



ISSN 2250-5717

Lhawet

Nuestro entorno

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)
Universidad Nacional de Salta

Volumen I • Número I • Diciembre 2011



NEKCHÁ-NA [2011] NILHOKEJ
HONHATIL
YEN-TAHYI-LAKANNEKCHÁ-YA

Lhawet

Nuestro entorno

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA • ARGENTINA

Volumen I • Número I • Diciembre 2011

ISSN 2250-5717



Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta • Argentina
Correo electrónico: revista.lhawet@gmail.com
Teléfono: 54 0387 4255592



Lhawet

Nuestro entorno

.....

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA • ARGENTINA

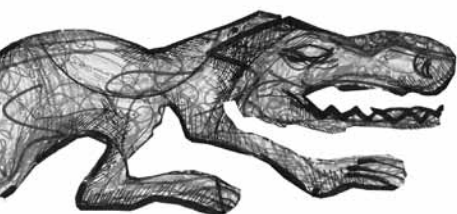
Volumen I • Número I • Diciembre 2011

ISSN 2250-5717



Córdoba 714 - Tel. 4 234572 - 4400 Salta

administracion@mundograficosa.com.ar



Lhawet

Nuestro entorno

Publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA • ARGENTINA

Volumen I • Número I • Diciembre 2011

ISSN 2250-5717

DIRECTORA

Marta L. de Viana

COMITÉ EVALUADOR INTERNACIONAL

Noemí Estela Acreche, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Antonio Elio Brailovsky, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Elize Cloette, Sud África

Raquel Cornejo, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Patricia Digíglio, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Coert Geldenhuys, Stellenbosch University, Sud Africa

Maura Kufner, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Jafet Nassar, Instituto de Investigaciones Científicas, Venezuela

Mónica Salusso, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Ana Silvia Simesen de Bielke, Universidad Nacional de Salta, Argentina

Ana María Vázquez, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina

SECRETARÍA DE REDACCIÓN

María Virginia Albeza

Alicia Rina Dib

Cecilia Moreno

Eugenia Giamminola

Liliana Moraña

EDICIÓN

Florencia Lance

Contenido

ECOLOGÍA Y ÉTICA

| | |
|--|---|
| Interacciones humanidad-naturaleza | 7 |
| Marta Quintana, Raquel Cornejo y Marta L. de Viana | |

ECOLOGÍA URBANA

| | |
|---|----|
| Buenos Aires, ciudad inundable | 15 |
| Antonio Elio Brailovsky | |

BIODIVERSIDAD

| | |
|--|----|
| Fitoplancton en ambientes de altura | 25 |
| María Mónica Salusso | |

| | |
|---|----|
| Polimorfismos con valor selectivo en ambientes de altura | 29 |
| Viviana Gabriela Broglia, María Virginia Albeza, Noemí Estela Acreche, Graciela Beatríz Caruso y Silvia De la Fuente | |

| | |
|--|----|
| Conservación <i>ex situ</i>: un banco de germoplasma de especies nativas | 35 |
| Marta Leonor de Viana, Marcelo Nahuel Morandini, Eugenia Mabel Giamminola y Rita Cecilia Díaz | |

| | |
|--|----|
| Biodiversidad y conocimiento local: la Reserva Natural Municipal de San Lorenzo | 43 |
| Alicia R. Dib y Marta L. de Viana | |

PEDAGOGÍA

| | |
|--|----|
| Las prácticas experimentales en la formación de profesores en Ciencias Biológicas | 51 |
| Cecilia Moreno y Patricia Valdés | |



Palabras preliminares

Lhawet significa en lengua wichí “nuestro entorno”.

Elegimos esta forma de llamarnos porque esta nueva publicación busca abordar los problemas ambientales locales, con una mirada profunda y múltiple, donde naturaleza, culturas y sociedades interaccionan para lograr perspectivas integradoras de las diferentes realidades y complejidades locales y/o regionales que ponen en peligro la biodiversidad natural y cultural.

Nuestro entorno, se propone propiciar espacios de encuentro, desde el INEAH (Instituto de Ecología y Ambiente Humano) de la Universidad Nacional de Salta, entre investigadores, docentes y estudiantes que se dedican al estudio de los vínculos entre la sociedad y la naturaleza a nivel local y/o regional –de manera no excluyente–, haciendo propio, uno de los principios fundantes de nuestra universidad: *mi sabiduría proviene de esta tierra*. En este sentido la propuesta es re-significar el conocimiento científico a partir del diálogo con otros saberes y realidades locales.

Lhawet se propone también como un espacio para el análisis, las sistematizaciones, los dimensionamientos y la difusión de las investigaciones cuyo objeto de estudio involucre los vínculos sociedad-naturaleza en ambientes con diferentes niveles y grados de alteraciones antrópicas, de manera que constituyan bases referenciales para la toma de decisiones informadas y responsables. Esto es integrar la ecología y la ética ambiental en la conservación de la diversidad biocultural.

Los esperamos con aportes que integren perspectivas, espacios de discernimiento, visibilidad y compromiso ambiental.

MARTA L. DE VIANA
ALICIA R. DIB

Ilustración de tapa: Guadalupe Rinaldi

Maestra de Arte. Profesora de Arte. Licenciada en Filosofía. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Salta.

Interacciones humanidad-naturaleza

Marta Quintana¹, Raquel Cornejo² y Marta L. de Viana³

1. marquint@unsa.edu.ar

2. raquelcorn@gmail.com

3. mldeviana@yahoo.com.ar

Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH), Universidad Nacional de Salta
Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina

RESUMEN

Este trabajo se propone ofrecer una mirada en perspectiva histórica y crítica del panorama de las relaciones entre la humanidad y la naturaleza, teniendo en consideración los factores naturales-ecológicos y filosófico-éticos y que resultaron determinantes en la composición de los vínculos. De allí la esquematización en etapas que nos permiten comprender en el tiempo y comparativamente las estrategias que la humanidad se dio y las transformaciones que se produjeron. El impacto de la huella ecológica y las variaciones que a su vez se operaron en el plano de la facticidad ética, nos conducen a profundizar la discusión a los fines de modificar nuestro comportamiento con la naturaleza.

Palabras clave

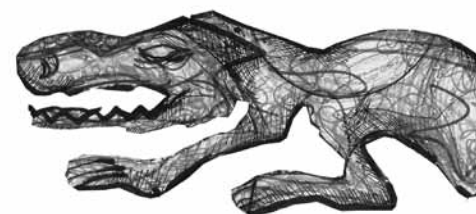
Humanidad, naturaleza, interacciones, huella ecológica, ética

ABSTRACT

In this work we try to offer an historical and critical perspective of the relationships humanity and nature, taking into account the natural –ecological and philosophical– ethical factors that turned out to be of relevance in the links built-up. We propose some stages that may allow us to understand historical and comparatively, the human strategies and the transformations that took place. The impact of our ecological footprint and the variations that in turn occurred in the area of ethical facts, induces us to deepen the discussion in order to modify our behavior with nature.

Keywords

Humanity, nature, relationships, ecological footprint, ethics



El estudio de las interacciones entre la humanidad y la naturaleza, dada la complejidad que presenta esta temática, requiere de la interdisciplina especialmente entre ciencias humanas y naturales. De esto resulta que ciertos temas comunes necesitan de las respuestas filosóficas y biológicas que se dan tanto desde la ética como desde la ecología. Por ejemplo, desde la ética aplicada sostenemos la necesidad de tener un conocimiento informado aunque no experto sobre ecología y ciencias ambientales, lo que se puede lograr a partir de la confluencia de los marcos epistémicos en los que se generan los conocimientos.

Pretendemos un análisis en el plano de la facticidad ética. Llegar desde la reflexión filosófica a ahondar sus fundamentos y relevar las transformaciones que se operaron históricamente en el conocimiento respecto del ambiente y de las conductas de nuestra especie.

Desde una perspectiva filosófica –en coincidencia con Larrère (1999)– entendemos por naturaleza al conjunto de todo lo que existe: el mundo, el Universo, pero también aquello que singulariza a algo existente, su principio o esencia. Así, la naturaleza queda del lado de lo viviente, de lo susceptible de generación y corrupción, lo cambiante. Al mismo tiempo, naturaleza es lo que se mantiene, lo permanente, lo estable, del lado del ser o del orden. Esta polisemia se refuerza cuando se pasa de lo descriptivo a lo normativo, del registro de la verdad al registro del bien.

Por vínculos humanidad-naturaleza entendemos el conjunto de interacciones (predación, parasitismo, competencia, mutualismos) que se dan en los seres humanos entre sí, con los integrantes de los tres dominios (Eubacteria, Archaea y Eucaria) y con el entorno físico-químico, lo que da lugar a distintas formas de apropiación y ajuste a las condiciones y los recursos. Acordamos con Begon, Tonwsend y Harper (2006) que condición “es cualquier factor abiótico que varía en espacio y en tiempo y que influye en la distribución y abundancia de los organismos pero que no puede ser agotado”. Por ejemplo la temperatura, la humedad, el pH, entre otros. Un recurso es todo lo que puede ser consumido por los organismos y, por lo tanto, pueden agotarlos y volverlos menos asequibles para otros organismos. Por ejemplo el agua, los alimentos, los sitios de anidamiento.

Por lo tanto, la vinculación de la humanidad con la naturaleza presenta un complejo espectro de análisis. Si acotamos esta relación del ser humano con el entorno, ésta ha sido tan fluctuante como lo fue el mismo desarrollo humano. Las modificaciones introducidas en el ambiente desde los comienzos de la humanidad son innegables y su justificación estuvo sustentada por concepciones de orden religioso, filosófico, científico, político y económico. Baste recordar que en el orden religioso el creacionismo dio una respuesta aún vigente basada en la divinidad y en el orden científico la teoría de la evolución se constituyó en el paradigma que explicó los mecanismos responsables del árbol único de la vida.

Entre las respuestas que se dieron desde los distintos órdenes, se privilegiaron valores que fueron cambiando. Así unicidad, armonía, equilibrio, orden, estabilidad, diversidad, complejidad, incertidumbre, fueron características que los humanos atribuyeron a su entorno. Las concepciones científicas se modificaron como así también el *Ethos*, dando cuenta de la vida en permanente transformación.

La relación que la humanidad ha sostenido con la naturaleza ha sido diferente de acuerdo a los momentos históricos por los que ha pasado; en consecuencia, su actitud ante ella ha sido múltiple y ha obedecido principalmente a los cambios en su estructura cognoscitiva individual y social y a la inserción en su entorno particular o sea el ambiente, derivando en percepciones distintas, tanto del espacio, del tiempo y de la vida en general. Es en este contexto que distinguimos diferentes momentos históricos en las interacciones humanidad-naturaleza. Algunos autores señalaron también diferentes momentos en esta relación, como Larrère (*op.cit*) y Ojeda Sampson (2008). Trataremos este tema teniendo en cuenta las siguientes etapas: **mítica**, desde los inicios de la humanidad hasta la Época Antigua; **búsqueda**, abarca la Era Antigua hasta el Medioevo, donde situamos la etapa de la **trascendencia**; posteriormente, la de la **experiencia** que abarca desde el Renacimiento hasta la Revolución Industrial y tecnológica (mediados del siglo xx) y finalmente la etapa **crítica**, desde los años 60 hasta la actualidad, que se caracteriza por una sensibilización con los impactos en la naturaleza que ponen en peligro la supervivencia de la vida en el planeta. Así emerge la crítica en el doble sentido de investigación y de posibilidad de transformación de las conductas.

1. MÍTICA

En esta etapa de interacción, el fin de todos los seres vivos era la supervivencia de la especie. Así, la humanidad no se percibía como diferente a la naturaleza. Originariamente hubo un pacto del hombre y su entorno, fue el hombre el que impuso sentido a la naturaleza pero, a la vez, fue la naturaleza la que aseguró la completa realidad del hombre quien estuvo directamente como presencia y adherido a lo natural. El mito expresó un primer acercamiento al conocimiento que el hombre adquirió de sí mismo y de su entorno (Gusdorf, 1960). Esta relación del ser humano y su entorno se correspondió con la Prehistoria y estaría relacionada con el surgimiento de la cultura que se caracterizó por el empleo de herramientas simples que facilitaron el uso de la energía por individuo y por unidad de tiempo. El consumo energético era fundamentalmente endosomático; es decir, la energía consumida y utilizada dependía del peso de la persona, del tipo de actividad y estaba dirigida a su mantenimiento y supervivencia. Los grupos humanos tanto a nivel global como local eran reducidos. Se estima que al final de este período la población humana era de 5 millones de habitantes (cuadro 1) y los bosques cubrían unas 4.200 millones de hectáreas, lo que equivale a dos terceras partes de la superficie terrestre.

En este contexto, una herramienta que nos ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad, es la huella ecológica que se estima a partir del área biológicamente productiva, necesaria para producir los recursos que una población humana dada utiliza y absorber los desechos que la misma genera. En esta etapa, la huella ecológica de las poblaciones humanas era similar a la de las otras especies ya que el capital natural era enorme con relación al tamaño de la población y al uso de los recursos, en relación a su disponibilidad.

