constituidos por otras formas de materia llamadas las partículas elementales. Durante el transcurso del siglo XX se investigó la naturaleza de las mismas y se establecieron las leyes naturales que las rigen. En ese punto comienza nuestro relato.

2. LAS PARTÍCULAS ELEMENTALES

2.1 Campos y partículas

Ante todo, aclaremos que existen dos concepciones distintas acerca de las "partículas elementales". En la primera, se considera que ellas son las formas fundamentales de la materia. En la segunda, se considera que existen otros objetos fundamentales: los campos de materia cuyas excitaciones elementales son las partículas elementales. En la primera concepción, los campos se consideran cantidades auxiliares, útiles para el cálculo, pero sin contraparte en la naturaleza. Aclaremos que la diferencia entre ambas es sólo filosófica: las ecuaciones y predicciones físicas de ambas concepciones son idénticas.



Figura 2: Campo y partícula. Fuente: Wikipedia/Water

Una comparación puede aclarar las cosas: imaginemos un estanque (o una palangana con agua). Podemos describir el estado del agua como una distribución continua del material: no hay saltos ni discontinuidades en la misma. Estamos describiendo en agua como un campo.

Pero si se arroja un pequeño objeto en el agua se desprenden gotas: éstas son semejantes a las partículas elementales, pues son excitaciones (porciones en movimiento) del campo.

En la primera concepción (las partículas son los objetos básicos) el estanque se considera un conglomerado de gotas y son éstas las que le dan forma. Como es costumbre en física, hablaremos de "partículas" aunque haya que pensar en "campos".

Three generations of matter (fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	176.2 GeV/c ²	1 GeV/c ²
charge	2/3	2/3	2/3	0
spin	1/2	1/2	1/2	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Quarks	v_e electron neutrino	v_μ muon neutrino	v_τ tau neutrino	Z⁰ Z boson
Leptons	e electron	μ muon	τ tau	W[±] W boson
				Gauge bosons

Figura 3: Los constituyentes fundamentales de la materia. Fuente: Wikipedia/Quark

2.2. Los "campos de materia"

Comenzaremos estudiando a las "partículas" que forman los átomos, los electrones y sus parientes. La tabla muestra las características más importantes de las mismas.

Lo característico de estas partículas es que se agrupan en tres "familias", formadas por dos leptones (de color verde en la figura 3) y dos quarks (de color violeta). Examinemos la primera familia, cuyos integrantes forman los átomos. Los quarks *u* y *d* forman los nucleones (protones y neutrones), que a su vez forman el núcleo del átomo. Los quarks están confinados dentro de los nucleones y no pueden escaparse. Los electrones forman la atmósfera del átomo: dan vueltas alrededor del núcleo como los planetas alrededor del Sol. La parte más externa de esa atmósfera, los electrones de valencia, es lo que produce las uniones químicas. Dos átomos cercanos pueden intercambiar electrones y en el proceso quedan unidos.

Finalmente, los neutrinos son las partículas más raras de la familia: sólo interactúan débilmente con el resto de la materia, tanto que podrían atravesar una pared de plomo de un año-

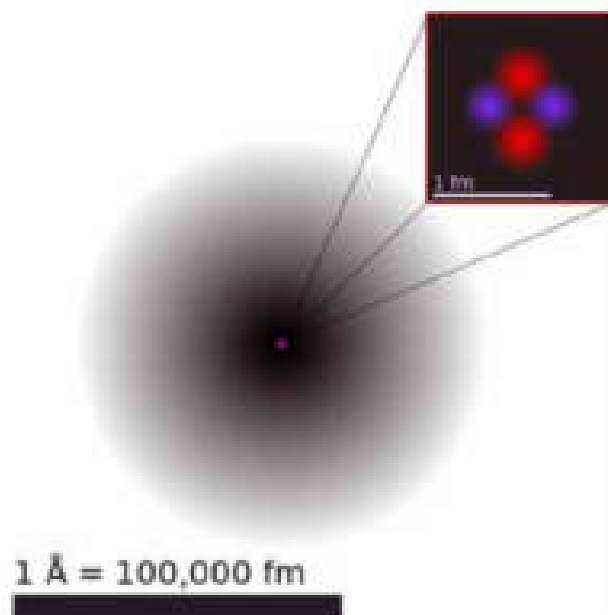


Figura 4: Esquema de un átomo de Helio, mostrando la estructura. Fuente: Wikipedia/Atom

luz de espesor sin ser detenidos. De hecho, los neutrinos se emiten copiosamente en el interior del Sol por las reacciones nucleares que producen la energía solar, y algo así como diez billones de neutrinos por segundo atraviesan cada centímetro cuadrado de nuestras personas sin causar daños. Para detectarlos es necesario realizar costosos experimentos en laboratorios subterráneos para evitar que sus escasas reacciones con la materia sean enmascaradas con las que producen otras partículas menos abundantes pero más activas.

