



CICTERRÁNEA

- Revista de Comunicación de las Ciencias de la Tierra -

Amor a lo extremo

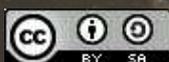
Los habitantes de la
Laguna Negra

De detectives a soñadores

Tras las huellas del agua
y el viento en las rocas

De glaciares a desiertos

El ocaso de una Era



Año 5

Número 5 – 2021

ISSN 2618-2122

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Emilia Sferco
Dra. Beatriz G. Waisfeld
Dra. Gisela Morán

Comité editor

Gga. Cecilia Echegoyen
Ing. Nexxys C. Herrera Sánchez
Dr. Fernando J. Lavié
Dra. Cecilia E. Mlewski
Dr. Diego F. Muñoz
Dr. Iván Petrinovic
Dra. Fernanda Serra
Mgr. Eliana Soto Rueda

Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Corrección de estilo

Dr. Alberto M. Díaz Añel

Foto de Tapa: Vista panorámica de la Laguna Negra, Puna de Catamarca, Argentina (Autor: Alexander Dan Driessche).

Esta revista de formato digital se publica de manera desinteresada con la finalidad de difundir la actividad e investigación del CICTERRA. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de los autores o editores. Lo expresado por ellos no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución.

Contacto: cicterranea@gmail.com

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cicterranea>

Seguinos en:



CONICET



Universidad Nacional de Córdoba

C I C T E R R A



Director: Dr. Edgardo Baldo
Vicedirector: Dr. Marcelo G. Carrera

Contacto:
secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar

Av. Vélez Sársfield 1611,
X5016GCB Córdoba, Argentina
Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar

El quinto número de Cicterránea desembarca en un contexto sin precedentes en la historia reciente de la humanidad. Con la llegada de la pandemia de la COVID-19, la vida de la mayoría de las personas en el planeta, las prioridades individuales y sociales y los debates cambiaron casi de manera simultánea, como así también la forma en que nos comunicamos y nos relacionamos.

Durante el último año, la relación ciencia y sociedad no estuvo ajena a estos grandes cambios. La vorágine de información que trajo consigo la pandemia, puso en primer plano una premisa muchas veces olvidada: la ciencia y la tecnología son prácticas sociales, como cualquier otra. Es decir, no pueden considerarse aisladas de sus contextos y, lejos de ser una isla dentro de la sociedad sin posibilidad de interpelación por parte de ella, hoy, de manera inédita están en boca de todo el mundo. Los debates públicos, en redes sociales y medios de comunicación, pasaron de sólo informar resultados de “descubrimientos” científicos a debatir sobre métodos, formas, protocolos, discusiones, aciertos y equivocaciones.

Se produjo entonces, una mirada más profunda hacia dentro de los laboratorios, mirada que permite observar los mecanismos por los cuales la ciencia es ciencia. Sin embargo, de igual manera se pusieron sobre el tapete nuevos conceptos y palabras abstractas y técnicas, muy poco familiares para grandes sectores de la sociedad. Y aquí llegamos a lo que resulta problemático. Por un lado, vivimos en un mundo que nos bombardea de información por múltiples canales y medios, lo que se combina con intereses económicos y políticos de quienes la producen y difunden. Y por el otro, la interpretación de los mensajes queda sujeta a nuestras prenociones, preconcepciones y la experiencia previa que tengamos sobre el tema, por lo general relacionados con cargas emocionales e ideológicas. Esta mezcla de factores resulta en que la interpretación del mensaje redunde, paradójicamente, en mucha desinformación.

Estamos convencidas de que la comunicación pública de la ciencia es un instrumento fundamental para combatir la desinformación en todos los ámbitos. En este contexto, el desafío es seguir compartiendo cómo hacemos lo que hacemos, desde una mirada más integral y con las incertidumbres y cuestiones sin resolver que acompañan todo proceso científico. Es con este compromiso que acercamos una vez más nuestro aporte desde las Ciencias de la Tierra. Esta vez incorporando miradas desde otras disciplinas del saber científico. ¡Esperamos que disfruten este recorrido!

Gisela Morán, Emilia Sferco y Beatriz Waisfeld

EL SEÑOR DE LOS ANILLOS

EL PODER DE LA LUZ DE SINCROTRÓN

LAURA BORGNINO Y GONZALO BIA

¿Qué tienen en común estas historias?