Al final de esta etapa se produce una revolución en los vínculos humanidad-naturaleza, marcada por el surgimiento de la agricultura, lo que posibilitó una mayor eficiencia en

| Año | Población humana | | | | | | |
|------------|------------------|--------|------|--------|---------|---------|---------|
| | Mundo | Africa | Asia | Europa | A del N | A del S | Oceanía |
| 100.000 ac | 0,1 | | | | | | |
| 10.000 ac | 10 | | | | | | |
| 1.000 ac | 50 | | | | | | |
| 1 dc | 200 | | | | | | |
| 1000 | 310 | | | | | | |
| 1750 | 791 | 106 | 502 | 163 | 16 | 2 | 2 |
| 1800 | 978 | 107 | 635 | 203 | 24 | 7 | 2 |
| 1850 | 1262 | 111 | 809 | 276 | 38 | 26 | 2 |
| 1900 | 1650 | 133 | 947 | 408 | 74 | 82 | 6 |
| 1950 | 2629 | 331 | 1398 | 547 | 167 | 172 | 13 |
| 1970 | 3692 | 357 | 2143 | 656 | 285 | 232 | 19 |
| 1980 | 4435 | 470 | 2632 | 692 | 361 | 256 | 23 |
| 1990 | 5264 | 622 | 3168 | 722 | 442 | 284 | 27 |
| 2000 | 6.071 | 796 | 3680 | 728 | 520 | 316 | 31 |
| 2005 | 6454 | 888 | 3918 | 724 | 558 | 332 | 33 |

Fuente: Modificado de Oficina de Censos de los Estados Unidos. Reloj de la población mundial. Adquirido en <http://www.census.gov/ipeds/www/pop-clock/world.html> ([https://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci3n_humana_UNFPA_\(2008\).State_of_world_population_Reaching_common_ground:_culture,_gender_and_human_rights](https://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci3n_humana_UNFPA_(2008).State_of_world_population_Reaching_common_ground:_culture,_gender_and_human_rights)).

Cuadro 1
Población humana en el mundo y por continente

el uso de la energía y permitió un crecimiento sostenido de los grupos humanos conjuntamente con el comienzo de la sedentarización. Esto implicó una profundización de la huella ecológica ya que la revolución de la agricultura se relaciona con un incremento de la población humana de 5 a 100 millones de habitantes en los últimos 5000 años de este período (cuadro 1).

2. BÚSQUEDA

Esta segunda etapa estaría relacionada con el paso del mito al logos y estuvo representada, al menos en Occidente, por el mundo griego en el sentido de un paso de las explicaciones mágicas a las científicas. El interés era el de descubrir el por qué de los fenómenos y explicar el origen de todas las cosas. A través de los siglos las respuestas fueron múltiples, culminando con la sistematización realizada por Aristóteles quien estructuró el mundo a partir de distintas perspectivas científicas: psicológica, biológica, metafísica, jurídica, política, ética, física, entre otras. Son especialmente importantes los tratados botánicos y zoológicos de Aristóteles, de Teofrasto y posteriormente de Plinio que hablan de los lugares más favorables para las especies y de su distribución en diferentes áreas geográficas. La naturaleza se convirtió en objeto de investigación.

La agricultura organizada y la sedentarización se afianzaron en grupos humanos de mayor densidad. En esta fase, se incorporó la energía exosomática con el empleo de animales domesticados. Esto incidió en la huella ecológica debido al incremento del tamaño de la población a nivel mundial y especialmente a niveles locales, donde se manifestaron restricciones acotadas espacialmente debido a sobre-explotaciones, al agotamiento de algunos recursos, a la producción de desechos y a enfermedades. Prueba de ello son algunas obras de escritores griegos y romanos que fueron sensibles a la destrucción ambiental, destacando los procesos de deforestación, erosión y degradación, que originaron conflictos bélicos. De allí el mito recurrente de la existencia de una "edad de oro" en la que la Madre Tierra ofrecía generosamente sus recursos (Merchant, 2003). Al final de la Época Antigua se conformó la religión cristiana.

3. TRASCENDENCIA

Se inicia a partir de la ruptura con el mundo clásico y lo alcanzado en el plano filosófico. La visión cristiana sobre la naturaleza y el ambiente heredó del judaísmo la noción del tiempo lineal que fue posteriormente conceptualizada por San Agustín, entre otros. Previo al cristianismo el hombre concebía al tiempo de manera cíclica y con la nueva religión se convirtió en un tiempo lineal con explicaciones teleológicas o finalistas.

El hombre compartía la trascendencia con Dios sobre la naturaleza separándose de la misma y poniéndola a su servicio. Willott y Schmidt (2002) destacaron que la victoria del cristianismo sobre el paganismo constituyó "la mayor revolución psíquica en la historia de nuestra cultura" que aún tiene vigencia y se refleja en la concepción de "una fe implícita en el progreso perpetuo", desconocido en la antigüedad greco-romana o en Oriente.

En este período, existirían dos versiones de la interacción humanidad-naturaleza: una de ellas, la del amo y señor basada en la cita bíblica "creced, multiplicaos y dominad la Tierra"; la otra interpretó que la relación humanidad-naturaleza debía ser de cuidado y preservación: *la versión del custodio*. Los recursos y las especies fueron creados por Dios y el hombre no debía destruirlos o malgastarlos (Atfield, 1991). En esta línea, durante la Edad Media, se podrían enmarcar algunos curiosos eventos relacionados con juicios a animales que atacaban los cultivos. Tanto es así, que se registraron sentencias de jueces episcopales que ordenaron a los campesinos mantener una parte de los cultivos o de los bosques para alimento de los herbívoros por ser éstos criaturas creadas por Dios (Ferry, 1994).

El dogma cristiano de la Creación que narra la Biblia está de acuerdo con una concepción de una naturaleza divina y creada y de allí que se originó la teología natural concebida como un sistema de símbolos, para una mejor comprensión de la obra de Dios.

En este extenso período y respecto de las interacciones humanidad-naturaleza podemos destacar que en los 1000 años desde el inicio de la Era Cristiana, el tamaño de la población ascendió a 310 millones de personas. En Europa, la

población creció de 36 millones, en el año 1000 a 80 millones en tan sólo 300 años, lo que produjo un incremento en la presión sobre los sistemas naturales para su transformación en sistemas agrícolas y ganaderos, con el correspondiente impacto en la disminución de los bosques. Las ciudades crecieron conjuntamente con las tecnologías agrícolas, profundizando la transformación del paisaje. Las variaciones climáticas provocaron, repetidas veces disminuciones en la producción con las consecuentes hambrunas.

En los siglos XIV y XV, numerosas epidemias diezmaron poblaciones humanas, lo que permitió la recuperación de los bosques y de la fertilidad de los suelos. Luego de esas crisis la población pasó de unos 90 millones, en el siglo XVII, a 200 millones en el siglo XIX (Merchant, 2003). A nivel mundial, de 791 millones en el año 1750, a 1.262 millones en cien años (1850) (cuadro 1). La presión poblacional fue acompañada con el surgimiento del capitalismo mercantil que transformó la sociedad europea a partir del siglo XVI y se extendió al Nuevo Mundo con su conquista y dominación.

4. EXPERIENCIA

Las relaciones humanidad-naturaleza comenzaron a cambiar significativamente debido a la influencia de las ideas renacentistas, momento en que se pasó de una visión teocéntrica a una antropocéntrica. Este nuevo concepto ubicó al ser humano en un lugar privilegiado no por un designio divino sino por derecho propio. El concepto de individualidad se conformó en el Renacimiento y representó un enorme desarrollo cognitivo en el individuo que tuvo grandes alcances y conformó toda una corriente de pensamiento: el humanismo.

En esta individuación se profundizó la ruptura en la interacción de la humanidad con la naturaleza reduciéndola al plano del utilitarismo y materialismo, erosionando el sentido de comunidad y de pertenencia a la tierra.

Esta nueva forma de pensarse buscaba bases filosóficas no metafísicas para la comprensión de las cosas y del ser humano en sí. El encuentro consigo mismo como individuo y sujeto distinto de los otros y de su comunidad, abrió la puerta a nuevos estilos de vida, pero también llevó a aquel a una separación interna que lo conduciría a transformar la relación con la naturaleza y con los otros.

Así como en la filosofía tradicional se concebía al universo como un organismo, a partir del siglo XVII se sustituyó por la idea del Universo como máquina y con la experimentación como método de investigación, fue a la búsqueda del orden en el Universo y por ende en la naturaleza. Esto obedeció en parte a los cuestionamientos sobre las restricciones impuestas por la Iglesia que afectaban la libertad de los individuos, en perjuicio de la sociedad como totalidad.

En la visión mecanicista del mundo, la naturaleza aparecía como inanimada, carente de alma, muerta e insensible. Además, una de las interpretaciones referida al derecho del hombre a someter a la naturaleza, en el sentido de que había sido creada para su beneficio, dio pie para que se obrara sobre ella destructivamente y sin culpa. La naturaleza se convirtió en objeto de estudio, experimentación y explotación.

Con la ciencia y la técnica comenzó una profunda y sistemática transformación de la naturaleza y los impactos se volvieron decisivos alcanzando intensidades y magnitudes cada vez mayores, al punto que superan la capacidad de asimilación y reacción de la naturaleza. Larrère refiere este

momento como el de “experimentar” y en él, la naturaleza ya no está unificada sino que es reducible a la materia y se enuncia en términos de extensión y movimiento. El conocimiento se piensa como dualidad de sujeto y objeto fundada en Descartes sobre la separación ontológica entre pensamiento y extensión que pone al hombre aparte de la materia. Esto conduce a la separación entre moralidad y naturaleza. Sin jerarquía ni causas finales la naturaleza es axiológicamente vacía. No ofrece normas a la actividad humana. El mundo medieval animado y habitado por fuerzas ocultas, desapareció.

Francis Bacon, empleó la imagen de una mujer torturada por las invenciones mecánicas, para explicar el método científico y argumentó que el nuevo hombre de la ciencia no debía pensar que la inquisición de la naturaleza fuera prohibida o interdicta. La naturaleza debía estar destinada al servicio y se la debía esclavizar, restringir y moldear con las artes mecánicas. La ciencia se enseñoreó junto con la idea de progreso y el crecimiento material, fruto del desarrollo científico-tecnológico del capitalismo del siglo XX, desnudó la problemática ambiental.

“La crisis nace del duelo por la idea del progreso ilimitado cuando descubrimos que los mismos éxitos de nuestra empresa sobre la naturaleza revelan la fragilidad de las condiciones naturales sensibles a nuestra acción y de las cuales permanecemos dependientes. La naturaleza otrora poderosa se convierte en frágil y amenazante porque está amenazada: tanto los equilibrios ecológicos necesarios para nuestra existencia como los fundamentos biológicos de nuestra humanidad se vuelven precarios” (Larrère, 1997).

En esta etapa, y al mismo tiempo en que la física se convirtió en el modelo hegemónico de la ciencia, comenzó a conformarse la ecología como una nueva forma de comprender la naturaleza a partir de las interacciones entre los seres vivos. Es indudable la profunda influencia generada por la publicación de *El origen de las especies* de Charles Darwin en 1859, en el pensamiento contemporáneo en general y ecológico en particular.

Coetáneo de Darwin e influido por su libro, Ernst Haeckel definió la ecología como la investigación de todas las relaciones de los animales con su ambiente orgánico e inorgánico, incluyendo sobre todo las relaciones amistosas y de enemistad con los animales y plantas con los que, en tales ambientes, entran en contacto directo o indirecto. A pesar del impacto provocado por Darwin, en la ecología eran comunes los trabajos relacionados con una perspectiva utilitarista de las especies para beneficio humano. Por ejemplo, Stephen Forbes, con gran influencia de Darwin, emprendió análisis detallados de las relaciones alimenticias de insectos, aves y peces dentro de la comunidad, ya que consideraba que era necesaria una exacta información antes de que pudiera asignarse un valor a las especies. Es decir, integró sus creencias tradicionales basadas en una visión teleológica de la naturaleza, como armoniosamente regulada para el beneficio de todos, de acuerdo con la voluntad divina (Real y Brown, 1991).

La ciencia de la ecología tuvo un crecimiento dinámico e integrador y se convirtió en el nexo entre las ciencias naturales y sociales, debido a que es imposible estudiar la distribución, la abundancia y las interacciones –a nivel de los individuos, las poblaciones o las comunidades–, excluyendo a nuestra especie, sus actividades e impactos en la naturaleza.

| País | Población (millones) | Hectáreas / persona (1997) | | |
|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|---------|
| | | Huella ecológica | Capacidad ecológica | Déficit |
| Argentina | 35.7 | 3.2 | 5.3 | +2.1 |
| Australia | 18.2 | 8.9 | 9.4 | +0.5 |
| Austria | 8.2 | 5.9 | 4.0 | -1.9 |
| Brasil | 163.1 | 2.2 | 10.9 | +8.7 |
| China | 1243.7 | 1.8 | 0.8 | -0.9 |
| Dinamarca | 5.2 | 10.3 | 5.6 | -4.7 |
| Francia | 58.5 | 7.3 | 4.1 | -3.2 |
| Alemania | 82.2 | 6.0 | 2.4 | -3.6 |
| India | 960.2 | 0.7 | 0.7 | 0 |
| Japón | 125.6 | 5.6 | 0.8 | -4.8 |
| Estados Unidos | 271.6 | 12.5 | 5.5 | -7.0 |
| Mundo | 5848.7 | 2.9 | 2.1 | -0.7 |

Fuente: www.redefiningprogress.org

Cuadro 2
Huella ecológica del mundo y de algunos países

En esta etapa, el crecimiento de nuestra población conjuntamente con la explotación de los recursos y la eliminación de desechos, muestra ritmos acelerados. Por ejemplo, los años necesarios para la duplicación del tamaño de la población disminuyen (cuadro 1). Este crecimiento poblacional ocasionó presiones ambientales cada vez mayores por las demandas de alimentos, agua, combustibles y otros recursos naturales. El crecimiento ocurre a ritmos diferentes –entre y dentro de capa población y/o cultura– y dependen tanto de la tecnología empleada como de la cultura e influyen, a su vez, en las pautas de consumo de la población. Esto se refleja en la profundización de la huella ecológica.