2.3 Bosones y fermiones

Hagamos una pausa para explicar dos nociones muy importantes: la de *bosones* y *fermiones*.

Los fermiones son partículas elementales individualistas: les gusta estar solos y tienen una tendencia a mantenerse apartados los unos de los otros. Con más precisión: dos fermiones no pueden tener el mismo estado, un enunciado que se conoce como el *principio de exclusión de Pauli*. Es esta propiedad la que en buena parte es responsable de la *impenetrabilidad de la materia*: los electrones son fermiones, así como todas las partículas de las columnas I, II y III de la figura 3 y cuando dos cuerpos se ponen en contacto tratan de rechazarse entre sí.

Los bosones, en cambio, son partículas elementales gregarias: les gusta agruparse y proceder en grupo. Todas las partículas elementales de la cuarta columna de la figura 3 son

bosones. La tendencia a agruparse de los bosones se manifiesta como tendencia a ponerse en el mismo estado, una propiedad que se aprovecha en el láser: en este último aparato hay átomos excitados listos para emitir fotones que no se deciden a hacerlo. Pero cuando se pone dentro del aparato un fotón "semilla", los átomos emiten cada uno un fotón de las mismas características que la semilla, resultando así una radiación intensa y coherente característica.

2.4 Las interacciones

Los fermiones constituyen los ladrillos con que se forman los átomos, pero deben unirse con una argamasa: las interacciones fundamentales entre las partículas, que las mantienen unidas y le dan estabilidad a la materia.

Se conocen cuatro *interacciones fundamentales*, indicadas en la tabla 1. Están ordenadas por intensidad decreciente. las correspondientes partículas elementales, los *bosones intermedarios*, son bosones (¡obviamente!).

Las interacciones fuertes mantienen a los quarks confinados dentro de los nucleones. También generan las fuerzas que mantienen a los nucleones pegoteados dentro del núcleo. De esta manera se consigue una estabilidad relativa de la estructura nuclear.

Las interacciones electromagnéticas, las segundas en intensidad, son responsables de la estructura de la materia

"normal": moléculas, rocas, bacterias, líquidos, gases... Las fuerzas fundamentales son los campos eléctricos y magnéticos, domados y dirigidos por la plasticidad de la "atmósfera electrónica" de los átomos. Las uniones químicas, las corrientes eléctricas, la piedra imán, la estructura de las proteínas... todas las propiedades de la materia están afectadas, cuando no producidas, por los campos electromagnéticos.

Finalmente, las interacciones débiles son responsables de la desintegración radiactiva de muchos núcleos atómicos.

Como ya dijimos, la luz solar se origina en reacciones nucleares que ocurren cerca del centro del Sol. La principal de esas reacciones, la reacción $p-p$, se produce por la acción de las interacciones débiles durante los choques entre protones. Muy de vez en cuando, durante uno de esos choques, un protón se transforma en neutrón (una reacción débil) y en ese proceso se libera energía en la forma de un fotón y un neutrino. Este último se escapa mientras que el fotón, después de vagabundear durante diez mil años en el interior del Sol, llega a la superficie transformado en luz visible que mantiene tibio a nuestro planeta.

¿Qué diremos de las interacciones gravitatorias? Estas últimas se mantienen orgullosamente aparte de las demás. Aunque muy débiles, son acumulativas y sus efectos son intensos en presencia de masas muy grandes, tales como la Tierra, la Luna o el Sol. Esta "aristocracia" entre las interacciones tiene hasta su propia teoría: la Relatividad General de Einstein, por ahora completamente separada de el Modelo Estándar que estamos esbozando.

2.5 El campo de Higgs

Finalmente, el director general de toda esta estructura es un extraño individuo que coordina tanto las masas de las partículas elementales como la intensidad de sus interacciones. Se trata del campo de Higgs, cuya detección en el año pasado motivó la redacción de esta nota.