1

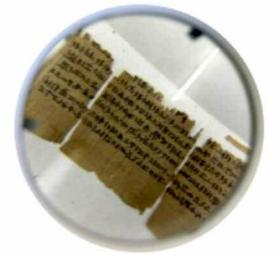
Rembrandt utilizó un componente desconocido en tres de sus obras maestras para lograr el relieve de las figuras que aparecen en sus pinturas. El ingrediente misterioso es la plumbonacrita, una clase de mineral que no se usaba en aquella época. Rembrandt modificó los materiales de su pintura intencionalmente mediante el agregado de óxido de plomo al aceite, convirtiendo la mezcla en una pintura similar a una pasta.



Susanna y los ancianos

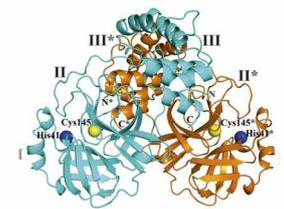
2

Logran leer papiros quemados por el Vesubio, de hace 2100 años. Estos rollos de papiro fueron descubiertos entre 1752 y 1754, durante excavaciones en Herculano. En 1802, seis de ellos fueron regalados por el rey de Nápoles a Napoleón Bonaparte, que los entregó a la biblioteca del Instituto de Francia con la misión de leerlos, fracasando en dos intentos (1817 y 1877). En 1986 un método de desenrollado permitió despegar uno de ellos, roto en varios cientos de fragmentos, muy difíciles de leer. Finalmente, mediante una imagen en tres dimensiones de muy alta resolución, sin tener que destruir, abrir o manipular los pergaminos, los mismos han podido ser descifrados.



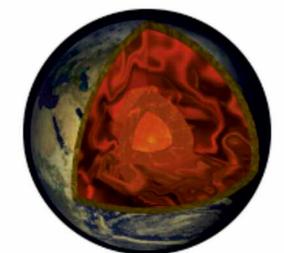
3

Descifran la arquitectura tridimensional de una proteína específica del SARS-CoV-2, la cual está precisamente involucrada en la extraordinaria multiplicación del virus. Los resultados proporcionan puntos de partida concretos para el desarrollo de ingredientes activos. Estos podrían apuntar específicamente a puntos débiles en la macromolécula y dificultar su función, es decir, paralizar la gran capacidad de propagación del virus.



4

Revelan que el centro metálico de nuestro planeta, a 3.000 kilómetros por debajo de la superficie, también contiene silicio, un elemento que se encuentra comúnmente en los meteoritos rocosos. El hallazgo, recreado bajo condiciones extremas de estudio, apoya la teoría que sugiere que la formación de la Tierra, hace unos 4.500 millones de años, fue impulsada por interacciones entre meteoritos pedregosos, ricos en hierro, dentro de una nube de polvo y gas.



En todos los casos se utilizó luz de sincrotrón

A finales del siglo XX comenzó una ambiciosa carrera mundial orientada al desarrollo de enormes instalaciones de aceleradores de partículas, con el objetivo de utilizar la luz de sincrotrón generada allí para el desarrollo de nuevas técnicas de análisis. Tales proyectos implicaron una inversión millonaria y la colaboración internacional de grupos multidisciplinarios, que en algunos casos involucran varios países.

A lo largo de la historia, la humanidad ha revolucionado el conocimiento científico y tecnológico con descubrimientos que han tenido un gran impacto en la calidad de vida del ser humano. El siglo XX trajo un nuevo hallazgo que en las últimas décadas comenzó a expandirse por el mundo científico fuera del área de la física: *la luz de sincrotrón*. Durante siglos, el hombre había estado observando radiación sincrotrón de estrellas o galaxias, sin saber que la luz provenía de la aceleración de partículas elementales en los grandes campos magnéticos asociados a objetos astronómicos. Sin embargo, y como muchas veces ocurre en la ciencia, su descubrimiento en el laboratorio fue por casualidad. En 1947, trabajando en un acelerador de electrones en el laboratorio de investigación de General Electric (Estados Unidos), los científicos Hebert Pollock y Robert Langmuir se dieron cuenta de que, mientras intentaban acelerar al límite los electrones,

