

## DEPÓSITOS SALINOS NATURALES COMO PROMOTORES EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

*BARBAGELATA, RAUL<sup>1</sup>; DIETRICH, DÉBORA<sup>1,3</sup>; SETTI, MASSIMO<sup>2</sup>; BASCHINI MIRIA<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300, Neuquén – Argentina.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente, via Ferrata 1, 27100 Pavia – Italia.

<sup>3</sup>Email: [debydietrich17@hotmail.com](mailto:debydietrich17@hotmail.com), [miriabaschini@yahoo.com](mailto:miriabaschini@yahoo.com)

### RESUMEN

La enseñanza y el aprendizaje de la química en carreras universitarias con orientaciones no químicas se dificulta muchas veces por la falta de interés de los estudiantes hacia la disciplina. Los temas aplicados atraen la atención porque forman parte del contexto cotidiano, de estrecha relación con el entorno, en el cual quien estudia, aprende o enseña se encuentra inmersa. Un estudio aplicado a su vez otorga la posibilidad de usar activamente los conocimientos adquiridos. En este trabajo se partió de varios ecosistemas salinos naturales: Laguna Mar Chiquita, Córdoba, Laguna Epecuén, provincia Buenos Aires, y Laguna Guatraché, La Pampa, Argentina. Se tomaron muestras de depósitos salinos costeros localizados a diferentes distancias de la costa, más una muestra de agua de la laguna, a las cuales se analizó su composición química mediante difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja y análisis químicos. Esta información se aportó a estudiantes de cursos de química general universitarios quienes trabajaron aspectos teóricos, con una guía de estudio, y llevaron a cabo una serie de ensayos experimentales sencillos, que les permitieron concluir sobre los distintos ecosistemas naturales y hacer una comparación entre los mismos.

**Palabras clave:** química aplicada, sistemas salinos, lagunas argentinas, solubilidad, enseñanza.

## INTRODUCCIÓN

La química es la disciplina central en carreras tales como Profesorado, Licenciatura e Ingeniería química, y una herramienta fundamental para un amplio grupo de otras carreras universitarias como Ingeniería Agronómica, Ingeniería en Petróleo, Geología y Biología, entre otras (Brown *et al.* 2005).

Cuando de éstas se trata siempre representa un desafío para el equipo docente encontrar las conexiones entre la disciplina básica (química) y las aplicaciones que tendrá dentro de la carrera, no sólo en el plan de estudios en forma general, sino en cuanto a los usos específicos de contenidos de futura aplicación profesional, de tal modo que los estudiantes puedan hacer un uso activo de tales conocimientos (Perkins, 2005) en situaciones concretas de su interés y campo laboral.

Cuando los alumnos deben abordar esta clase de contenidos, en general entre el primer y segundo año de su carrera, no siempre queda claro para ellos la importancia de los mismos en su contexto formativo. Una alternativa interesante consiste en presentar los temas, o al menos algunos aspectos de los mismos, mostrando las aplicaciones que tiene en áreas de interés para la carrera en cuestión (Baschini *et al.* 2009).

En esta propuesta se exploró una modalidad de presentación de distintos contenidos desde la observación y evaluación de una serie de parámetros aplicados sobre varios ecosistemas naturales: lagunas de aguas salobres y sus depósitos salinos costeros, jerarquizando los contenidos significativos, del cómo se aprende y para qué se aprende.

## METODOLOGÍA

En una primera instancia se contó con información, en este caso obtenida a partir de investigaciones propias. Es posible sin embargo obtener datos similares de diversas fuentes de información. Los ecosistemas en estudio fueron la Laguna de Mar Chiquita, localizada en Miramar, provincia de Córdoba, Argentina (Bucher *et al.* 2006), la laguna de Epecuen ubicada a 7 km de la ciudad de Carhué, provincia de Buenos Aires y la laguna de Guatraché, situada en La Pampa, Argentina, en cuanto a estudios de aguas y depósitos salinos costeros. Estos sistemas son naturales, y sus dimensiones son enormes, la Laguna de Mar Chiquita es el quinto lago salado más grande del mundo, con una superficie actual de 5.000 km<sup>2</sup>. Los sistemas endorreicos de recolección de aguas procedentes de ríos tienden a presentar comportamientos similares a los observados en estas lagunas. Uno de estos casos es el que se presenta en el Lago Pellegrini ubicado aproximadamente a 15 km de la localidad de Cinco Saltos en la provincia de Río Negro. Es un sistema artificial, que ocupa una depresión natural y que se formó a manera de mitigación de las crecidas del Río Neuquén.