5. CRÍTICA

La última fase, la etapa crítica, surge en la década del 60 del siglo XX, con el comienzo de la sensibilización sobre la crisis ambiental, conjuntamente con el desarrollo y consolidación de movimientos sociales, en especial los ambientalistas. Aquí se plantea la recomposición y resignificación de los vínculos humanidad-naturaleza. Sin embargo, es necesario destacar que la concepción hegemónica tanto a niveles locales como global es la de continuar con la explotación de los recursos de la naturaleza.

En esta última etapa, el conocimiento de las ciencias ambientales nos ha permitido identificar cuán integrados estamos los seres humanos a la naturaleza y al planeta Tierra y, al mismo tiempo, nos mostró la fragilidad de la relación. El desarrollo coevolutivo entre la naturaleza y la cultura es lo que configura la historia humana. Al haber negado durante tanto tiempo los procesos interactivos determinantes para la vida humana se operó una saturación en la naturaleza, que hoy desafía a la humanidad a modificar sus conductas, a replantear sus prácticas con la naturaleza y a comprender que la misma tiene límites por lo que debe ser “respetada, conservada y preservada”, como dice Larrère (1997).

En la actualidad nos enfrentamos con el cambio global, producto de nuestras actividades en la biosfera. Lo que queremos destacar es que los problemas, que en otras etapas se evidenciaban en escalas locales, hoy impactan a nivel biosférico: cambio climático, deforestaciones, desertificación, erosión de los suelos, agotamiento del stock de peces,

disminución de la fertilidad de los suelos, agotamiento de las aguas subterráneas... Todo esto en un mundo cada vez más urbanizado y polarizado por las abismales diferencias en el acceso y la distribución de los recursos y en los impactos y riesgos que estas apropiaciones ocasionan.

La huella ecológica mundial fue estimada en 1997 en 2.9 hectárea/persona y la capacidad ecológica en 2.1 hectárea/persona, lo que revela un déficit. Esta estimación esconde la enorme e injusta desigualdad Norte-Sur en el acceso a los recursos y en la producción de desechos. Esto es válido al estimarla para cada país. El déficit de los países industrializados, producto de los elevados niveles de consumo, provoca una mayor presión sobre los recursos de los países que todavía cuentan con territorio, productividad de los suelos y recursos en general (cuadro 2).

Frente a la crisis ambiental, producto de nuestras actividades y concepciones sobre la naturaleza, el desafío actual es cómo lograr la reconciliación y respeto necesarios para la continuidad de la vida. Hablamos de crisis de naturaleza a partir de la noción de límites, en contraposición al modelo hegemónico de crecimiento ilimitado.

Hay quienes atribuyen la crisis ambiental a los desarrollos de la ciencia y la tecnología, a la concepción cristiana del mundo en el sentido que el ser humano es el señor y dueño de la naturaleza, a Descartes por considerar a los animales como máquinas, a la ideología neoliberal por basarse en el desarrollo y la eficiencia, e incluso a la pobreza y superpoblación del Tercer Mundo, proclamada en el informe Brundtland.

Encontrar un culpable no soluciona la cuestión porque se sigue analizando el problema aisladamente y la crisis en la que se encuentran inmersos los científicos, los políticos y los filósofos, demuestra la complejidad del análisis que debe realizarse.

Las teorías científicas tradicionales no alcanzan para abordar la complejidad. Es por ello que autores como Funtowicz y Ravetz argumentan que cuando la incertidumbre y la complejidad de los problemas son altos, la ciencia normal no es suficiente y es necesario abordar los problemas ambientales desde una ciencia post-normal. En esta ciencia post-normal “la tarea no es ya la de expertos individuales que descubren **hechos verdaderos** para sustentar **buenas**

políticas, más bien se trata de una tarea que recae en una comunidad extendida, que evalúa y gestiona la calidad de los *inputs* científicos en procesos complejos de toma de decisiones donde los objetivos son negociados desde perspectivas y valores en conflicto” Funtowicz y Ravetz (1993).

Esto significa poner en cuestión el rol de la ciencia. Esta propuesta introduce nuevas variables que resultan imprescindibles: incertidumbre, riesgo y valores puestos en juego. La noción de riesgo aparece en todos los ámbitos de las sociedades contemporáneas y se visualiza con mayor nitidez por la crisis ambiental que se estudia en el marco teórico del cambio global. Incluye peligros que pueden comprenderse como daños reales o potenciales para la salud, tanto de los seres humanos como de los ecosistemas y que resultan de las acciones u omisiones de los seres humanos en la interacción con la naturaleza. Lo paradójico de esta crisis es que muchas veces es necesario que se produzca una catástrofe para comenzar a considerarla.

Frente a esta crisis, también desde la filosofía, surgen propuestas que aportan en el análisis de la relación humanidad-naturaleza que ponen el acento en el problema del sujeto y del objeto moral. Es decir **quién** toma las decisiones éticas y es moralmente responsable de ellas y **qué** es lo que tiene valor ético. Con respecto al objeto moral, éste es un problema que se encuentra en el centro de la ética ambiental y se expresa en el desacuerdo entre dos posiciones antagónicas: **antropocentrismo**, la vida humana es éticamente más valiosa que todas las otras formas de vida y **biocentrismo**, la vida humana no tiene mayor valor ético que algunas o todas las formas de vida (Attfield 1991, Kwiatkowska e Issa 1998).

La posición que está por la supremacía ética de los humanos sobre todas las otras formas de vida, destaca cualidades éticas relevantes que sólo los humanos poseen, como ser: cualidades biológicas, psicológicas, sociales y filosóficas. Estas cualidades están conectadas entre sí; el desarrollo de nuestros cerebros vuelve posible nuestra conciencia y poder de pensamiento lógico, los que constituyen las bases de nuestras relaciones sociales. Sin embargo, aún se debate si estas características son decisivas para convalidar el lugar privilegiado de los seres humanos en la naturaleza.

Por otra parte, las posiciones biocéntricas sostienen que otras formas de vida tienen el mismo valor ético que los humanos. Estas posturas han ido ampliando el objeto de consideración moral teniendo en cuenta cualidades como la conciencia (mamíferos superiores), la capacidad de sentir dolor (aves, reptiles y mamíferos), el simple hecho de poseer vida (incluiría todas las formas de vida ya que la diversidad de especies que hoy existen en la biosfera provienen de un antepasado común, lo que les otorga un valor intrínseco) y, finalmente, otra cualidad es la integridad. El objetivo ético relevante es la salud, integridad o elasticidad de la naturaleza como un todo y depende de nuestra visión acerca del funcionamiento de los ecosistemas.

Como puede observarse, la ética ambiental constituye un campo vasto que incluye diversas perspectivas de análisis, con consecuencias directas tanto en la consideración de políticas de conservación como a la hora de tratar los problemas ambientales generados a partir de nuestras actividades, tanto individuales como colectivas, en el ambiente.

Somos conscientes que los distintos momentos históricos que hemos señalado constituyen una simplificación y ade-

más son arbitrarios y no tienen la intención de encubrir las diversidades y complejidades presentes en cada uno. Sin embargo, los hemos pensado en función de facilitar un análisis a los efectos de intentar comprender la situación actual.

En nuestra opinión, el acceso riguroso a la ecología como ciencia pertinente y a las demás ciencias ambientales y sociales, junto a la reflexión crítica desde la filosofía, pueden contribuir dentro de un diálogo interdisciplinario, a la crítica en la transformación de los conocimientos y los comportamientos. Así, para lograr la reconciliación o el respeto, consideramos necesario re-plantear y re-significar críticamente los vínculos que establecemos entre nosotros los seres humanos y con los demás seres vivos para garantizar la continuidad de la vida.

Finalmente, pensamos que las interacciones que caracterizaron los vínculos humanidad-naturaleza, han sido plurales en cada etapa, coexistiendo posturas de explotación, destrucción y dominación conjuntamente con aquellas que advertían sobre las consecuencias de esos comportamientos que atentaban contra la vida. Los principales problemas que enfrentamos en la actualidad, tienen que ver con la persistencia de esas conductas, acentuadas por el tamaño de nuestra población y el uso extraordinario de energía, materiales e información y las tecnologías que empleamos para la extracción y apropiación de los recursos y su injusta distribución. Es urgente lograr una disminución de nuestra huella ecológica y a la vez re-plantear los modelos de dominación de las culturas hegemónicas, al tiempo que debemos ser conscientes de los riesgos que encierran las soluciones planteadas a partir de más tecnologías eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Attfield, R. 1991. The ethics of environmental concern, Georgia: The University of Georgia Press.
- Begon, M., C.L. Tonwsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. 4th Edition, Boston, Blackwell Publishing.
- de Viana, M.L., Cornejo, R. y Quintana, M. 2000. “Aspectos históricos y epistemológicos de la Ecología”, en: Pio García, Sergio Menna y Victor Rodríguez (eds). Selección de trabajos, X Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia. Vol 7: 111-117, Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- de Viana, M.L. 2001. “Los vínculos humanidad naturaleza: de los problemas puntuales al cambio global”. En: Selección de trabajos del “Encuentro de fin de siglo: Latinoamérica, realidades, utopías y proyectos”. Pp 29-36. Salta: Milor.
- Ferry, L. 1994. El nuevo orden ecológico: el árbol, el animal, el hombre. Barcelona: Tusquets.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J.R. . 1993. Epistemología política. Ciencia con la gente. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Gusdorf, G. 1960. Mito y metafísica, Buenos Aires: Nova.
- Haldane, J. 1995. “La ética medieval y renacentista”. En: Singer, P., Compendio de Etica (199-215), Madrid: Alianza
- Kwiatkowska, T. e Issa, J. 1998. Los caminos de la ética ambiental. Mexico D.F.: Plaza y Valdés.

- Larrère, C. 1999. *Les philosophies de l'environnement*. Paris: Presses universitaires de France.
- Larrère, C. 1997. *Du bon usage de la nature*. París: Aubier.
- Leff, E. 1998. *El Saber Ambiental*. Madrid: Siglo XXI.
- Leff, E. 2000. *La Complejidad Ambiental*. Madrid: Siglo XXI.
- Merchant, C. 2003. *Reinventing Eden. The fate of nature in western culture*. New York: Routledge.
- Michael, M.A. 2001. "How to interfere with nature". *Environmental ethics*, Volume 23, pp135-154.
- Ojeda Sampson, A. 2008. El rompimiento de la humanidad con la naturaleza. Un abordaje desde la dialéctica crítica, *Revista Tecsisécatl*, Universidad de Málaga, UAG, Volumen 1, número 4. Extraído el 4 de abril de 2009 desde: <http://www.eumed.net/rev/tecsisecatl/n4/aos.htm>
- Quintana, M., de Viana, M.L. y Cornejo, R. 2004. "Ambiente y ética: un problema contemporáneo de la cultura". En: Bravo, S.M. y R. Caramela de Gamarra, Selección de trabajos del I Congreso Internacional La cultura de la cultura en el Merco sur, Salta: Ministerio de Educación de la provincia de Salta, Secretaría de Cultura. Dirección General de Acción Cultural., pp. 698-706.
- Real, L.A. y Brown, J.H. 1991. *Foundations of ecology. Classic papers with commentaries*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Willott, E. y Schmidtz, D. 2002. "Introduction. Why environmental ethics?". In: Schmidtz D. & E. Willott. *Environmental Ethics. What really matters, what really works*. Oxford: Oxford University Press.

Buenos Aires, ciudad inundable

Antonio Elio Brailovsky

Universidad de Buenos Aires
brailvosky@uolsinectis.com.ar

RESUMEN

En este trabajo se abordan interrogantes y explicaciones sobre las causas que hicieron de Buenos Aires una ciudad inundable. La hipótesis central es que los desastres naturales no existen, constituyen la expresión social de un fenómeno natural. Con un análisis que parte de la época colonial y las fundaciones de la ciudad, destaca aspectos de una cultura que tiende a ocultar la importancia del entorno natural y nos dificulta la percepción de los fenómenos naturales.