El campo de Higgs es un objeto muy extraño. Su origen es oscuro y sus procedimientos para regular a las partículas parecen arbitrarios. Mientras que los campos "normales", como el campo electromagnético, cuando están en reposo desaparecen, el campo de Higgs no desaparece sino que toma un valor finito (el valor medio de vacío) que mantiene a las demás partículas elementales en tensión.

Esa tensión puede explicarse con otra comparación. Si usted está corriendo en un parque con un estanque, le conviene correr alrededor del estanque. Si se mete en este último, fácilmente notará que no puede correr: sólo caminar con bastante lentitud. Mientras corre por el sendero que rodea al estanque, usted necesita apartar el aire para avanzar y eso se hace fácilmente, pero si se mueve en el agua tiene que apartarla y eso es mucho más difícil. Un hombre de 80 kg sumergido hasta el cuello debe apartar unos 80 kg de agua para dar un paso, mientras que en el aire sólo debe apartar unos 80 mg. La presencia del agua hace que la resistencia al movimiento aumente un millón de veces.

La presencia del campo de Higgs actúa como el agua: aumenta la resistencia a cambiar el estado de reposo o movimiento y la cantidad que mide esa resistencia es la masa del cuerpo. En las partículas elementales, es el campo de Higgs quien produce la masa.

Tipo	Intermediario	Símbolo
Fuerte	Gluón	g
Electromagnética	Fotón	γ
Débil	Mesones intermedarios	W, Z
Gravitatoria	Gravitón	—

Tabla 1: Las interacciones fundamentales

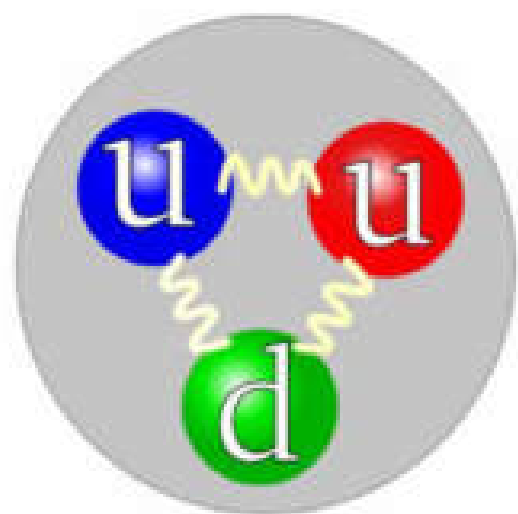


Figura 5: Estructura de quarks del protón. Fuente: Wikipedia/Quark

2.6 El origen de la masa

Aclaremos que aunque el campo de Higgs produce las masas de las partículas elementales no produce toda la masa de los cuerpos compuestos. En efecto, la famosa ecuación de Einstein

$$E=mc^2 \quad (1)$$

afirma que toda forma de energía almacenada en un cuerpo contribuye a su masa. Por eso, además de la masa de las partículas elementales hay otras contribuciones muy importantes a la masa de un cuerpo. El caso extremo son los protones y neutrones, cuya masa se debe casi toda al esfuerzo que hacen los gluones para que los quarks no se escapen.

Por ejemplo, dentro de un protón hay dos quarks *u* y un quark *d*, que están atados entre sí por varios gluones. Los quarks tratan desesperadamente de escapar y como resultado se mueven un trecho muy pequeño hasta que los gluones "tensan sus músculos" y los detienen. Este juego de correr y frenar, tensar y relajar, involucra una enorme energía que produce una masa gigantesca. La masa de un quark *u* es unas 5 veces mayor que la del electrón, la de un quark *d* unas diez veces mayor, ¡pero la masa del protón es dos mil veces mayor! Todo ese exceso de masa proviene de la energía empleada en la lucha entre quarks y gluones.

3 EL DESCUBRIMIENTO DEL BOSÓN DE HIGGS

¿Como es posible "descubrir" un objeto cuya existencia haya sido predicha por una teoría bien confirmada por el experimento? Lo que ocurre es que aunque una teoría haya sido "confirmada" por el experimento no necesariamente es "verdadera".

Una teoría se confirma si predice que determinado hecho va a ocurrir bajo ciertas circunstancias y ese hecho ocurre en esas circunstancias. La teoría se refuta si el hecho no ocurre. Finalmente, mencionemos que una teoría es viable si ha sido confirmada y es consistente con el resto de la ciencia confirmada.