Durante siglos, el hombre había estado observando radiación sincrotrón de estrellas o galaxias, sin saber que la luz provenía de la aceleración de partículas elementales en los grandes campos magnéticos asociados a objetos astronómicos

se producían unas chispas intermitentes. En un primer momento, vieron ese efecto como un inconveniente, ya que las partículas perdían energía, pero luego comprobaron que se trataba de una radiación totalmente nueva. No fue hasta una década después que comenzaron a encontrarle utilidad a esos rayos X espontáneos generados por la luz de sincrotrón. Este hecho desató una revolución en el campo de la ciencia y la tecnología, pero, por sobre todo, abrió la puerta para que otros científicos de otras disciplinas empezaran a explorar el uso de la luz de sincrotrón. Con el tiempo, más científicos se entusiasmaron y continuaron trabajando, descubriendo nuevas aplicaciones y técnicas de análisis en

diversas áreas como la química, la medicina, la farmacia, la paleontología, la antropología, entre otras. El sincrotrón fue abriendo sus puertas a un mundo que solo era imaginado para físicos, dando inicio a una revolución de ideas en donde, en menos de una década, sus usuarios cambiarían de perfil radicalmente. El sincrotrón ha generado beneficios de grandes dimensiones para la ciencia en general, para la industria, para la academia, para los propios investigadores y para la sociedad en su conjunto.

¿Qué es un sincrotrón?

Los *sincrotrones* implican un conjunto de instalaciones e infraestructura científica (edificios, equipos, laboratorios, áreas administrativas, etc.) que operan tecnologías de punta y donde se realiza una variedad de experimentos multidisciplinarios. Dentro de las instalaciones, se encuentra *el anillo* de gran dimensión (entre 300 m y 3 km de circunferencia) donde se produce *la luz de sincrotrón*. Si bien es posible construir sincrotrones de mayor dimensión, la relación costo-beneficio no lo justifica. Los sincrotrones se clasifican en primera, segunda, tercera y cuarta generación. La evolución en las generaciones tiene que ver con la brillantez de la luz que se produce en el anillo. Por ejemplo, recién en la década del 90, se logró generar luz millones de veces más brillante que el sol. Los sincrotrones de estas características son de tercera generación y, junto con los de cuarta generación, son los más habituales. La luz de sincrotrón posee características particulares que la diferencian de cualquier otra radiación (Figura 1), lo que permite estudiar fenómenos

Sincrotrones en el mundo

En la actualidad existen alrededor de 50 sincrotrones en funcionamiento, distribuidos en poco más de 20 países. Casi la mitad se concentra en sólo tres países: Japón con 9, Estados Unidos con 7 y Alemania con 6. Sólo uno se encuentra en Sudamérica (Campinas, Brasil) y tiene el nombre de Sirius. Es de cuarta generación y tendrá, por ahora, sólo dos competidores directos: una fuente de luz en Suecia y otra que comenzará a desarrollarse en Francia. Aparte de las mencionadas, otras 13 de cuarta generación se están planificando.

a escalas atómicas y moleculares. Gracias a la luz de sincrotrón, se pueden llevar a cabo experimentos que permiten descubrir los secretos de la materia, desde la estructura tridimensional de una proteína hasta las características de una obra de arte.

¿Cómo funciona un sincrotrón?

Todo comienza en un trozo de metal y de allí, ¡a girar! Cuando un metal se calienta demasiado (por ejemplo, por encima de los 1000 °C), los electrones de su interior se mueven tan rápido que pueden desprenderse del mismo (1, Figura 1). Una vez liberados, los electrones son forzados a viajar en círculo a altas velocidades, ayudados por electroimanes muy poderosos que los hacen girar. Esto ocurre en el *acelerador lineal* (2, Figura 1), donde los electrones alcanzan el 99% de la velocidad de la luz. Allí se produce la luz de sincrotrón. Desde ese punto la luz es dirigida al anillo más grande (3, Figura 1), denominado *anillo de almacenamiento*, para finalmente ser utilizada en los laboratorios (4, Figura 1). Cada laboratorio se denomina “línea de experimentación” (*beamlines*) y cuenta con instrumentación específica de medición, de acuerdo al tipo de experimento que se desea llevar a cabo (Figura 2). Un sincrotrón típico puede tener entre 10 a 50 *beamlines*. La luz de sincrotrón también se la llama “luz blanca”, ya que está compuesta tanto por luz visible como por otras radiaciones que no son visibles al ojo humano. Así, un amplio rango

La luz de sincrotrón es un tipo de luz emitida por electrones, o partículas cargadas, que giran dentro de un anillo a velocidades cercanas a la de la luz y con muy alta energía

de frecuencias compone la luz de sincrotrón: desde ondas de radio, micro-ondas, luz infrarroja (IR), ultravioleta, rayos X (suaves y duros) (Figura 2). Cada línea de experimentación está configurada para filtrar solo una frecuencia específica de radiación que se aplicará a una técnica en particular. Los rayos X son los más usados porque su longitud de onda está en el orden del tamaño de los átomos, y por lo tanto permite hacer estudios a ese nivel. Las técnicas sincrotrón son rápidas, focalizadas y con alta resolución.