Palabras clave

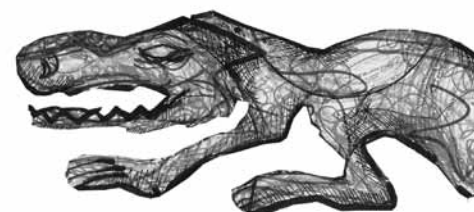
Inundaciones, Buenos Aires, desastres naturales, fenómenos sociales

ABSTRACT

Insights and explanations on the causes that made of Buenos Aires a flooding city are address in this paper. The main hypothesis is that natural disasters don't exist, they are a social expression of a natural phenomenon. The analysis begins with the colony and the city foundations and shows some features of a culture that trays to hidden the importance of the natural environment and interferences with the perception of natural phenomena

Key words

Flooding, Buenos Aires, natural disasters, social phenomena



INTRODUCCIÓN

Este trabajo intenta ayudar a comprender un equívoco: ¿cómo es que Buenos Aires llegó a inundarse? ¿De qué modo, por qué vías, qué conjunto de mecanismos naturales y sociales hicieron que cada vez que llueve la ciudad se detenga?

Se ha escrito mucho sobre las inundaciones en el área metropolitana de Buenos Aires. Tenemos infinidad de explicaciones, algunas parciales, como las que ponen el acento en el diámetro de los caños o en su mantenimiento. Otras son coyunturales, como las que atribuyen el fenómeno a las sudestadas, sin decir por qué pusimos tantas áreas urbanas en la zona de influencia de las crecidas.

El tema de las inundaciones urbanas ha sido estudiado desde diversos ángulos y con una enorme solvencia^{1,2,3,4} aunque aún nos falta una perspectiva transdisciplinaria. La hipótesis central de este artículo es que los desastres naturales no existen, sino que nos encontramos ante la expresión social de un fenómeno natural. La inundación de Buenos Aires no es obra de la fatalidad. Para lograr que se inundara fue necesario un proceso de lenta construcción social. Decir que sólo lo podemos entender desde una perspectiva histórica es casi redundante: ocurre lo mismo con todos los fenómenos que involucran a los seres humanos. Por eso este trabajo pone el acento en lo que hicimos con Buenos Aires en sus primeros siglos, lo que condicionó el urbanismo posterior.

Este trabajo surge, entonces, de un desconcierto: ¿por qué nuestra cultura tiende a desconocer la importancia del entorno natural y produce hechos urbanos vulnerables, por ejemplo, a las inundaciones? ¿Qué nos ha ocurrido para que seamos incapaces de percibir los fenómenos naturales que tenemos delante de los ojos? ¿Por qué la naturaleza se nos vuelve invisible, aún para una mirada profesional, entrenada y sensible? ¿Por qué los decisores políticos parecen incapaces de comprender este aspecto de la ciudad que están administrando? Como si el cubrir una superficie con cemento fuera motivo suficiente como para que dejaran de funcionar allí las mismas leyes físicas que en su entorno.

LAS INUNDACIONES DURANTE LA FASE COLONIAL

En el período colonial existe una especificidad en la política urbana y la relación con la naturaleza, reflejada en las Leyes de Indias y las actitudes de las autoridades. El escaso desarrollo de la tecnología impide grandes intervenciones sobre el medio natural. Al mismo tiempo, esa situación posibilita una mirada ingenua sobre los mecanismos de la naturaleza, que permite respetarlos y convivir con ella.

La fundación de ciudades en América seguía normas precisas, fijadas por las Ordenanzas de Población, las que establecían restricciones para la edificación en terrenos inundables. Estas normas se cumplieron estrictamente durante la fundación de Juan de Garay (1580), como lo demuestran los planos de los que disponemos.

No parece haber ocurrido lo mismo con la primera fundación hecha por Pedro de Mendoza en 1536. A pesar de que el cronista Ulrico Schmidl dice con gran seguridad que “fundamos una ciudad”, no hay que confiar demasiado en los criterios urbanísticos de nuestro primer cronista⁵.

Si nuestra lectura de los testimonios es correcta, Mendoza parece haber inaugurado la práctica de construir sin tener en cuenta las limitantes del medio natural. La primitiva Buenos Aires se fundó junto al Riachuelo, en un lugar que durante mucho tiempo estuvo sujeto a discusión, dado que no poseemos ningún plano confiable del sitio^{6,7}. Sabemos de por lo menos una inundación importante ocurrida durante la brevísima gestión de Mendoza, que afectó el área edificada. En la primavera de 1536, se destruyó completamente una iglesia recién construida, ya que “se la llevó la corriente del río”⁸. Esto equivale a decir que esa iglesia fue construida en la parte baja de la barranca del Río de la Plata, quizás por haberse creído que ya no era una barranca activa, y por no haber reconocido la vegetación característica de las áreas anegables. Es decir, que pensaron el río no llegaría hasta el borde de la misma, como efectivamente sucedía en esa época.

Juan de Garay funda Buenos Aires por segunda vez en 1580, ahora fundando una ciudad de veras y cumpliendo para eso con todos los requisitos legales y ambientales de la época. Ordenaba el Rey: “No elijan sitios para poblar en lugares muy altos, por la molestia de los vientos y la dificultad de servicio y acarreto, ni en lugares muy bajos, porque suelen ser enfermos”⁹. Y agregaban: “Que el terreno y cercanía sea abundante y sano. Que no tengan cerca lagunas ni pantanos, en que se crían animales venenosos, ni haya corrupción de aires ni de aguas”¹⁰. En forma coherente con esto, Garay delimita el ejido urbano a partir del borde superior de la barranca, es decir, dejando afuera las áreas inundables.

El bajo será de uso común, lo que es una forma clara de prohibir la edificación en la franja inundable. Es sugestivo el diseño de los repartos de tierras rurales que hace Garay. Son campos muy alargados, con un pequeño frente sobre el Río de la Plata, de algunos centenares de varas¹¹ y un fondo muy largo, de legua o legua y media hacia el interior¹².

1. Costa, Luis Alberto: “¿Por qué se inunda Buenos Aires? Historia de 100 años de inundaciones”, Buenos Aires, Tesina de la Carrera de Especialización Gestión Ambiental Metropolitana, FADU-UBA. 1999.

2. Herzer, Hilda María y Clichevsky, Nora: “Perspectiva histórica: Las inundaciones en Buenos Aires”, en *Inundación en el área metropolitana de Buenos Aires*. Series N° 3. The World Bank Disaster Management Facility. Washington, D.C. Año 2001, y Federovsky, Sergio: “Influencias de la urbanización en un desastre: el caso del área metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires”, en *Medio Ambiente y Urbanización* N° 30, marzo de 1980.

3. “El objeto de arquitectura y el medio en que se inserta: inundaciones en el área metropolitana de Buenos Aires”. Universidad de Belgrano. Documento de Trabajo. Serie Arquitectura y Urbanismo N° 4, septiembre de 1993 y “El objeto de arquitectura y el medio en que se inserta: historia de las inundaciones en el área metropolitana de Buenos Aires”. Universidad de Belgrano. Documento de Trabajo. Serie Arquitectura y Urbanismo N° 14, septiembre de 1995.

4. www.alestuariodelplata.com.ar

5. Tan estricta era esta norma que también los pueblos de indios tenían su Cabildo. Hay crónicas sobre los avatares sufridos por el Cabildo de la reducción indígena de los Quilmes, después que fueron trasladados al sur de la ciudad de Buenos Aires.

6. Groussac, Paul: *Mendoza y Garay*, Buenos Aires, 1916.

7. Zabala, Rómulo y Gandía, Enrique de: *Historia de la Ciudad de Buenos Aires* (Tomo I: 1536-1718). Buenos Aires, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Secretaría de Cultura, 1980 (1ª edición: 1936).

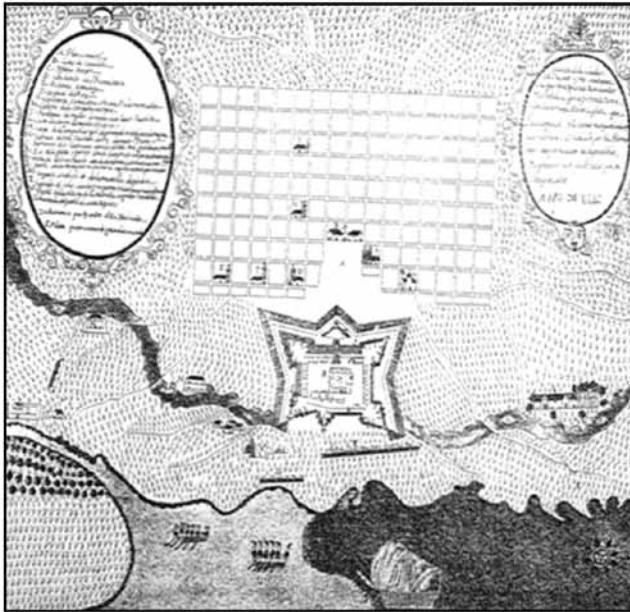
8. Zabala y Gandía, op. cit.

9. Recopilación de Leyes de los Reinos de las Indias, Lib. IV, Tít. 7. Ley I, de 1523. Madrid, 1841.

10. Idem anterior, Ley III.

11. Una vara mide 0,866 metros.

12. Las leguas comprendían 6 mil varas, o sea 5.196 metros.



Plano de Buenos Aires del agrimensor Bermúdez de 1713



Plano anónimo de 1782

La concepción de un uso del territorio que fuese adecuado a la topografía se manifiesta con toda claridad y no estaría mal que aprendiéramos algo de esa concepción.

Al otorgar tierras en la época colonial, se estaban entregando campos cada uno de los cuales tuviera acceso a una fuente de abastecimiento de agua, un bajo inundable para posibles usos ganaderos y un terreno alto (la parte superior de la barranca) que fuera apto para sembrar y para vivienda. Garay no lo dice, pero no necesita decirlo: la lectura de los planos no admite otra posibilidad. Esto se refuerza cuando vemos el modo en que los campos se subdividen por venta o herencia durante la época colonial. Se lo hace siempre de la misma manera. Es decir, partiendo longitudinalmente el terreno, hasta tener unas largas y delgadas tiras de tierra, todas paralelas, y todas con un pequeño frente sobre el río y un larguísimo fondo tierra adentro. A nadie se le hubiera ocurrido subdividir una propiedad de manera que la parte seca le quedara a unos y la inundable a otros.

De acuerdo con la ley, en el bañado no podían establecerse poblaciones. Sin embargo, en muchos casos, los dueños de los terrenos del alto fueron ocupando los bajos que estaban en el borde de sus propiedades. Desde el bajo de la Recoleta hasta Belgrano se fueron levantando cercos o construyendo zanjas que delimitaban parcelas para huertas, pero se trataba de meros ocupantes de hecho, que no tenían dominio sobre el suelo.

Esta concepción fue variando, y los terrenos bajos fueron entregados en propiedad, principalmente para un uso agrícola, durante los siglos subsiguientes. Esta zona pasó a ser el área de chacras que producían los alimentos para uso diario de la ciudad, así como también su zona de pesca. Tengamos en cuenta que los bañados del bajo eran, en algunas zonas, bastante extensos: un poco menos de media legua, es decir, dos kilómetros en lo que hoy llamamos el Bajo Belgrano¹³.

Los registros disponibles muestran que las inundaciones urbanas no son un problema significativo durante la época colonial. Estas crecidas afectan a una parte de la población, definida como marginada o que vive fuera de la ciudad de Buenos Aires. En 1713, el plano del agrimensor Bermúdez muestra una serie de casas y otras construcciones efectuadas en el bajo¹⁴.

El límite de la barranca es lo suficientemente nítido como para que podamos suponer que nadie tenía dudas sobre cuáles eran las zonas inundables, ni existía ambigüedad social acerca de ellas. Con este criterio, el síndico del Cabildo denuncia la ocupación y el establecimiento de huertas en el Bajo de la Recoleta, y pide “se prohiban las referidas poblaciones en los citados bañados de este río”¹⁵.

Pero un mapa es sólo un texto dibujado. Como en un texto escrito, lo que muestra y lo que esconde, lo que revela y lo que miente, tienen una intencionalidad, en este caso política. Bermúdez agranda descaradamente el Fuerte, tal vez para intimidar a posibles invasores.

Del mismo modo, en 1781, Domingo Belgrano Pérez presenta una nota al Cabildo en la que formula una serie de consideraciones sobre la política ambiental y urbana, y pide, entre otras cosas, desalojar las viviendas ubicadas en áreas inundables. “Se intime –dice– a cuantos se hallan poblados en las riberas y bajos del río desalojen dichos terrenos con la posible anticipación”¹⁶. Es decir, que se trata de una ocupación realizada por sectores marginales a la vida urbana. Era el lugar donde se alojaban los esclavos fugados¹⁷.

Por su parte, las barracas del Riachuelo son las primeras construcciones de las que tenemos noticia que estaban adaptadas al carácter inundable de la zona. Allí se hacía el acopio de cueros para exportación y era necesario preservarlos de las condiciones climáticas. Aunque las mercancías más importantes que se depositaban en las barracas eran cueros

13. Casella de Calderón, Elisa: Belgrano: la ciudad yuxtapuesta, en Buenos Aires nos cuenta, N° 6, julio de 1993.

14. Plano del agrimensor Bermúdez, Buenos Aires, 1713, citado en: Compilación de Referencias Documentales..., *op. cit.*

15. Archivo General de la Nación: Acuerdos del Extinguido Cabildo de Buenos Aires, Tomo VI, serie 3a.

16. Facultad de Filosofía y Letras: “Documentos para la Historia Argentina”, Buenos Aires, 1918, tomo IX: Administración Edilicia de la Ciudad de Buenos Aires. Expediente sobre Policía. Nota de Domingo Belgrano Pérez. Se trata, casi con certeza, del padre del prócer.