Para llevar a cabo esta propuesta de trabajo se recolectó de cada sistema; una muestra de agua y varias procedentes de los depósitos salinos de la costa. Las mismas se identificaron de acuerdo con su distancia desde la costa de la laguna, tomando como referencia la muestra de agua en 0 metros. Las restantes son de los depósitos salinos circundantes. Se evaluó la composición química de las mismas mediante técnicas de difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja y análisis fisicoquímicos.

Una vez conocida la composición de los sistemas se elaboró un informe resumido y un cuestionario adjunto, que permitieron trabajar en el aula contenidos de la disciplina Química

General e Inorgánica. Se propusieron además experiencias de laboratorio cualitativas y sencillas para la identificación de aniones y cationes (Skoog *et al.* 2001).

Las zonas de muestreo más alejadas se correspondieron con sales que precipitaron cuando el nivel de la laguna fue mayor, por lo cual son compuestos que tienen menor solubilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Composición de sales en el ecosistema natural

Los sistemas analizados en este trabajo son sistemas endorreicos, con el aporte de agua dulce realizado por varios ríos que llegan a la laguna Mar Chiquita, Córdoba, a la Laguna Epecuen, Buenos Aires y a la Laguna de Guatraché, La Pampa, Argentina. Como el agua que ingresa solamente se pierde a causa de la evaporación, el nivel de la laguna es altamente dependiente de los ciclos secos y húmedos de las regiones en la cual se encuentran. Los estudios realizados sobre los sedimentos de la laguna (Piovano *et al.* 2004) a partir de dataciones isotópicas demuestran que este ciclo de variación del agua se repite a lo largo de los milenios. Las aguas de la laguna de Mar Chiquita registran valores mínimos y máximos documentados de 28 a 360 gramos de sal por litro de agua, en los años 1911 y 2003 respectivamente. Para Epecuen se registra 120 g/L alcanzando los valores de saturación, y unos 340 g/L, para la laguna de Guatraché.

Los valores mínimos obtenidos son algo menor que la concentración de sales en el agua de los océanos (de alrededor de 33g/L), mientras que los valores máximos corresponden a una solución saturada de cloruro de sodio, que efectivamente, es el componente más importante presente en las aguas de las distintas lagunas.

En las Figuras 1, 2 y 3, se muestran los espectros infrarrojos, entre 2000 y 600  $\text{cm}^{-1}$  de número de onda, obtenidos para las diferentes muestras analizadas de las lagunas:

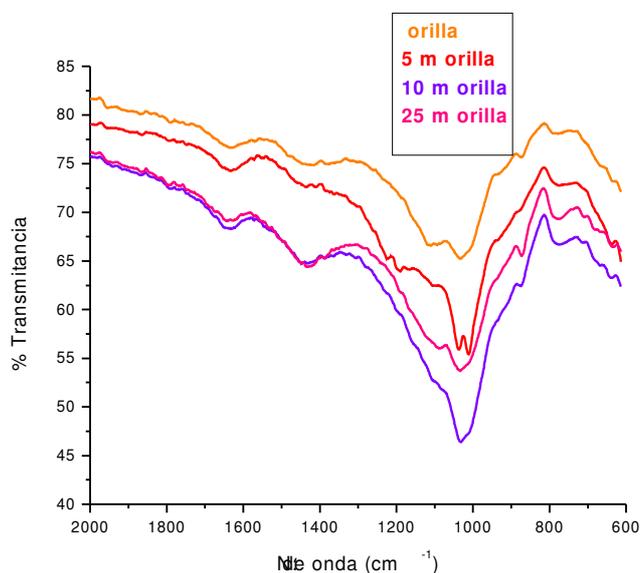


Figura 1. Espectros IR de las muestras analizadas de Guatraché

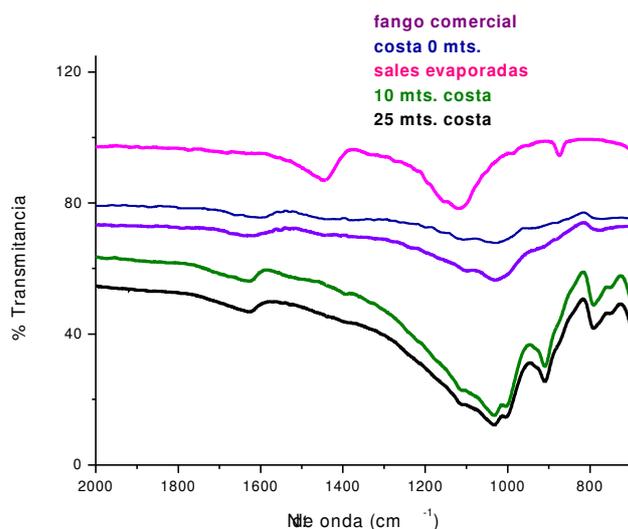


Figura 2. Espectros IR de las muestras analizadas de Epecuen

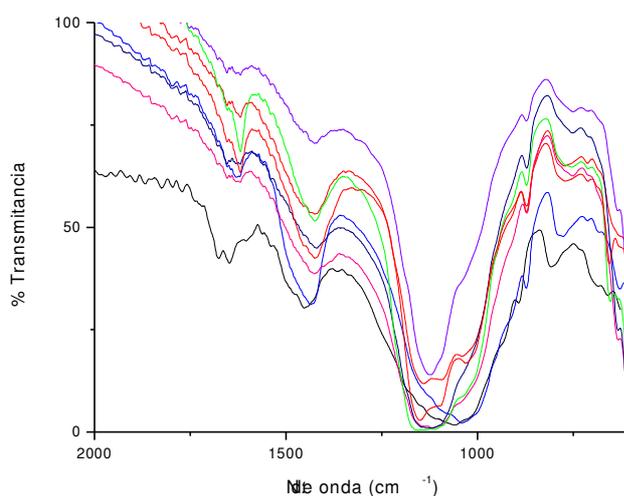


Figura 3. Espectros IR de las muestras analizadas de Mar Chiquita

Las señales encontradas a 1023, 786 y 688  $\text{cm}^{-1}$  en el espectro infrarrojo de estos materiales son concordantes con la presencia de silicatos; la de 1637  $\text{cm}^{-1}$  corresponde a los grupos hidroxilos estructurales de los minerales silicatados; a 1436  $\text{cm}^{-1}$  se verifica la presencia de carbonatos mientras que a 1150  $\text{cm}^{-1}$  aparecen señales pronunciadas por la presencia de sulfatos. Las señales de los silicatos y sulfatos, a 1023 y 1150  $\text{cm}^{-1}$  respectivamente, aparecen en algunos de los espectros levemente desdobladas, en otros parecen una única y amplia señal (Farmer, 1974).

La identificación y cuantificación de cada componente en el sistema se realizó mediante Difracción de Rayos X, obteniéndose las composiciones que se observan en la Tabla 1.

	<b>Epecuen</b>	<b>Guatraché</b>	<b>Mar Chiquita</b>
pH	9,13	7,59	7,9
conductividad mS/cm	88,6	154,7	72,4
sales totales g/L	120	340	70
NaCl (halita) %	preponderante	preponderante	76
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (tenardita)	abundante	nd	14
Na <sub>4</sub> Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	nd	nd	10
Na <sub>6</sub> (CO <sub>3</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (burkeita)	presente	nd	nd
MgSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O (hexahidrita)	nd	presente	nd
MgCl <sub>2</sub>	nd	nd	nd
MgBr <sub>2</sub>	nd	nd	nd
CaCl <sub>2</sub>	nd	nd	nd
KCl	nd	nd	nd

*Tabla 1: Composición de los distintos depósitos salinos costeros  
 nd - no detectado*

Un aspecto interesante que se destacó fue la variada composición de los distintos sistemas (Tabla 1). En la laguna de Guatraché se puede observar la presencia de magnesio, a diferencia de los otros sistemas. La laguna de Epecuen presenta burkeita y thenardita en abundancia que indican presencia de sodio, lo que no se encuentra en Guatraché ni en Mar Chiquita.