Te sugerimos que veas este video muy didáctico del sincrotrón ALBA (Sincrotrón: la más grande máquina de rayos X de España: <https://www.youtube.com/watch?v=bwOCq4xzahA&feature=youtu.be>)

¿Para qué sirve un sincrotrón y qué técnicas se desarrollan?

La luz de sincrotrón tiene múltiples aplicaciones. En general, se utiliza para explorar la composición, propiedades y estructura de los materiales a nivel atómico o molecular.

Algunas características de la luz de sincrotrón

- ❖ **Brillante:** Brillantez es la cantidad de energía luminosa por unidad de tiempo. La luz de sincrotrón es más de un millón de veces más brillante que la del sol. En una fuente de luz de sincrotrón una baja emisión del rayo de luz significa que los rayos X producidos serán pequeños y esto resultaría en una mayor brillantez. La brillantez permite más precisión en los resultados. A mayor brillantez se pueden estudiar mejor y más rápido las muestras.
- ❖ **Alta intensidad y alta colimación:** Adecuada para experimentos en donde se disponen de muestras pequeñas.
- ❖ **Polarizada:** La polarización es muy útil para estudiar la estructura de las moléculas.
- ❖ **Amplio espectro de frecuencias:** El espectro de radiación de los electrones que se mueven en el anillo es un continuo que va desde infrarrojo hasta rayos X de alta energía.
- ❖ **Pulsada estructura temporal:** Es producida en pulsos del orden de picosegundos (de 100 billonésimas de segundo de duración). Esto permite captar con gran detalle el desarrollo temporal de procesos biológicos, químicos o físicos de gran complejidad que pudieran ser demasiado breves o demasiado rápidos para ser estudiados con otros métodos.

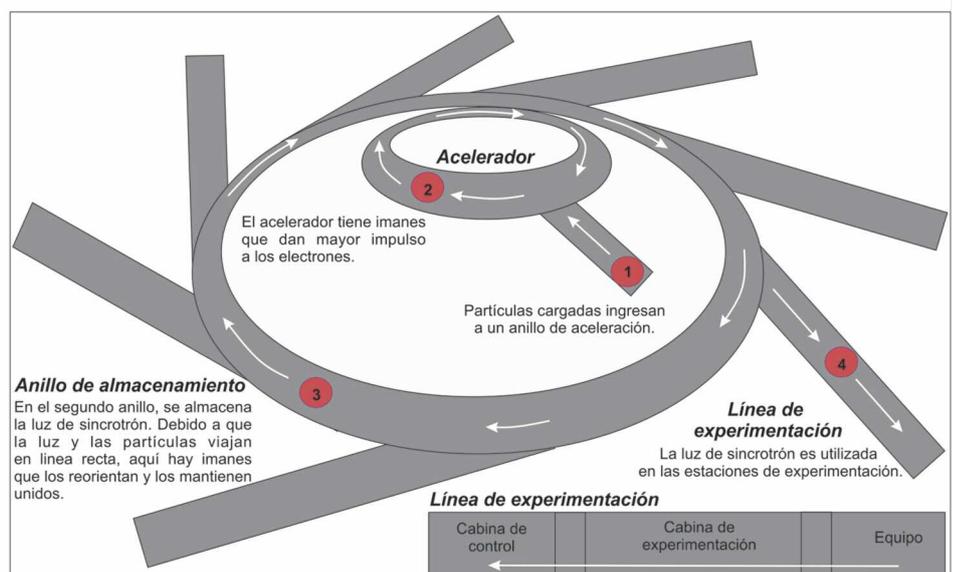


Figura 1: Esquema simplificado del funcionamiento de un sincrotrón. Propiedades de la luz generada.