Ahora bien, hay razones teóricas para rechazar la existencia de un campo "tipo Higgs", ya que su presencia introduce serias dificultades en la matemática de la teoría. Y, como es de esperar, hace muchos años que se investigan variantes del Modelo Estándar que no tengan tales dificultades. Como la presencia del campo de Higgs es notoriamente difícil de confirmar, se planearon durante años experimentos destinados a confirmar la presencia de "gotas" del campo de Higgs. Esas gotas se llaman el bosón de Higgs¹.

3.1 El bosón de Higgs

Ya dijimos que el campo de Higgs genera las masas de todas las partículas elementales...incluyendo la del bosón de Higgs. Pero no es posible calcular el valor de la misma ni aún a partir de los datos observacionales obtenidos de otras partículas elementales porque el campo de Higgs actúa como un jefe orgulloso y distante, que produce las masas de sus subordinados (les indica qué trabajo hacer) pero no se digna a convivir con ellos y les oculta totalmente sus intimidades.

3.2 EL LHC



Figura 6: El túnel del LHC. Fuente: <http://home.web.com.ch>

Para obtener noticias de estas intimidades (que no van a aparecer en un programa de "chimentos" por TV) es necesario observar un bosón de Higgs, que como es una gotita del campo, no sólo las conoce sino que las publica.

¹ O también mesón de Higgs.

Pero producir un mesón de Higgs es difícil y mucho más aún, detectarlo. Para producirlo es necesario hacer chocar dos protones de frente, de manera que exploten por la colisión y produzcan una "bola de fuego" gigantesca. La bola de fuego se enfría emitiendo toda clase de partículas elementales y entre ellas puede haber algunos bosones de Higgs⁷.

Para producir muchos choques poderosos, con inmensas bolas de fuego, lo mejor es hacer lo que no se debe hacer en una carrera de autos: usar dos pistas casi circulares, que se crucen en varios puntos, y no poner semáforos en los cruces. Y además, que los autos que corren por una pista lo hagan en un sentido opuesto a los que corren por la otra, de manera de cuando choquen lo hagan de frente. Esa es la idea detrás del acelerador de partículas más grande de la Tierra: el *Large Hadron Collider* conocido por su sigla *LHC*.

En este acelerador, las dos pistas corren en un túnel de 27 km de largo y a 175 m de profundidad, rodeadas de poderosísimos campos electromagnéticos que dirigen y aceleran a los protones. En cada uno de los cruces hay espectadores esperando los choques, entre ellos los experimentos ATLAS y CMS, que miden las mismas cantidades pero usando técnicas distintas para prevenir que los errores sistemáticos⁸ alcen su fea cabeza e invaliden los resultados.

3.3 La firma del bosón de Higgs

Si usted necesita hacer algún trámite, debe firmar algún documento tanto en la administración pública como en la privada. De la misma manera, si en alguno de los choques se ha producido un bosón de Higgs es necesario que aparezca entre los productos de la explosión alguna característica que diga "Yo soy el bosón de Higgs y estuve aquí".

Puesto que en cada choque se producen muchísimas partículas de todas clases, la firma debe ser muy clara y

difícil de imitar. Los experimentos ATLAS y CMS se concentraron en dos firmas muy características: el bosón de Higgs puede desintegrarse emitiendo dos fotones (firma $\gamma\text{-}\gamma$) o cuatro leptones (firma dorada $4L$), que son tan adecuadas como es posible para identificarlo.

El 4 de julio de 2012 el CERN anunció el descubrimiento de una partícula elemental con características similares a las del bosón de Higgs. Lo que había parecido casi imposible había comenzado a realizarse.

3.4 La filiación

Además de una buena firma, la identificación de una persona requiere otras características: sus impresiones digitales, color de ojos, sexo o estatura. Lo que falta todavía hacer es ver si la filiación del bosón descubierto en el CERN tiene efectivamente las características del bosón de Higgs que predice el Modelo Estándar. Aunque los resultados preliminares parecen confirmar que se trata de un bosón de Higgs, falta mucho trabajo para llegar a afirmarlo. La determinación de esas propiedades es mucho más delicada que la simple presencia de la partícula y pueden transcurrir años antes de lograrlo.

4 CONCLUSIÓN

Desde Leucipo y Demócrito, los hombres han intentado esclarecer la estructura de la materia que nos forma. El descubrimiento del bosón de Higgs (si se confirma) cerró (cerrará) una etapa de dos mil quinientos años de investigación en el tema y, en cierto modo, aclaró el misterio de la materia, pues no existe ningún tema investigado en el laboratorio que no pueda explicarse usando el Modelo Estándar⁹.