En la Figura 4 se pueden observar los miliequivalentes de los iones sulfatos y cloruros en las distintas muestras. Siendo las muestras “g” pertenecientes a la laguna de Guatraché, las “E” a la laguna de Epecuen, y las “V” a la laguna de Mar Chiquita.

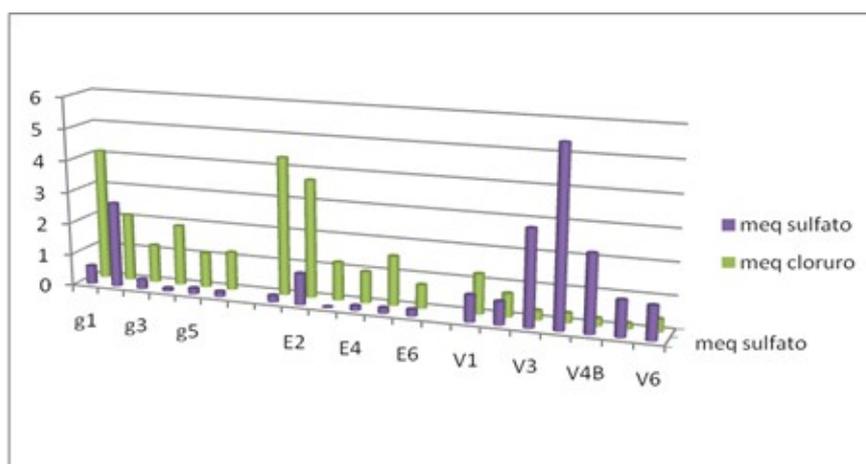


Figura 4: composición en cloruros y sulfatos de los depósitos salinos costeros, en función de las distintas muestras analizadas.

## 2. Trabajo en el aula y laboratorio

Una vez que se dispone de la información acerca de los ecosistemas naturales es posible llevar a cabo la discusión, desde diversos aspectos, de los temas relacionados con la formación de estos depósitos salinos costeros. En nuestra experiencia, el trabajo con los alumnos se enfocó desde el punto de vista de la composición de las distintas muestras, concentración de sales según el pH y la conductividad, la solubilidad y la presencia de iones sulfatos y cloruros, aunque es posible abordar diversas temáticas tales como soluciones, formas de expresar concentración, sólidos cristalinos, procesos de evaporación, propiedades coligativas tales como la disminución de la presión de vapor por presencia de un soluto no volátil, entre otras.

Las actividades con los estudiantes se desarrollaron en el aula y en el laboratorio a partir de una guía de trabajo y una serie de ensayos experimentales, respectivamente.



Figura 5: alumnos realizando ensayo a la llama

## 2.1. Guía de trabajo

La guía de trabajo contiene una pequeña introducción acerca de las distintas lagunas y propone hacer pequeñas experiencias en el laboratorio, como detectar la presencia de cloruros mediante el agregado de nitrato de plata y sulfatos con una gotas de cloruro de bario, en ambos casos se puede observar un precipitado blanco si estamos en presencia de estos aniones, también los alumnos deberán medir la conductividad y el pH de las distintas muestras y realizar un ensayo a la llama para la identificación del catión sodio. Realizadas estas experiencias, acompañados por bibliografía adecuada, se les solicitó a los estudiantes representar gráficamente curvas de conductividad vs. concentración de NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, según datos cedidos por los profesores, para luego ubicar en dicho gráfico la conductividad hallada en el laboratorio, para hacer una aproximación a la concentración de sulfato o cloruros de las muestras analizadas.