Sincrotrón SIRIUS y algunas de sus aplicaciones

Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS-SIRIUS), Campinas, São Paulo, Brasil (2020)
www.lnls.cnpem.br

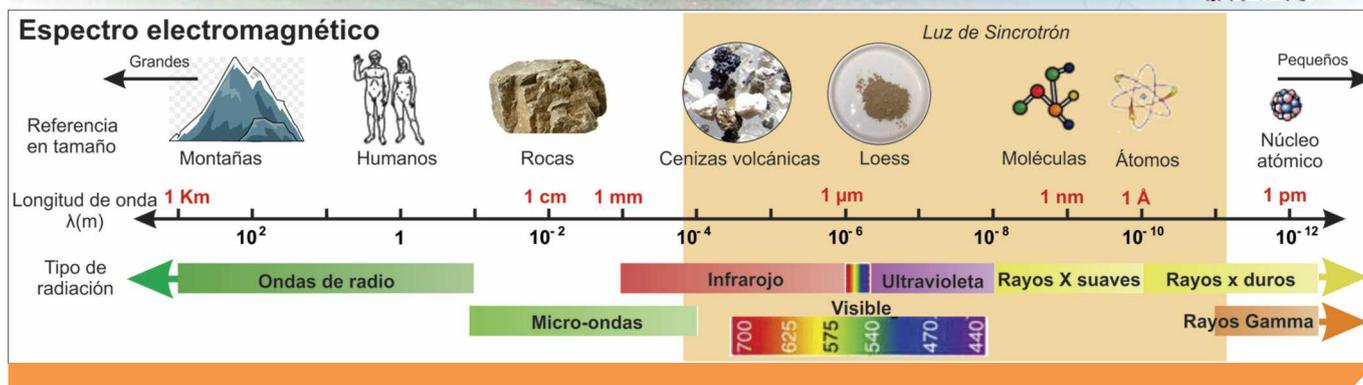


Figura 2: Sincrotrón SIRIUS y sus aplicaciones (imagen obtenida de <https://www.lnls.cnpem.br/>)

Se utilizan tres técnicas básicas:

- 1) **Microscopía:** utiliza el haz de luz para obtener imágenes con elevada resolución.
- 2) **Dispersión/Difracción:** utiliza los patrones de luz producidos cuando los rayos X son desviados por la red de átomos de los sólidos, permitiendo determinar la estructura de cristales y moléculas grandes, como proteínas.
- 3) **Espectroscopía:** utilizada para estudiar las energías de las partículas que son emitidas o absorbidas por muestras expuestas al haz de luz. Es comúnmente utilizada para determinar las características de los enlaces moleculares y el movimiento de electrones.

¿Y nosotros, para qué podemos usarla?

Una cuestión importante a tener en cuenta en el área de las ciencias de la Tierra, es que las muestras naturales

son heterogéneas y, por lo tanto, las técnicas de análisis deben ser capaces de ofrecer información con buena resolución y detección sobre granos pequeños o sobre diferentes zonas de la muestra. Una matriz heterogénea, además, suele comprometer la relación señal/ruido, ya que, en muchos casos, la matriz enmascara la señal del elemento a medir. Asimismo, muchos procesos naturales ocurren (u ocurrieron) a altas presiones y temperaturas, siendo lo ideal reproducir esas mismas condiciones en el laboratorio (ej: estudios de minerales bajo condiciones extremas de presión y temperatura). La identificación de elementos traza es otro problema que no siempre puede resolverse con el uso de técnicas convencionales. Todos estos inconvenientes se ven reflejados en señales analíticas de baja calidad, ausencia de señal para elementos en muy baja concentración o imágenes con baja resolución. La cantidad de muestra a analizar (y los tratamientos previos destructivos de la muestra) es

otra dificultad típica en técnicas convencionales. Sin embargo, todos estos problemas pueden ser superados con el uso de la luz de sincrotrón.

En el siguiente cuadro, se resumen algunas técnicas, sus usos y ejemplos aplicados al campo de las ciencias de la Tierra. Actualmente, la mayoría de los sincrotrones reúnen varias técnicas en una sola *beamline* (ver más arriba). Por ejemplo, en el nuevo SIRIUS (Campinas, Brasil) la línea EMA (Extreme condition X-ray Methods of Analysis, o Análisis con rayos X en condiciones extremas) trabajará en condiciones extremas de presión y temperatura pudiendo

aplicarse allí las técnicas de DRX (Difracción de rayos X) y XAS (Espectroscopía de absorción de rayos X), entre otras. Otro ejemplo es CARNAUBA donde las técnicas XAS, DRX y FRX (Espectroscopía de Fluorescencia de rayos X) están unificadas en la misma línea. Claramente, el uso de la luz de sincrotrón es el método más adecuado y más potente para estudiar procesos y materiales a escala atómica que requieren de gran sensibilidad analítica y condiciones extremas de estudio. Su aplicación en el área de las ciencias de la Tierra es un gran desafío, con resultados alentadores y muy prometedores.