Esperemos, entonces, que las próximas investigaciones no sólo confirmen la existencia del bosón de Higgs sino que también abran nueva puerta para investigar otros aspectos de mundo en que vivimos.

⁷ Muy pocos, en realidad. En promedio, se produce un bosón de Higgs por cada mil millones de colisiones protón-protón. Es verdaderamente una partícula de "muy bajo perfil".

⁸ Los errores sistemáticos son fallos en el diseño de un experimento o de uno de los instrumentos. Son recónditos y perversos: muchos de ellos han perseverado en armar bellas mediciones delicadas durante décadas.

⁹ Por el momento, sólo los datos astronómicos y cosmológicos (y algún experimento inspirado por ellos) indican que el Modelo Estándar está incompleto.

Correo de Lectores



La Sección Correo de Lectores de Temas de Biología y Geología del Noa es un espacio que nos permitirá interactuar con nuestra comunidad de lectores. Invitamos a enviar críticas y comentarios sobre los temas publicados en la revista y también a sugerir otros de interés. Por razones de claridad o espacio, las cartas deberán tener una extensión máxima de 300 palabras, deberán incluir nombre, dirección y teléfono del remitente. Las cartas para esta sección pueden enviarse por e-mail a ibigectemas@gmail.com indicando como asunto: correodelectores.

Novedades

Categorización del Estado de Conservación de la Herpetofauna de la República Argentina.



Asociación Herpetológica Argentina

Disponible en <http://ppci.caiopy.gov.ar/index.php/cuadherpetol/issue/view/138>

Impreso consultar en comision@aha.org.ar

La Asociación Herpetológica Argentina en conjunto con el Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET) y la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UMPSJB) organizan el XIV Congreso Argentino de Herpetología que se desarrollará en la ciudad de Puerto Madryn entre los días 17 y 20 de Septiembre de 2013.

Visite la página: www.congresosargentinoherpetologia.com

Guía para autores y Proceso editorial

Entre los objetivos principales del IBIGEO, la promoción y difusión del conocimiento científico es una de las tareas que emprende a través de la Revista Temas de Biología y Geología del Noa. Por esta razón, la activa participación con contribuciones de docentes e investigadores de diferentes centros académicos del país es importante para lograr una ciencia al alcance de todos.

Temas de Biología y Geología del Noa publicará las siguientes categorías de contribuciones:

ARTÍCULOS: Consistirán en trabajos que expliquen un tema directa o indirectamente relativo a las Ciencias Naturales y los resultados de las investigaciones sobre el mismo; o introduzcan a los lectores sobre la puesta en funcionamiento de equipamientos y tecnologías novedosas y sus potenciales usos y aplicaciones en laboratorios del país y en especial de nuestra región Noa; o revisen aspectos poco conocidos de la historia del conocimiento. Tendrán una extensión máxima de 5000 palabras.

NOTAS: Incluirán informes sobre avances científicos o tecnológicos; o algún aspecto del conocimiento o sus aplicaciones con impacto social, o bien la presentación de cambios o innovaciones que puedan ser de interés en la enseñanza de determinados temas científicos. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

PUNTOS DE VISTA: Comprende los fundamentos de una idea o argumentación a partir de una síntesis del estado actual del conocimiento de un tema en el que pueden existir distintas posiciones conceptuales. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

Todos los artículos deben tener un título corto y concreto, los nombres de los autores y su lugar de trabajo, por orden de participación en la contribución y un texto que debe ser claro, con un planteo sobre el tema que se aborda y su importancia, con extensiones máximas como se mencionó anteriormente.

Las contribuciones deben ser redactadas considerando que sus destinatarios no son especialistas y para ello se debe evitar el uso de términos técnicos y cuando esto sea imposible definir con precisión pero de manera sencilla, el significado de los mismos. También se debe evitar el empleo de palabras extranjeras cuando existen equivalentes en castellano, o neologismos y/o expresiones de moda. En caso del uso de fórmulas matemáticas, químicas, físicas o gráficos estadísticos, proporcionar en lo posible las explicaciones complementarias que sean necesarias. Utilizar el sistema internacional de unidades. Incluir citas bibliográficas que sean relevantes al tema analizado, preferentemente obras que sean accesibles, evitando solo trabajos del autor, informes técnicos o artículos en revistas especializadas y en lo posible, acotarlas a un máximo de diez referencias.