17. Bucich, *op. cit.*



El Puente de Barracas en Buenos Aires. Carlos E. Pellegrini. 1830

humanos, ya que era el punto donde hacían la cuarentena los esclavos introducidos al Río de la Plata. Para construirlas, “se ponían piedras y maderas sobre el suelo, para que las aguas corrieran debajo, encima se ponían cuatro cueros doblados por el medio y por arriba iban pilas de hasta 300 y 500 cueros. Una vez terminada la pila, se cubrían con cueros abiertos y fuertemente atados para protegerlos del viento y de la lluvia”¹⁸.

Un plano anónimo de 1782 muestra cuatro niveles diferentes del terreno urbano y su periferia:

- El alto de la meseta, en que está construida la ciudad.
- Un escalón inferior, en el que desbordan algunas de las chacras de la Ribera norte y que, hacia el sur, está definido por los bañados del Riachuelo (donde también hay algunas chacras).
- Un tercer nivel, por debajo del anterior, que parece ser la playa del Riachuelo y del Río de la Plata.
- Un cuarto nivel, el de los bancos de arena que pueden dificultar la navegación costera¹⁹.

Los bordes de cada uno de los niveles aparecen sombreados, como para marcar con mayor claridad esa diferencia. Lo que nos importa destacar aquí es la precisa delimitación en las funciones urbanas y formas de uso del suelo para cada uno de los niveles naturales del terreno, característica de esta época y que después se fue perdiendo. ¿Por qué esta información aparece hoy solamente en los mapas especializados? ¿Por qué estamos escondiendo la topografía en los mapas al alcance del ciudadano común?

La vulnerabilidad de la Ciudad a las grandes crecidas no estaba enmascarada por la combinación de cemento y mitos que existe en nuestra época, lo que hacía más fácil percibir los problemas. Durante la inundación de 1804, un bergantín fue transportado sobre los juncas y encalló al pie de la barranca, en un sitio que hoy está a 16 cuadras de distancia del río²⁰. Los días 5 y 6 de junio de 1805 un temporal violentísimo azotó la costa de Buenos Aires, destruyó “las casas del bajo del río con considerables pérdidas, y socavado la barranca inmediata a este fuerte”.

Ni siquiera en este período, la inundación es un fenómeno exclusivamente natural, debido a las alteraciones que le provoca la actividad humana. A lo largo de la época colo-

nial, el Riachuelo va taponándose a sí mismo, al aumentar la cantidad de los sedimentos que arrastra, lo que afecta necesariamente la forma de su valle de inundación. Este fenómeno geológico es, por supuesto, acelerado por la deforestación de sus márgenes y por el uso ganadero intensivo de la cuenca del Matanza-Riachuelo²¹, tal como se desprende de una acuarela de Pellegrini, fechada en 1830, que se llama “El Puente de Barracas en Buenos Aires”.

En esta etapa, los desagües urbanos son los zanjones y arroyos que atraviesan la meseta. Las crónicas coloniales explican que las calles se convertían con frecuencia en arroyos, por lluvias un poco más que ligeras.

Comienzan también en este período las primeras intervenciones urbanas que pueden agravar los fenómenos hídricos por falta de una perspectiva de conjunto. En 1774, el gobernador Vértiz²² hace pregonar un bando por el que ordena a los vecinos retirar los residuos domiciliarios. Las basuras debían arrojarse en las zanjas del Norte y del Sur “por donde desembocan las aguas llovedizas de la ciudad”, explica Vértiz. Lo que el gobernador quiere hacer es poner en valor terrenos inundables, levantando su nivel al rellenarlos con basura. Para nosotros es claro que si se taponan con basuras los desagües, el agua irá por otro lado y se provocarán inundaciones o, al menos, se agravarán los encharcamientos. Pero Vértiz no parece haberlo tenido en cuenta, sino que su necesidad de imponer algún ordenamiento urbano lo llevó a desconocer la función que cumplían esos zanjones.

Con esta política urbana, no debería sorprendernos la existencia de “los enormes pantanos que se formaban en las calles más céntricas, pues hubo uno tan hondo a pocas varas de la Catedral, que se pusieron centinelas para evitar que la gente que lo atravesaba a caballo se ahogara al quererlo pasar”²³.

LAS INUNDACIONES EN LOS PRIMEROS AÑOS DE VIDA INDEPENDIENTE (1810-1860)

La ruptura con España significa la desintegración de un cierto modelo de sociedad. El pasaje a la vida independiente significó dejar de lado el urbanismo rígidamente planificado por las Leyes de Indias. En ocasiones, parece confundirse la libertad política con la ausencia de regulaciones urbanas. En esta etapa histórica la ciudad crece moderadamente, ya que el modelo de desarrollo económico no es expansivo. En consecuencia, no existe una presión poblacional fuerte que lleve a una gran ocupación de áreas inundables. A pesar de eso, comienza el gradual descenso de la ciudad y de su periferia, a partir de la ocupación de los bajos. Como es previsible, el descenso comienza en las zonas más alejadas de lo que hoy es el centro, y donde el control era, por ende, más débil. Hacia 1830 “comienza una nueva época en la vida boquense. Los terrenos anegadizos van transformándose. En parte se los rellena. En parte se elevan estacas y las casas se asientan sobre éstas”²⁴.

Durante todo este período subsiste aún la política colonial de evitar el poblamiento y venta de los terrenos bajos. Las

18. Brailovsky, Antonio Elio: El Riachuelo, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1982.

19. En: Atlas..., *op. cit.* 20. Casella de Calderón, Elisa: Bajo Belgrano, en Buenos Aires nos Cuenta, Nro. 11, marzo de 1990.

21. Brailovsky, A. E.: El Riachuelo, *op. cit.*

22. Zabala y Gandía, *op. cit.*

23. Udaondo, Enrique: Reseña histórica del Partido de Las Conchas, La Plata, Archivo Histórico de la provincia de Buenos Aires, 1942.

24. Bucich, *op. cit.*

tierras no son todas iguales desde el punto de vista jurídico, sino que se hace una diferencia implícita entre las inundables y las que no lo son. El decreto de fundación del pueblo de Belgrano (dictado en 1855) establecía “que no se dispondrá del terreno de dicho bañado por ahora, y hasta con más meditación y según los adelantos de la población, pueda la autoridad local darle el destino que mejor estime”²⁵. Por esta razón, las tierras del bajo fueron “entregadas a personas de bajos recursos. De ahí que sus primitivos pobladores fueran pescadores, jornaleros y jangaderos, en su mayoría argentinos, cuyas mujeres lavaban y cosían. Las viviendas eran precarias y la zona insalubre e intransitable por los avances de las aguas del río, y de las que bajaban desde Chacarita, atravesando las calles de Belgrano como verdaderos ríos”²⁶.

El poblamiento del bajo no representa sólo un sector social muy específico, sino también el desarrollo de actividades que lo caracterizan. Estas actividades son distintas de las que se desarrollan en la ciudad y tienen la impronta del medio natural del lugar y el uso de sus recursos naturales.

Por ejemplo, el cultivo de hortalizas, el lavado de ropa en el río, la pesca (con espinel desde un bote o a caballo con redes de arrastre), o la corta de juncos para cestería. Es decir, que no se trata de población marginada, como los esclavos fugados de la época colonial, sino de población pobre, pero que está integrada a la actividad económica de la ciudad. Está claro que la decisión de no vender el bajo es un acto de política urbana, ya que apunta bloquear el poblamiento de las riberas. Para la gente de la época, era difícil tomar cierto tipo de decisiones urbanas irresponsables. En esto confluyen tanto el temor a la crítica periodística y política, como la convicción de estar construyendo una de las ciudades más importantes del mundo.

Un mapa de 1859 muestra, nuevamente, las barrancas, delimitando en forma neta los respectivos valles de inundación²⁷. Lo interesante es que no se trata de un mapa topográfico, sino de una delimitación de juzgados de paz. Esto muestra que la delimitación de las barrancas del Riachuelo era un dato que se consideraba lo suficientemente relevante como para ponerlo en cualquier mapa, aún en aquellos que estaban describiendo otra cosa completamente distinta.

No sólo los sectores marginados viven en los bajos. El propio Juan Manuel de Rosas levanta su palacio en uno de los peores sitios de Buenos Aires, el bañado de Palermo. Lo hace para producir un hecho político: inicia la construcción durante el bloqueo francés, y “como el pueblo se encontraba en gran agitación, había querido calmar los ánimos con una clara demostración de confianza en un porvenir seguro”. Pero además, “erigiendo su casa en un sitio poco favorable, quería dar también a sus conciudadanos un ejemplo de lo que podía hacerse cuando se trataba de vencer obstáculos y se tenía la voluntad de vencerlos”²⁸.

Veamos el modo en que Rosas quiso demostrar que su voluntad era más fuerte que la naturaleza. “El área ocupaba buena parte del bañado. Por ello, primero procedió a rellenar los bajíos –de tierra arcillosa, que en algunos lugares tenía una profundidad de 1 a 2 metros– generalizando una gran península con la tierra que traía de los antiguos alfalfares



Mapa de 1859

que se hallaban en lo que después de su caída habría de convertirse en el Bajo de Belgrano. También traía tierra de las orillas del Maldonado y hasta del bajo de la Recoleta”. Ello le hizo decir a Jorge Luis Borges... “hasta el barro cimarrón de Palermo y la tierra ingrata se conformaron a su voluntad”.

Esta obra resultó ser lo suficientemente faraónica para transformarse en uno de los símbolos de ese gobierno. Fue casi inevitable que, a la caída de Rosas, Palermo se politizara con el signo opuesto. Sarmiento propone transformar el lugar en un parque público, al que se denomina “Tres de Febrero”, por la fecha de la batalla de Caseros. Lo hace a pesar de la oposición del médico Guillermo Rawson, quien consideraba la zona como insalubre. Es claro que Sarmiento necesitaba contraponer un símbolo tomado del Central Park de Nueva York, colocado en el mismo lugar del palacio del dictador. La parquización del bañado de Palermo, hecha con fines de demostración política, es, quizás, el primer paso hacia la incorporación de los bajos a la ciudad. Con una diferencia importante, sin embargo. A los integrantes de la Generación del 80 no se les ocurrió poner viviendas en el pantano sino que hicieron un parque público. Y si seguimos la línea de los grandes parques de la Ciudad de Buenos Aires, vemos la decisión de ponerlos en las zonas bajas, es decir, las más vulnerables a las crecidas, precisamente para boquear su poblamiento.

INUNDACIONES EN LA INSERCIÓN DEL PAÍS EN LA DIVISIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (1860-1930)

Se trata de un período histórico en el que la Argentina se convierte en proveedor de carnes y cereales de Europa. Es la *Belle Époque* argentina, conocida habitualmente como el tiempo de la llamada Generación del 80. La ideología oficial subestima la cultura local y trata de copiar la de Europa. Esto la lleva a europeizar el país: se cambia la población mediante una política inmigratoria; se reforma la edificación para copiar calles madrileñas y rincones parisinos; se traen especies animales y vegetales para mejorar (es decir, europeizar) los ecosistemas. Y también se plantea la necesidad de realizar grandes intervenciones sobre el medio natural para dominarlo, tal como han hecho los hombres de las grandes potencias en sus tierras respectivas.

25. Cit. en: Casella de Calderón, Elisa: *Belgrano,...* op. cit.

26. Casella de Calderón, Elisa: *Bajo Belgrano,...* op. cit.

27. En: *Atlas...*, op. cit.

28. Mc Cann, William: *Viaje a caballo por las provincias argentinas*, Buenos Aires, Solar/Hachette, 1958.

En consecuencia, esta etapa se caracteriza por un grado creciente de intervención sobre el medio natural. El imperativo cultural y político es que la ciencia y la técnica dominen a la naturaleza, muchas veces sin preguntarse a qué costo económico o ecológico. La ideología dominante pone el acento en la conquista del mundo por parte del hombre moderno, lo que significa dar absoluta prioridad a dicha operación.

El avance de la propiedad privada lleva a restringir al mínimo los espacios de uso común. El resultado es que se establece un límite a los terrenos bajos que serán de uso público. En esta etapa, la concepción de la llamada Generación del 80 tiende a privatizarlos. En 1870 se aprueba una ley que apunta a “la enajenación de los bañados sobre los ríos Paraná y Plata, y que se comprenden dentro de los ejidos de los pueblos de campaña”²⁹. En 1873 se “designa la extensión de 150 varas (es decir, unos 130 metros) para ribera del Río de la Plata en los terrenos de propiedad pública...”, etcétera³⁰.

Pero la superficie inundable no tiene en todas partes un ancho de 130 metros, sino que puede alcanzar a varios kilómetros. La ley rechaza así la posibilidad de utilizar como límite al medio natural y deja de tenerlo en cuenta. Recordemos: para Garay el límite era la parte superior de la barranca, con independencia de su ancho. La fijación en 1873 de un límite arbitrario a un área natural abrirá otra puerta para la posterior ocupación y utilización urbana de las áreas inundables. El Código Civil va aún más allá, ya que fija una ribera de uso público de apenas 35 metros³¹, pensada solamente para facilitar la navegación fluvial (el llamado “camino de sirga”, que se usa para arrastrar los barcos desde la orilla, indispensable en la época de las embarcaciones a vela) y elimina las demás funciones del bajo. No es solamente una reducción en las superficies. Se trata de un cambio cualitativo.