Uso de la luz de sincrotrón en Ciencias de la Tierra		
Técnicas	Uso	Ejemplos
<i>Difracción de rayos X (DRX)</i>	Determina la estructura cristalina de minerales.	Identificación de microcristales naturales.
<i>DRX en condiciones extremas de alta presión y temperatura (HP/HT)</i>	Determina cambios estructurales de materiales sometidos (<i>in-situ</i>) a altas temperaturas y presiones.	Estudios estructurales de fases minerales que son estables en el manto y núcleo de la Tierra.
<i>Espectroscopía de absorción de Rayos X (XAS)</i>	En los datos XAS se analizan dos regiones, cada una aporta información diferente: <i>Región XANES (o región cercana):</i> determina estado de oxidación de un elemento. <i>Región EXAFS (o región lejana):</i> determina el entorno químico local del elemento en estudio. Muy útil para estudiar la estructura de materiales donde el análisis por difracción no es aplicable (materiales amorfos, soluciones, líquidos y polímeros).	Especiación de arsénico en vidrio volcánico. Identificación de elementos traza en minerales.
<i>Espectroscopía de Fluorescencia de Rayos X (FRX)</i>	Identifica elementos químicos, su distribución en la muestra (mapping) y asociaciones con otros elementos.	Presencia y distribución espacial de hierro, arsénico y potasio en granos del mineral jarosita, en muestras de residuos mineros. Identificación de inclusiones de fluidos y fundidos dentro de cristales. Identificación de volátiles en vidrios y minerales.
<i>Dispersión de rayos X de bajo ángulo (SAXS)</i>	Determina el tamaño de partículas en muestras no homogéneas y estructura amorfa. (ej.: materiales porosos).	Estructura de suspensiones de arcillas (espesor y espaciado interbasal hidratados) y tamaño de partículas de fractales (ej.: suelos).
<i>Tomografía de rayos X</i>	Obtención de imágenes y reconstrucción tridimensional de la estructura de un objeto.	Análisis de las características internas de fósiles, rocas, meteoritos. Estudios de porosidad y permeabilidad de rocas.

El uso de la luz de sincrotrón es el método más adecuado y más potente para estudiar procesos y materiales a escala atómica que requieren de gran sensibilidad analítica y condiciones extremas de estudio. Su aplicación en el área de las ciencias de la Tierra es un gran desafío, con resultados alentadores y muy prometedores

¿Y por casa cómo andamos?

Argentina cuenta con una comunidad de usuarios de sincrotrones muy bien establecida, los cuales pertenecen principalmente al área de la química y la física, siendo el área de las ciencias de la Tierra muy poco explotada hasta el momento. En el CICTERRA se ha comenzado a utilizar la luz de sincrotrón en el análisis de materiales geológicos.

En particular, los investigadores del grupo Geoquímica Ambiental ya han realizado varias estadías en el Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón (LNLS-Brasil). Se ha trabajado con diferentes muestras naturales, tales como cenizas volcánicas, residuos mineros, muestras de salares, travertinos, carbonatos biogénicos y sedimentos loésicos, en todos los casos con el objetivo de identificar el estado de oxidación y el entorno químico del arsénico (Figura 3).

¿Por qué nos interesa este elemento?

El arsénico es un contaminante de origen natural con alto impacto en la salud de la población, tanto de Argentina como de otras regiones del mundo (en nuestro país hay regiones con concentración de arsénico en agua para consumo que alcanzan más de 10 veces el valor recomendado). Por tal motivo, conocer su concentración en el agua es un primer paso importante, ya que permite identificar regiones con potencial riesgo de contaminación. Sin embargo, es clave también conocer cómo se encuentra el arsénico en la fuente natural de la que deriva. Esto es así porque la peli-