El manuscrito consistirá de un archivo incluyendo el texto, en formato Word o RTF.

Las ilustraciones constituyen un aspecto fundamental en el artículo de divulgación científica. Los gráficos, dibujos, fotografías y láminas deben ser muy claros y elocuentes para complementar y resaltar los contenidos desarrollados. Utilizar en lo posible, ilustraciones originales, indicando siempre la autoría de la misma. No se recomienda incluir en los trabajos imágenes descargadas de Internet, pero cuando ello fuera inevitable asegúrese que su reproducción está permitida y que tenga una buena resolución. El autor de un artículo deberá solicitar la autorización correspondiente en caso de incluir ilustraciones que sean reproducciones

Guía para autores y Proceso editorial

de imágenes libros y/o revistas. Las ilustraciones deberán ser preparadas en formato digital, en forma de archivos .jpg, con una definición mínima de 300dpi (puntos por pulgada) para un tamaño de 20 x 30cm. Las ilustraciones deben llevar su correspondiente explicación como leyenda y se incluirán en un archivo separado del texto en formato Word o RTF. Se recomienda a los autores que organicen sus manuscritos teniendo en cuenta que las figuras no deberán representar más del 70% del artículo.

Los manuscritos pueden enviarse por e-mail a bigetemas@gmail.com indicando como asunto: contribuciones. En el cuerpo del mensaje incluir un detalle de los archivos que componen el envío y los datos de contacto del autor. Para archivos de más de 8MB consultar por e-mail a ibigetemas@gmail.com indicando como asunto: archivo pesado.

El Comité Editorial será el responsable de garantizar la calidad de los artículos que integrarán cada volumen de la revista. Para dar curso a un manuscrito deberá determinar su pertinencia y si éste está en una etapa incipiente de elaboración, intermedia o es una obra madura. Esto constituirá un primer paso en la evaluación. Cuando el Comité Editorial apruebe una primera versión, se continuará con la revisión a cargo de expertos en el tema y dentro de lo posible, con experiencia en divulgación científica. De esta manera, se garantizará que tanto los contenidos como la calidad en general puedan ser enriquecidos a través de sus comentarios y sugerencias.

Durante los dos primeros años de vida de la publicación se evitará convocar como revisores a miembros del Ibigeo ya que ellos serán los responsables de generar la mayoría de las contribuciones. El Comité Editorial dispondrá de una nómina de especialistas por disciplinas y temas que hayan aceptado actuar como Comité Científico con el compromiso de hacerlo en tiempos razonables según la extensión de las obras. Los revisores tendrán la posibilidad de arbitrar sin identificarse ante los autores si bien se promoverán las revisiones con identificación. Con respecto al proceso de revisión, el Comité Editorial podrá solicitar una segunda instancia de revisión si las opiniones son muy dispares. En cada revisión, los evaluadores podrán recomendar la aprobación tal como fue enviado el manuscrito, cambios menores, cambios mayores (sujetos a una segunda revisión) o el rechazo. Sobre esta recomendación el Comité Editorial tendrá la decisión final. En cualquiera de los casos, el Comité Editorial debe fundamentar su opinión. Los autores podrán aceptar o rechazar las críticas y sugerencias exponiendo sus razones y los editores deberán asumir o no el hecho de aprobar una obra sin las correcciones sugeridas por los revisores.

Una vez que la obra ha sido aceptada para su publicación, el Comité Editorial iniciará el proceso de diseño y diagramación de los artículos, selección de copetes, frases destacadas, ubicación de cuadros e ilustraciones para lo cual se solicitará la aceptación final del autor.

El Comité Editorial seleccionará sobre la base de las contribuciones aceptadas, aquellas que serán incluidas en cada número, tratando de ofrecer un conjunto armónico de temas en distintas áreas del conocimiento y/o reunir en un solo número una serie de artículos en un tema especial, por lo tanto la publicación de los trabajos no necesariamente seguirá el orden de su aceptación.

Toda la información relacionada con la publicación de **Temas de Biología y Geología del NOA** (Objetivos, Comité Editorial, Normas de autor, Índice de Contenidos) será difundida a través del portal del Ibigeo: www.unsa.edu.ar/ibigeo/ Cada número de **Temas de Biología y Geología del NOA** podrá ser descargado como un archivo de extensión .pdf ya sea con una resolución baja para ver en pantalla o con alta resolución para imprimir o bien los artículos estarán disponibles individualmente.