En efecto, para el régimen anterior, al bajo debía ser de uso público por el sólo hecho de serlo, lo que, además, era una forma de bloquear su poblamiento. Para el Código Civil, por el contrario, el único uso público que le resta es el del camino de sirga. El cambio en el status jurídico de los bajos abrirá la puerta para el cambio en su rol urbano. Sobre el comportamiento de la parte baja de la barranca, veamos lo que decía un viajero que estuvo en Buenos Aires entre 1851 y 1853: “Las lluvias caen en forma tan torrencial que las calles se inundan hasta con una yarda (91 centímetros) de agua y en las barrancas que van de la calle de Mayo a la Alameda se producen verdaderas cascadas. El 8 de mayo nos fue dado observar uno de esos fenómenos atmosféricos que adquirió una intensidad bastante considerable. A los pocos minutos de iniciada la lluvia el agua rebasó en varios lugares las aceras, penetró en las casas y a un negro que caminaba en un lugar próximo le llegaba a la cintura. Muchos accidentes ocurren como consecuencia de estos temporales cuando son intensos. Se han ahogado personas en las calles, embarcaciones diversas han zozobrado en la rada y rebañes

enteros de ovejas han resultado diezmadados por asfixia”³².

En otras palabras, que no se atendieron las consecuencias sociales de poblar la parte inferior de las cascadas. Este comportamiento del bajo determina, no sólo la inundación de los pobres sino también su aislamiento ante cada crecida³³.

En este período comienza a construirse en el imaginario social la idea de que las obras de ingeniería (como los canales de Suez y de Panamá) pueden alterar las leyes de la naturaleza, por lo cual no debería sorprendernos ver esta concepción en obras locales. Esto se vincula con la realización de grandes obras de desagüe de la ciudad. Paradójicamente, la envergadura de las mismas es tal, que la sociedad espera de ellas más de los que efectivamente pueden responder. Estas obras se iniciaron en 1873 y terminaron en 1905, desaguando una superficie de 19 mil hectáreas.

Esta es la época de hacer obras, y las obras se hacen muchas veces sin destinar muchos pensamientos al entorno natural. Por ejemplo, “en los primeros días de mayo de 1922 se unieron una terrible sudestada y una lluvia intensísima. Belgrano se inundó. A ello contribuyó también el hecho de que el ferrocarril Central Córdoba, desde Retiro a Saavedra, había levantado un alto terraplén que impedía el desagüe, pues las alcantarillas que había dejado eran pocas”³⁴. Se trata de un aspecto que no es menor, el de las obras de infraestructura que bloquean el drenaje y retienen agua que hubiera escurrido sin que ellas existieran. Es decir que provocan inundaciones. Desde los terraplenes del ferrocarril hasta las autopistas más recientes, el fenómeno fue absolutamente frecuente a lo largo del siglo xx y a menudo las víctimas lo calificaron como la causa principal de las inundaciones. Además, el diseño de nuestras vías de comunicación, de tipo radial, hace que la mayor parte de ellas corten la pendiente del terreno. Como la construcción de grandes desagües encarece las obras, en muchos casos se construyeron alcantarillas que permiten el paso del agua en caso de lluvias medianas, pero no de lluvias grandes.

La idea de que la naturaleza puede ser “dominada” se experimenta con los zanjones y después se intenta trasladar esa experiencia a los ríos, sin pensar que quizás el cambio de escala se vuelva cualitativo. El Municipio anuncia que “hay necesidad, pero necesidad imperiosa, de que cuanto antes desaparezcan los terceros (arroyos que cruzaban la ciudad), porque resulta imposible conservar empedrado de ninguna clase. El torrente y la impetuosidad de las aguas que por allí corren, arrastran cuanto encuentran”³⁵.

Retengamos la expresión “que desaparezcan”, porque parece representar un punto de vista dominante en la relación urbana con la naturaleza durante esta etapa y que influye sobre nosotros. Se piensa que las obras de ingeniería son capaces de hacer desaparecer la naturaleza. Al hacerse subterráneos los desagües, fue posible taponar esos arroyos y pavimentar las calles. Pero una vez realizadas las obras, cambia la actitud acerca de lo que ocurre o puede ocurrir en la ciudad. A partir

29. Ley provincial de Ejidos de 1870. Cit. en: Casella de Calderón, Elisa: *Bajo Belgrano: Latitud 34° 34'S*, en Buenos Aires nos Cuenta, N° 12, abril de 1991.

30. Decreto Provincial del 27 de noviembre de 1873.

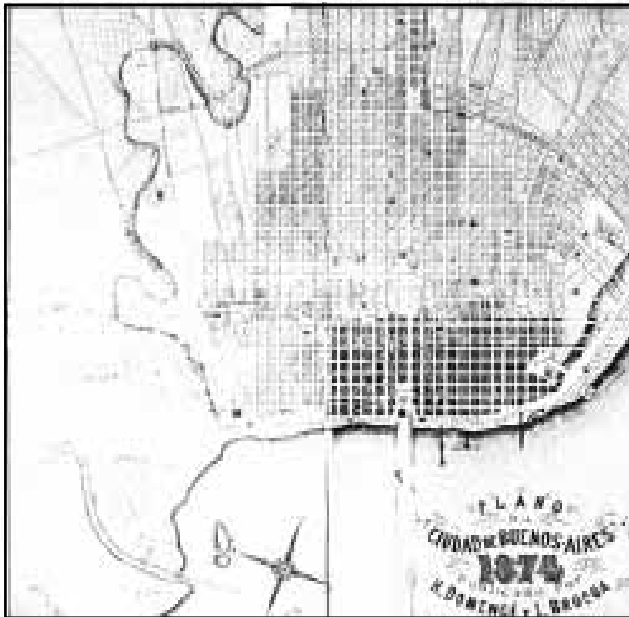
31. Código Civil de la República Argentina, art. 2.639.

32. Skogman C.: *Viaje de la fragata sueca Eugenia (1851-1853)*. Ediciones argentinas Solar. Buenos Aires, 1942, cit. en: Greco, María Gabriela: “La ciudad de Buenos Aires, la ocupación del espacio y una de sus problemáticas ambientales: las inundaciones”, en Séptimo Encuentro Internacional Humboldt: América Latina en el Sistema Mundial, Villa de Merlo, San Luis, 19-23/9/2005.

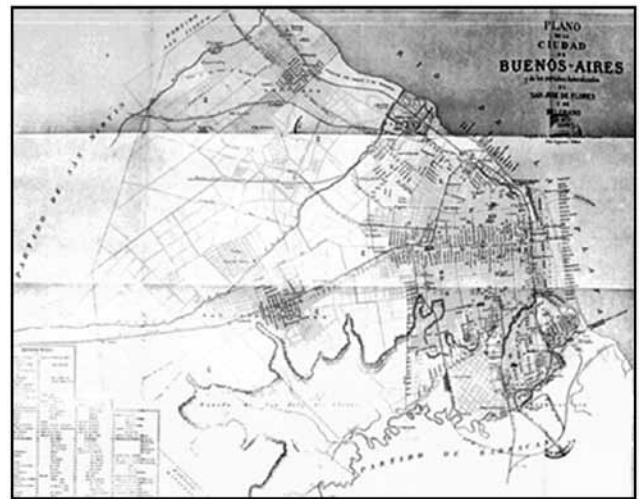
33. Hadfield, William: *Brasil and the River Plate in 1868, showing the progress of those countries since the former visit in 1853*, Londres, 1869.

34. Casella de Calderón, Elisa: *Bajo Belgrano...*, op. cit.

35. Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires: Memoria Municipal, 1875.



Mapa de 1874



Mapa de Francisco Latzina de 1874

de la construcción del puerto de Buenos Aires y de los desagües pluviales, parece instalarse entre nosotros la idea de la solución definitiva de los problemas de inundaciones. La ficción de la obra superadora que vence a la naturaleza se hace carne en la cultura porteña. Insistimos en que las principales causas de las inundaciones son naturales, pero el que haya inundados es un fenómeno social, agravado cada vez que se olvidan los mecanismos de la naturaleza.

Los mapas posteriores van desdibujando gradualmente los límites naturales. Primero desaparece la barranca del Río de la Plata; después ocurrirá lo mismo con la del Riachuelo. Los mapas reflejan cada vez más el medio construido y van borrando el medio natural. ¿Para qué consignar un dato inútil? Si desde que se hicieron las obras, las barrancas ya no serán un límite de inundación, sino apenas una curiosidad topográfica. Finalmente, el mapa oficial del Municipio de 1916 omite completamente la barranca del Riachuelo³⁶. La ciencia y la técnica han vencido a la naturaleza: la Boca ya no se inundará jamás.

Los mapas de comienzos de este período mantienen las características principales que vimos en los de etapas anteriores. Por ejemplo, el de 1874 mantiene el cuidado de marcar y sombrear la barranca del Riachuelo, destacada como un accidente relevante. En cambio, la barranca sobre el Río de la Plata aparece con mucha definición en la costa norte, pero se desdibuja en el frente céntrico, el que tiene por centro a la Plaza de Mayo³⁷. No es que dejara de existir, sino que la mayor artificialización del medio lleva a dejar de considerar los datos naturales. Esto es importante, ya que es el origen de uno de nuestros mitos más difundidos: la idea de que la gran ciudad hace desaparecer de algún modo mágico los mecanismos de la naturaleza.

Por su parte, el mapa de Francisco Latzina de 1889 aporta una notable innovación en el mismo camino que nos llevó a inundarnos. El dato es especialmente relevante porque Latzina es un destacado científico y no un mero dibujante de mapas. Latzina

borra completamente la barranca del Río de la Plata, a la que, por lo visto, deja de considerar como un dato de algún interés.

Sin embargo, mantiene con mucha claridad la del Riachuelo. Señala de un modo explícito el bañado de San José de Flores, lo que significa revalorizar este aspecto del medio natural. También dibuja la trayectoria completa de los arroyos Maldonado y Medrano, lo que en la mayoría de los mapas anteriores no era considerado relevante, aunque no indica los límites de sus respectivos valles de inundación³⁸.

También Latzina explica que, como reflejo del proceso de inmigración masiva, “dentro del municipio se están formando varios centros de población” y entre los ejemplos indica uno “sobre la cañada Maldonado”, sin hacer comentarios sobre su inundabilidad. Sin embargo, está claro que no se trata de ignorancia sino de omisión. Poco a poco, la presencia de la gran ciudad va haciendo olvidar lo que pasa con la naturaleza. Borges, en cambio, es bastante más explícito sobre el comportamiento hídrico de esta cañada. En su obra sobre Evaristo Carriego, describe “el Maldonado, reseco y amarillo zanjón, estirándose sin destino desde la Chacarita y que por un milagro espantoso pasaba de la muerte de sed a las disparatadas extensiones de agua violenta, que arreaban con el rancharío moribundo de las orillas”³⁹. Es decir que las enormes variaciones de caudal de los arroyos pampeanos, fueron mejor percibidas por un poeta que por muchos urbanistas, incapaces de comprender este milagro espantoso.

La mirada popular sobre las inundaciones contiene algunos elementos significativos, que pueden resultarnos útiles al armar este rompecabezas. Por ejemplo, la forma de construir en los asentamientos espontáneos. En 1869 hay en la Boca 869 casas, con un promedio de 7,8 personas por casa. Las viviendas son de madera y cinc, levantadas sobre pilotes⁴⁰.

También nos interesa destacar la forma en que se perciben los bordes de las zonas inundables. En esta etapa, según Homero Manzi, el límite urbano era “Pompeya y más allá la inundación”.

36. En: Atlas..., *op. cit.*

37. Plano de la ciudad de 1874, en: Atlas..., *op. cit.*

38. Mapa de Francisco Latzina, en: Atlas..., *op. cit.*

39. Borges, Jorge Luis: Evaristo Carriego, Buenos Aires, 1930.

40. Datos de: Martínez, Alberto: Estudio topográfico de Buenos Aires, Buenos Aires, 1869.

En efecto, el tango describe una transecta que parte de San Juan y Boedo, pasa por Pompeya y sigue hasta la zona inundable. La ciudad llegaba hasta un lugar que se describe de este modo:

La esquina del herrero, barro y pampa,
tu casa, tu vereda y el zanjón
y un perfume de yuyos y de alfalfa,
que me llena de nuevo el corazón⁴¹.

Es decir, que Pompeya era el borde de la ciudad, ya que la iglesia ubicada sobre avenida Sáenz está en uno de los puntos más elevados de la cuenca del Riachuelo⁴². Esto no es casual, sino que hace a una larga tradición de levantar iglesias en los puntos más elevados de cada terreno. El zanjón es uno de los arroyos temporarios que desembocan en el Riachuelo y que sólo lleva agua durante las lluvias. Más allá estaban la pampa y la inundación; es decir, los bajos descampados que sólo habitaban los pobladores marginales. Faltaba poco, sin embargo, para que comenzaran a asentarse contingentes masivos en los valles de inundación de los ríos.