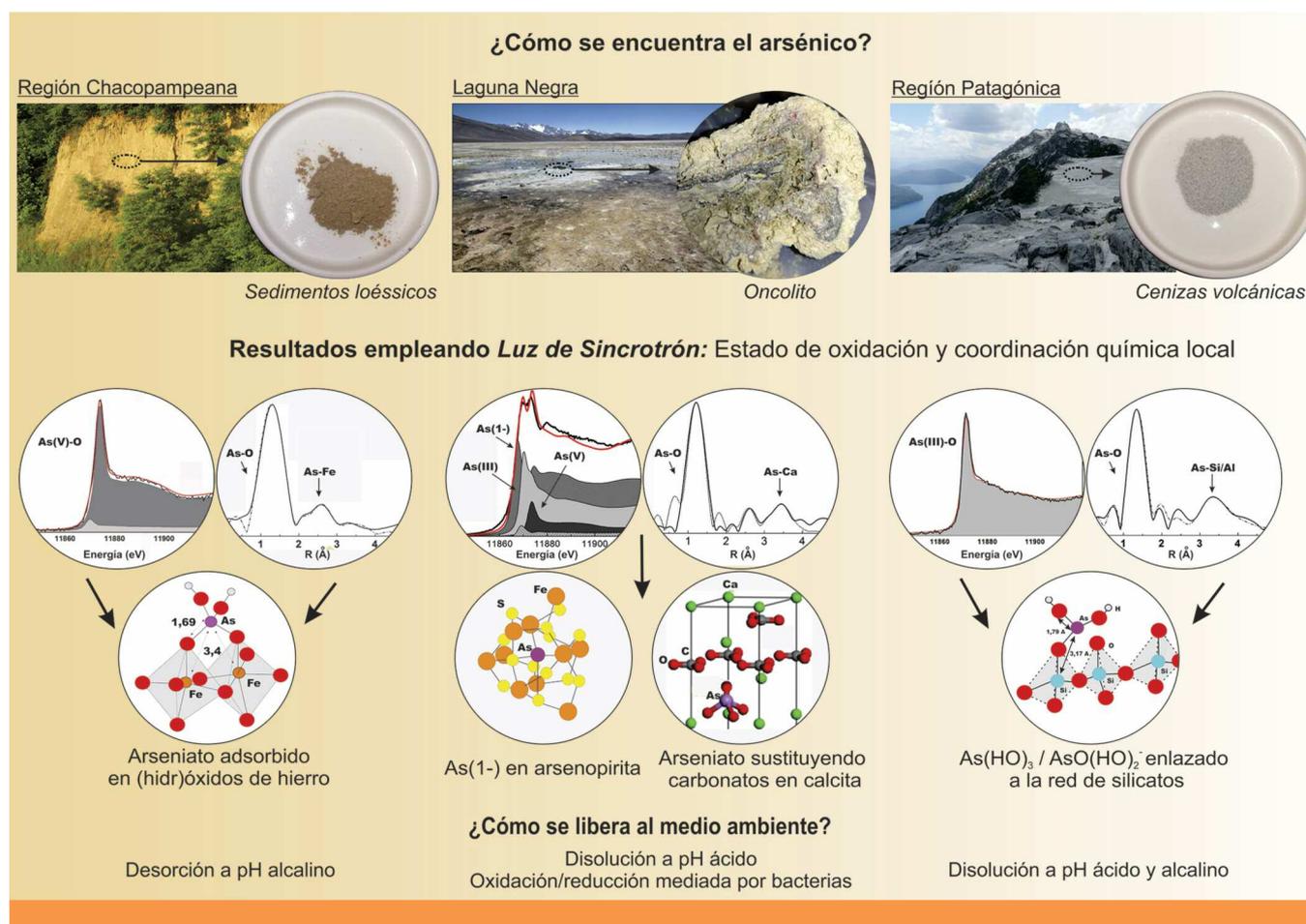


Figura 3: Evidencias del Arsénico en diferentes entornos químicos en muestras naturales.

grosidad de un contaminante depende no solo de la cantidad presente en el medio ambiente, sino también de su estado de oxidación (las especies de arsénico (III) son más tóxicas que las de arsénico (V)) y de la capacidad de estar disponible para los seres vivos. Tal disponibilidad está directamente vinculada con la forma en que se encuentra en su fuente natural, es decir: ¿cuál es el estado de oxidación del arsénico en la fuente natural?, ¿cómo se coordina dentro de la red mineral que lo contiene?, ¿se encuentra adsorbido en superficie o formando parte de la estructura interna del mineral?. Por ejemplo, si el arsénico está asociado a compuestos que contienen azufre, hierro o carbonatos (ej.: arsenopirita, óxidos de hierro (III) y carbonato de calcio) su liberación será relativamente rápida, ya sea por disolución o desorción, y requerirá cambios en la acidez del medio ambiente y/o presencia de microorganismos para liberarse.