Posteriormente compararon sus resultados con los de sus compañeros. Desde sus conocimientos teóricos precedentes, y partiendo desde los conceptos de pH y conductividad, se les requirió explicar las diferencias en los valores obtenidos.

La presencia en el sistema de sales sulfatadas acompañadas por cationes sodio y calcio simultáneamente despertó el interés acerca de las causantes de la aparición de esta clase de depósitos salinos, lo cual aportó un nuevo material en cuanto a la posibilidad de hacer un uso activo de los conocimientos adquiridos.

## 2.2. Actividades experimentales

La presencia de aniones y cationes puede ser evaluada en el laboratorio mediante ensayos sencillos. Para ello se tomó una muestra del suelo salino de algún ecosistema, identificada de acuerdo con la distancia desde la costa de la laguna, se la puso en contacto con agua destilada durante unos minutos, y luego se filtró para separar el sobrenadante. Las sales solubles permanecen disueltas en la fase acuosa mientras que las insolubles o poco solubles se mantienen como parte de la fase sólida, que queda retenida en el papel de filtro. A su vez se trabajó con muestras de agua procedente de las distintas lagunas.

Los ensayos realizados en el sobrenadante y en el agua de las lagunas fueron:

- Determinación de sodio, por coloración amarilla cuando la solución se pone en contacto con la llama de un mechero (Figura 5).
- Determinación de cloruros, a partir de su precipitación como cloruro de plata ante el agregado de una solución de nitrato de plata (Figura 6).
- Determinación de sulfatos, a partir de la precipitación como sulfato de bario por agregado de una solución de cloruro de bario.

Las determinaciones de pH y especialmente de conductividad pueden aportar información adicional valiosa sobre las muestras líquidas analizadas. En el agua de las lagunas fue posible observar, mediante la lectura de conductividad de una dilución del agua de las lagunas (en este caso se propuso realizar una dilución 1:100), que el valor de conductividad no cambió en forma proporcional a la dilución. Esto permitió la discusión acerca de las interacciones en juego en soluciones ideales respecto de soluciones concentradas.

Sobre la fase sólida seca que quedó retenida en el papel de filtro, ante el agregado de ácido clorhídrico, fue posible detectar el burbujeo que produce el desprendimiento del dióxido de carbono cuando se encuentran carbonatos en el sistema.



Figura 6: alumnos determinando la presencia cloruros.

### CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El concebir un currículo dentro de este marco referencial, recreado por los docentes en función de las necesidades de los propios alumnos, permitió privilegiar los procesos de aprendizaje, situando al docente de mediador del aprendizaje y al alumno como un sujeto reflexivo, crítico, investigador y constructor de sus saberes.

El uso de información concreta sobre sistemas endorreicos de nuestro país, que son estudiados por los docentes investigadores del Laboratorio de Aguas y Arcillas del departamento de Química, posicionó a los alumnos en un plano más cercano de discusión junto a sus profesores, donde se efectivizan los intercambios y negociaciones para aprender.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baschini M., Anguiano L., y Soria C. (2009), *Química Aplicada: Manual para el laboratorio y el aula*, Ciudad: Neuquén, Editorial EDUCO

Brown T., Lemay H. y Bursten B. (2005), *Química: la ciencia central*, México. 7ma. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

Bucher E., Coria R., Curto E. y Lima, J. (2006), Conservación y uso sustentable. *Bañados del río Dulce y Laguna Mar Chiquita*. Ciudad: Córdoba, Argentina. Editorial Bucher E., pp. 327-341.

Farmer V. (1974), *The Infrared Spectra of Minerals*, Mineralogical Society, London.

Perkins D. (1995). *La Escuela Inteligente*. Barcelona, Editorial Gedisa.

Piovano E., Ariztegui D., Bernasconi S and McKenzie J. (2004), *Stable isotopic record of hydrological changes in subtropical Laguna Mar Chiquita (Argentina) over the last 230 years*, *The Holocene* 14 (4). 525-535.

Skoog D., West D., Holler F. y Crouch S. (2001). *Química Analítica*. México. 7<sup>a</sup> Ed., McGraw-Hill.