A principios del siglo xx, José Soldati funda Villa Soldati y Villa Lugano en el bañado de Flores. Colaboró con él la Compañía de Ferrocarril y se construyó así la actual estación que lleva su nombre. Es sugestivo que varias décadas después de haber privatizado las tierras, se privaticen las decisiones urbanísticas, al extremo de un particular pueda fundar un pueblo en un terreno inadecuado. Los testimonios de época indican que sufrieron graves inundaciones en los años 1910 y 1911, las que retrasaron su poblamiento, ya que las personas –con mejor criterio que su fundador– no querían irse a vivir allí.

Pero además de la ocupación de los bajos por pobladores marginales, en esta etapa comienza la planificación sistemática de su uso por decisiones industriales. Lo ocurrido en Villa Crespo sobre el Maldonado es revelador. En 1886 se crea la Fábrica Nacional de Calzado, que será el núcleo originario de dicho barrio. “El interés de los dueños era que los trabajadores se trasladaran a vivir en la zona. Muchos de ellos adquirieron lotes que pagaban en mensualidades. Los domingos se realizaban los trabajos de construcción con la colaboración de los vecinos. En invierno, cuando el arroyo Maldonado crecía, la Fábrica Nacional del Calzado cerraba sus puertas y los operarios no trabajaban. Los pioneros de la época, sin embargo, pensaban que a medida que se fueran construyendo las casas de los obreros el Maldonado no tendría más remedio que esconderse vencido”⁴³.

Por alguna misteriosa razón, serían las casas de los trabajadores y no las de los dueños de la fábrica quienes estaban destinadas a vencer a las inundaciones. Lo cierto es que la Fábrica Nacional de Calzado inició el cuestionable negocio de especular con la inundación ajena.

La idea de esconderlo bajo un entubado comienza a tomar fuerza en los primeros años del siglo xx. El concejal Remigio

Iriondo, contrario al entubamiento y vecino de Villa Crespo, presentó el proyecto de canal al Concejo Deliberante, pero el Director del Departamento de Obras Públicas de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Carlos María Morales, decidió que en ese momento “no interesaba”. Iriondo escribía en un periódico vecinal de 1924: “Abrir un canal navegable que pusiera en comunicación Palermo con el Riachuelo es procurar para la ciudad uno de los mejores espectáculos de belleza, e incorporar a su economía un elemento de mayor y positivo beneficio. Aparte del abaratamiento de los productos que de esa manera llegarían directamente al consumidor, permitirá establecer una verdadera justicia en cuanto al valor de la propiedad se refiere”.

La desembocadura del Maldonado, como la de todos los arroyos de la zona, generaba un pequeño delta, conocida como los bañados de Palermo. El arroyo, tal como estaba, era un obstáculo para la ciudad. En la zona de Palermo, por donde pasaba el camino del Norte (actualmente la avenida Santa Fe), se formaba una inmensa laguna de agua sucia que tardaba días en desaparecer. Hacia 1910 se analizó un plan para ensanchar y rectificar su cauce, desde el límite del Municipio hasta su desembocadura en el Río de la Plata. En 1911 se construyó el puente de avenida Santa Fe y Cabildo; y hacia 1914 se cubrieron con cemento las orillas en el paseo Bullrich.

La siguiente escena muestra la vida cotidiana en la zona del arroyo en un día de crecida. “Al producirse inundaciones se escuchaban las pitadas de los agentes de la policía y en seguida aparecían los bomberos, provistos de botes en ocasiones en todo su recorrido el agua alcanzaba alturas notables y en 1919 a la altura de Murillo, el agua arrastró carros y caballos, muriendo ahogados los animales. Cuando el arroyo crecía, el tranvía dividía su recorrido en tres etapas: trayecto en tranvía, cruce del Maldonado en lancha (o si era posible por el puente) y nuevamente tranvía hasta el lugar de destino, de tal modo que, en los jardines de las casas aledañas al arroyo, era común ver un bote para cruzar a la otra banda si el Maldonado se inundaba”.

Un testimonio de la época cuenta que a partir de la década del 20 en que los obreros pudieron comprar lotes baratos, las zonas aledañas sufrieron grandes transformaciones, “el resto fue apareciendo sin solución de continuidad: casas, calles, escuelas, iglesia, hospital y la expresión ‘meter el arroyo en un tubo’ surgía con alegría esperanzada”⁴⁴. Casi un siglo más tarde, las compuertas caseras continuaban utilizándose en cada lluvia torrencial. En cuanto al día después de la inundación, se podía ver lo siguiente: “Al volver el buen tiempo las calles en la parte más baja de la ciudad presentaban un extraño espectáculo; los habitantes poniendo sus muebles para que se sequen en las azoteas, pues sus casas habían sido inundadas”⁴⁵.

Siguiendo con la línea comenzada al tapar los terceros, se inician obras sobre los arroyos de curso permanente. En 1912 se hacen obras para canalizar el arroyo Vega. El objetivo

40. Datos de: Martínez, Alberto: Estudio topográfico de Buenos Aires, Buenos Aires, 1869.

41. ¿Es necesaria la referencia? La damos de todos modos, por simple costumbre académica: Manzione, Homero: Sur, Buenos Aires, 1948.

42. Ministerio de Obras Públicas de la Nación: Planimetría del Riachuelo. Dirección General de Estudios y Obras del Riachuelo, Buenos Aires, 1936.

43. De: Francavilla, Cayetano: Villa Crespo, cit. en: González Bazán, Elena Luz: “Dos barrios de la Capital Federal: Villa Crespo y la Paternal”, Buenos Aires, Cátedra de Ecología I de la Mutual Vida Natural, 1994, Inédito.

44. Cit. en: Herzer, Hilda María y Virgilio, María Mercedes: Buenos Aires inundable, *op. cit.*

45. Mulhall, Marion: Between the Amazon and Andes or Ten Years of a Lady's Travels in the Pampas, Gran Chaco, Paraguay, and Matto Grosso. London, Edward Stanford, 1881.

es, como siempre, atenuar las crecidas. Pero una vez avanzadas las obras, aparece otro objetivo que va superponiéndose al anterior, hasta que termina por hacerse más prioritario: la valorización de la propiedad inmueble. De este modo, comienza a cambiar la lógica de las intervenciones urbanas, la que se pondrá en práctica durante la etapa siguiente. En septiembre de 1915, los vecinos del Vega presentan una nota al Intendente Municipal, en la que piden se les exima del pago de la parte que les tocaba de las obras sobre el arroyo, argumentando que el valor de sus propiedades se había reducido desde que el arroyo “se canalizó para convertirlo en desagadero y saneamiento para toda la zona”.

Decían que eso daba más cabida en su curso al agua en los días de lluvias torrenciales, aminorando los desbordes y atenuando las inundaciones, pero que en nada habían mejorado las desventajosas condiciones del vecindario ni los inmuebles. Manifestaban que el agua del arroyo “es aprovechada para el lavado de chatas, carros y coches con sus caballos, habiendo por lo tanto los dueños de estos vehículos convertido su cuenca en un verdadero lavadero de animales”⁴⁶.

De hecho, la Dirección de Obras Sanitarias había clasificado a este arroyo como “antihigiénico en tiempos normales y canal de desagüe durante la lluvia”. En consecuencia, los vecinos pedían su entubamiento para no tener que verlo todos los días.

La situación va complicándose poco a poco: el avance de la ciudad sobre los bajos genera problemas que la tecnología procura resolver mientras va creando otros nuevos. Cuando la limpieza del canal del Vega resulta insuficiente, el Municipio trata de levantar el nivel de los terrenos. Para eso, comienza a rellenar el Bajo Belgrano con residuos urbanos. A cada instante encontramos la misma tentación de levantar el bajo para hacer negocios con esos terrenos, en vez de preguntarse por la función

hidrológica del bajo. Esto levanta protestas, por el olor de la putrefacción que se disemina con cada crecida. A esto se agrega el riesgo de contaminación del agua para consumo, por la proximidad de las tomas.

Se plantea, entonces, la idea de levantar los márgenes de los arroyos Maldonado, Vega, Medrano y White, construyendo terraplenes a lo largo de su curso. También se proyectaba utilizar los terraplenes del ferrocarril como diques, drenar la napa freática y poner compuertas automáticas y válvulas exclusas en los conductos de drenaje. Toda esta sofisticación chocó contra el argumento de la falta de pendientes. De nada valía complicar los canales si después el nivel del río iba a subir con las sudestadas, impidiendo la salida del agua. Para peor, cada vez parecía haber más agua. Entre principios de siglo y 1914 se amplió la urbanización en la zona norte de la ciudad, lo que aumentó sustancialmente la impermeabilización del suelo. En consecuencia, este arroyo –como los demás– amplió su caudal. En 1918 comenzaron a rellenarse con residuos los terrenos inundables, lo que significó convivir con inundaciones y además agregarle el permanente olor a podrido. En 1921, una gran inundación, obligó a repartir víveres, ropa y colchones entre las víctimas. En julio de 1922, la escena volvió a repetirse; participaron del salvamento la municipalidad, la policía y la prefectura. Los evacuados fueron alojados en los colegios de la zona y en el corralón municipal de la calle Echeverría, donde se improvisaron camas y cocinas. En el año 1923 “el río se salió de su cauce cuatro veces, produciendo nuevos procesos de inundación”⁴⁷.

Lo que, por supuesto, generó la demanda de más y más obras nuevas. Lo sugestivo es que no encontramos voces que se hayan preguntado lo que hoy nos parece lo más elemental: ¿qué estamos haciendo en el bajo? ¿Por qué subordinar la vida de cientos de miles de personas al negocio inmobiliario?

46. Casella de Calderón, Elisa: El arroyo Vega, en: “Bajo Belgrano...”, *op. cit.*

47. Herzer, Hilda María y Virgilio. María Mercedes: Buenos Aires inundable, *op. cit.*

Fitoplancton en ambientes de altura

María Mónica Salusso

Cátedra Diversidad Biológica. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta
Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina

mmsalusso@gmail.com

RESUMEN

La diversidad del fitoplancton de humedales andinos situados por encima de los 3500 msnm se analiza comparativamente en relación a ambientes montanos de la cuenca del Juramento (ubicados entre 500 y 2000 msnm). Se destaca en la puna el desarrollo de una flora diatomológica de mayor diversidad y riqueza de especies con la presencia de taxas exclusivamente sudamericanos y numerosos endemismos, aunque los ensamblajes mostraron abundancias relativas inferiores. Se sintetiza el efecto del cambio climático sobre la composición y estructura de las comunidades algales con base en diversos trabajos experimentales realizados al presente.

Palabras claves

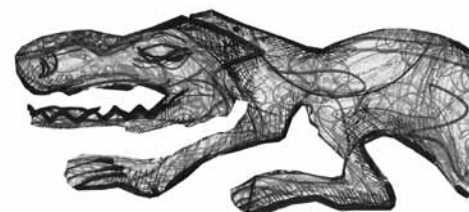
Microalgas, distribución, Puna, estructura de ensamblajes

ABSTRACT

The phytoplankton diversity of andean wetlands located above 3500 m were analyzed and compared with montane aquatic systems of the Juramento basin (located between 500 to 2000 m). High altitude wetlands showed more diverse diatom flora and highest species richness with taxa restricted in distribution to South American andes, and numerous endemisms, although the assemblages showed lower relative abundances. Summarizes climate change effects on the structure and composition of algal communities based on various experimental works at present.

Key words

Microalgae, distribution, altiplane, community structure and composition



INTRODUCCIÓN

Los componentes del fitoplancton por sus tiempos de generación y capacidad adaptativa son objetos ideales de estudio, sobre todo cuando se desea evaluar el impacto antrópico ejercido sobre los ambientes acuáticos.

La diversidad del fitoplancton tiene especial interés, dada la relación directa que guarda con el incremento de la productividad y por lo tanto con la magnitud de su participación en la fijación global del carbono (de alrededor del 50%) (Ptacnik *et al.* 2010).

El cambio climático ha repercutido sobre la configuración de su estructura, con desplazamiento de especies y floraciones atípicas en sitios donde antes no estaban presentes (Smith *et al.* 1992).

El fitoplancton se considera en su mayoría cosmopolita y por ende sin límites en su área de dispersión, salvo las dependientes de condiciones locales favorables para su crecimiento (Fenchel y Finlay, 2004); más aún cuando muchas especies ante situaciones adversas, tienen la capacidad de permanecer en estados latentes como cistos o esporas, durante largos períodos de tiempo.

El análisis espacial de comunidades de diatomeas bénticas en lagos, sugiere la existencia de pools regionales de especies (Telford *et al.* 2006; Vyverman *et al.* 2007), con patrones temporales de riqueza específica vinculados en forma inversa con el contenido de fósforo total disuelto (Leibold *et al.* 2004; Crossetti *et al.* 2008).

Las adaptaciones desarrolladas por estas algas bajo condiciones extremas en la región puneña, sometida a fuertes oscilaciones periódicas y cambios impredecibles en las condiciones ambientales de macro y microescala tanto en el presente como en eras pasadas, les han permitido diversificarse de modo superlativo, con la aparición de numerosos endemismos, y especies únicas, que podrían tener ventajas ante los ajustes derivados del cambio climático.