Sin embargo, cuando el arsénico se encuentra en el interior de una red de silicatos (ej.: en vidrios volcánicos), se liberará luego de varios años, debido a que los silicatos son más difíciles de alterar. *Por lo tanto, conocer cómo se encuentra el arsénico en la fuente natural es sumamente importante para comprender cómo se libera al medio ambiente.*

¿Cómo se analiza?

No es una tarea sencilla. Aquí necesitamos realizar desde experiencias de laboratorio para evaluar la liberación del arsénico desde su fuente natural, hasta análisis más complejos que requieren del empleo de luz de sincrotrón y otras técnicas convencionales, para identificar cómo y con qué elementos se encuentra el arsénico en la fuente natural que lo contiene.

Laura Borgnino

Dra. en Química, Investigadora Independiente del CONICET en CICTERRA (CONICET, UNC), Docente en la FCFyN Universidad Nacional de Córdoba



Gonzalo L. Bia

Dr. en Ciencias Geológicas, Investigador Asistente del CONICET en CICTERRA (CONICET, UNC), Docente en la FCFyN, Universidad Nacional de Córdoba



Glosario

Elemento traza: desde el punto de vista analítico, un elemento traza es aquel que se encuentra en muy baja concentración (inferior a 100 microgramos por gramo).

Espectroscopía: es el estudio de la interacción de la radiación electromagnética con la materia.

Entorno químico o geometría molecular: es la disposición tridimensional de los átomos que constituyen una molécula. Este entorno está descrito por la cantidad de átomos vecinos al átomo central (número de coordinación) y la longitud y ángulo de enlace entre dos átomos que están unidos entre sí.

Adsorción: adhesión de átomos, iones o moléculas provenientes de un gas, un líquido o un sólido disueltos en la superficie de un material (primeros nanómetros).

Desorción: es el proceso mediante el cual átomos, iones o moléculas retenidas en la superficie de un material son liberados de la misma. Proceso opuesto a la adsorción.

Referencias Bibliográficas/ Lecturas sugeridas

The discovery of synchrotron radiation:
Am. J. Phys., Vol. 51, No. 3, 1983

Sincrotrón SIRIUS-LNLS:
<https://www.lnls.cnpem.br/en/>

Sincrotrón ALBA:
<https://www.cells.es/es/que-es-alba/bienvenida>

CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación en Ciencias de la Tierra dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

¿Qué hacemos?

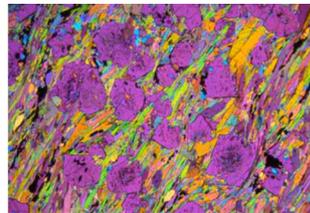
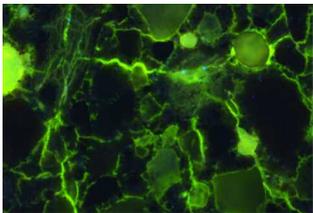
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas vinculados con las Ciencias de la Tierra en general, incluyendo Geología Endógena y Exógena, Geoquímica, Geofísica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión, comunicación pública de la ciencia y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

¿Quiénes somos?

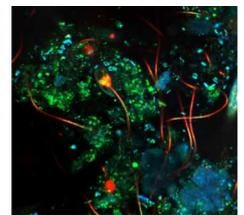
Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes. El Centro incluye geólogos, biólogos, químicos, geofísicos y egresados de carreras afines.

Líneas de Investigación

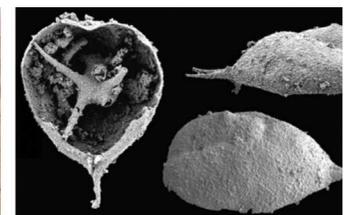
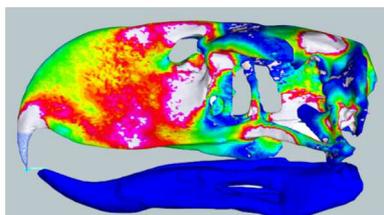
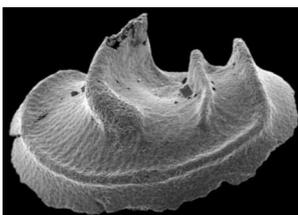
Dinámica de la litósfera – astenósfera



Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.