La distribución del fitoplancton, y en particular su biodiversidad se analiza en los humedales de la zona andina ubicada por encima de 3500 msnm. en forma comparativa con ambientes pertenecientes a la Alta Cuenca del Juramento de la provincia de Salta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se compara la estructura de comunidades algales relevadas en dos ecosistemas diferentes: el primero comprende sistemas acuáticos ubicados en la región montana de la Alta Cuenca del Juramento (provincia de Salta) y el segundo abarca los humedales de altura de la Puna (Salar Hombre Muerto, Mina Pirquitas y Sistema de Vilama, entre otros).

La Alta Cuenca del Juramento pertenece al sistema del Salado, único por transcurrir completamente en suelo argentino, y drena sus aguas al río de la Plata. En la provincia de Salta está conformada por los ríos que atraviesan los valles calchaquíes, de Lerma y Siancas, y atraviesa las zonas de mayor desarrollo urbano y agroindustrial de la provincia.

Los cuerpos de agua de altura ubicados en las provincias de Salta, Jujuy y Catamarca están conformados por salares, lagunas y vegas o bofedales, siendo sus particulares condiciones limnológicas derivadas de las condiciones geoquímicas y climatológicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuenca superior del Juramento, es un sistema subtropical semiárido regulado por presas, razón por la cual presenta una tendencia a la homogeneización en la estructura y composición del fitoplancton de los cuerpos lóticos y lénticos, estando condicionada la conformación de las comunidades algales por el ciclo hidrológico (Salusso, 2011).

La biomasa algal incrementa en forma inversa a la descarga hidráulica, por ende en el estiaje se produce en general, la mayor biomasa y la menor diversidad de especies (tabla 1). El incremento de las fluctuaciones hidrológicas que sobreviene con las precipitaciones induce una reducción de la biomasa y el aumento de la riqueza y diversidad específicas, a diferencia de otros ambientes tropicales, aunque la distribución espacial de los atributos ecológicos del fitoplancton difiere entre subcuencas. Las que presentan menor intervención antrópica comparativamente poseen mayor diversidad y equitatividad específicas, tal el caso de los valles Calchaquíes ($H=3,99$ y $J=0,9$). Por otra parte, la subcuenca del Pasaje-Juramento sometida a mayor regulación presenta menores valores ($H=2,98$ y $J=0,73$), aunque no menor riqueza de spp. (25), debido a la incorporación a los ríos, de inóculos algales provenientes de los embalses (Cabra Corral y El Tunal).

| Atributo ecológico | Crecidas | Estiaje | P |
|---|----------|---------|--------|
| Densidad algal(ind./mL) | 800,41 | 2388,41 | 0,0001 |
| Diversidad específicaSh - W (bits ⁻¹) | 3,56 | 2,96 | 0,0244 |
| Equitatividad(J) | 0,78 | 0,65 | 0,0048 |
| Riqueza de spp. | 27,10 | 23,12 | 0.05 |

Tabla 1
Comparación de las variables ecológicas en los cursos lóticos de la Alta Cuenca del Juramento en ambas fases del ciclo hidrológico

En la Alta Cuenca del Juramento se registraron 289 taxas a nivel infragenérico, en tanto que en el altiplano argentino, –si bien restan computar valores definitivos–, en un inventario provisional se identificaron 350 taxas. Esto se condice con valores obtenidos en el altiplano boliviano (Acosta *et al.* 2003; Cadima *et al.* 2005).

Los ambientes de altura, poseen condiciones de elevado estrés por radiación UV, amplitudes térmicas considerables, fuertes vientos y prolongadas sequías. No obstante estas condiciones extremas, soportan una estructura comunitaria del fitoplancton caracterizada por su elevada diversidad y riqueza específicas (tabla 2), aunque los rangos de densidades alcanzados son moderados, en razón de las perturbaciones continuas ejercidas en el sistema.

La diversidad y composición de comunidades algales se relacionó con el contenido mineral disuelto en el agua. Los salares o lagunas salobres de poca profundidad en el altiplano por la actividad volcánica han sido favorecidos con el enriquecimiento en fosfatos y sulfatos, y desarrollan una flora de diatomeas con numerosos endemismos y particularidades biogeográficas.

Se presentaron taxones exclusivos de Sudamérica como *Amphora tucumana*, *Anomooneis sphaerophora var angusta*, *Diploneis chilensis*, *Frankophila similioides*, *Gomphonema punae*, *Halamphora atacamana*, *Halamphora carvajaliana*,

| Parámetro la Puna | Sistemas acuáticos deACJ | Sistemas acuáticos de |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Promedio (mínimo-máximo) | Promedio(mínimo-máximo) |
| Riqueza | 26,39 (8 – 48) | 47,25 (27 – 98) |
| Diversidad | 3,25 (0,27 -4,97) | 3,87 (3,20 – 4,98) |
| Equitatividad | 0,70 (0,06 – 0,97) | 0,87 (0,78 – 0,99) |
| Densidad | 1748,44 (133 – 60668) | 656 (306 – 890) |

Tabla 2

Comparación de variables estructurales de comunidades del fitoplancton en ambos ecosistemas

Microstaurus andinus, *Navicula novadesapiens*, *Navicula aff. ruttneri var chilensis*, *Pinnularia perincognita*, *Stauroneis atacamae*, *Staurophora vilamae*, *Surirella chilensis*, *Surirella guatimalensis*, *Surirella wetzelii*, *Thalassiosira patagónica*, entre otros. Se amplía el rango de distribución de algunas especies restringidas hasta la fecha a lagos salinos sudamericanos de Bolivia y Chile.

La región de los andes presenta numerosos endemismos que constituyen una flora característica propia en la cual resta identificar muchas nuevas especies (Alvarez-Blanco *et al.* 2011).

En los sistemas de altitudes superiores se experimentan algunas de las tasas más rápidas de calentamiento en el planeta y pueden ser considerados como sistemas centinelas que pueden proporcionar un alerta temprano del cambio a mayor escala (Woodward *et al.* 2010). Según Buisson y Grenouillet (2009), cambios sustanciales en temperatura y régimen hidrológico en ambientes vulnerables, causaría extinciones locales de especies, debido al estrés fisiológico o interacciones con otras especies. Los complejos cambios climáticos pueden favorecer la sinergia entre diferentes estresores ambientales, ocasionando mayor fragmentación de hábitats por la prolongación de los períodos de sequía, exacerbación de la eutrofización natural y el incremento de la toxicidad de iones que forman parte de las rocas de la puna. No obstante, ante ese escenario aún es posible, que particularmente las especies endémicas, únicas a escala global, no sólo puedan responder con incrementos en su abundancia relativa sino con la expansión de los límites de su distribución actual, hacia pisos altitudinales inferiores. Las condiciones preexistentes a las cuales han sobrevivido, que incluyen drásticos y sostenidos cambios en el tenor de sales, disponibilidad de agua, y en especial de temperatura y radiación UV, les han permitido extremar sus estrategias de supervivencia.

Existen muchas evidencias experimentales de su posibilidad de éxito: ante aumentos de temperatura sostenidos en el tiempo, han dominado (Meerhof *et al.* 2007), junto con los detritívoros, siendo afectada la abundancia de depredadores superiores y herbívoros. Los tapetes de diatomeas han reemplazado a las algas verdes al mismo tiempo que disminuyeron de tamaño las comunidades de invertebrados.

Las estructuras de las redes tróficas se alteraron por la sensibilidad diferencial al UVR de los diversos componentes, beneficiándose la performance fotosintética de algunas especies de diatomeas por incremento de las tasas de reparación celular (Sobrino y Neale, 2007; Halac *et al.* 2010), siendo variable la respuesta interespecífica de las cianobacterias (Fiorda Giordanino *et al.* 2011).

En general, los efectos del UVR son más evidentes sobre la composición taxonómica de las comunidades que sobre el crecimiento algal o su biomasa (Halac *et al.* 2010), culminando con aumentos de diatomeas (pennadas y céntricas). Las diatomeas al igual que algunas especies de dinoflagelados pueden sintetizar grandes cantidades de compuestos capaces de absorber UV (principalmente micosporinas) después de una prolongada exposición a la radiación (Marcoval *et al.* 2008; Helbling *et al.* 2008).

La cantidad de radiación solar a la cual está expuesta el plancton se incrementa con fuertes vientos y por la variación de la materia orgánica disuelta en el agua (Osburn y Morris, 2003). Aguas con alto contenido de materia orgánica disuelta pueden proveer más protección a la radiación UV, comparada con aguas transparentes (Zagarese *et al.* 1998).

Es evidente que comunidades con alta biodiversidad amortiguan los efectos de las variaciones ambientales porque pueden retener mayor número de especies tolerantes y por ende la diversidad es fundamental para la biología de la conservación. Los roles funcionales que cumplen las algas en los ciclos biogeoquímicos así como en el funcionamiento de ambientes extremos, requiere intensificar nuestro conocimiento de los patrones distributivos de las especies que han demostrado supervivir a condiciones tan rigurosas como son los humedales de altura.

REFERENCIAS

- Acosta, F.; Cadima, M. y Maldonado, M. 2003. Patrones espaciales de la comunidad planctónica lacustre en un gradiente geofísico y bioclimático de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 13: 31- 53.
- Alvarez-Blanco, I.; Cejudo-Figueiras, C.; de Godos, I.; Muñoz, R. y Blanco, S. 2011. Las diatomeas de los salares del Altiplano boliviano: singularidades florísticas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 105:67- 82.
- Buisson, L. y Grenouillet, G. 2009. Contrasted impacts of climate change on stream fish assemblages along an environmental gradient. *Diversity & Distributions* 15: 613 – 626.
- Cadima, M.; Fernández, E. y López, L. 2005. Algas de Bolivia con énfasis en el fitoplancton. Santa Cruz de la Sierra. Editorial Centro de Ecología Simón Patiño.
- Crossetti, L.O.; Bicudo, D.C.; Bicudo, C.E.M. y Bini, L.M. 2008. Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. *Braz. J. Biol.*, 68(4, Suppl.): 1061-1067.

- Fenchel, T., y Finlay, B.J. 2004. The ubiquity of small species: patterns of local & global diversity. *Bioscience* 54: 777 – 784.
- Fiorda Giordanino, M.; Srauch, S.M.; Villafaña, V.E. y Helbling, E.W. 2011. Influence of temperature & UVR on photosynthesis & morphology of four species of cyanobacteria. *Journal of Photochemistry & Photobiology Biology*, 103: 68 -77.
- Halac, S.R.; Villafaña, V.E. y Helbling, E.W. 2010. Temperature benefits the photosynthetic performance of the diatoms *Chaetoceros gracilis* & *Thalassiosira weissflogii* when exposed to UVR: *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology*, 191: 196-205.
- Helbling, E.W.; Buma, A.G.J.; Van de Poll, W.; Fernández Zenoff, M.V. y Villafaña, V.E. 2008. UVR induced photosynthetic inhibition dominates over DNA damage in marine dinoflagellates exposed to fluctuating solar radiation regimes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*;365: 96 – 102.
- Leibold, M.A.; Holyoak, M.; y Mouquet, N. 2004. The metacommunity concept: a framework for multiple scale community ecology. *Ecol. Lett.* 7:601- 613.
- Marcovál, M.A.; Villafaña, V.E. y Helbling, E.W. 2008. Combined effects of solar ultraviolet radiation & nutrients addition on growth, biomass & taxonomic composition of coastal marine phytoplankton communities of Patagonia. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.*;91: 157 – 166.
- Osburn, C.L. y Morris, D.P. 2003. Photochemistry of chromophoric dissolved organic matter in natural waters. In: *UV effects in aquatic organisms & ecosystems*. Helbling EW, Zagarese H (eds), pp 185-217. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Ptácnik, R.; Persen, T.; Brettum, P.; Lepisto, L. y Willén, E. 2010. Regional species pools control community saturation in lake phytoplankton. *Proc. R.Soc. B.* 277: 3755 – 3764.
- Salusso, M. 2011. Caracterización limnológica de una Cuenca subtropical árida. Editorial Académica Española, Academic Publishing GmbH & Co., Berlin. 206 págs.
- Smith, R.C.; Prezelin, B.B.; Baker, K.S.; Bidigare, R.R.; Boucher, N.P.; Coley, T.; Karentz, D.; MacIntyre, S.; Matlick, H.A.; Menzies, D.; Ondrusck, M.; Wan, Z. y Waters, K.J. 1992. Ozone Depletion: Ultraviolet Radiation & Phytoplankton Biology in Antarctic Waters. *Science, New Series*, Vol.255, N° 5047: 952-959.
- Sobrinho C., y Neale, P.J. 2007. Short-term & long-term effects of temperature on photosynthesis in the diatom *Thalassiosira pseudonana* under UVR exposures. *Journal of Phycology* 43: 426 – 436.
- Telford, R.J.V.; Vik, V. y Birks, H.J.B. 2006. Dispersal limitation matters for microbial morphospecies. *Science* 312: 1015.
- Vik, V., y Goldberg, D.E. 2006. Sources of diversity in a grassland metacommunity: quantifying the contribution of dispersal to species richness. *Am.Nat.* 168: 157 – 167.
- Vyverman, W.; Verleyen, E. y Sabbe, K. 2007. Historical processes constrain patterns in global diatom diversity. *Ecology* 88: 1924 – 1931.
- Woodward, G.; Perkins, D.M. y Brown, L.E. 2010. Climate change & freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Phil. Trans. R.Soc. B* 365: 2093 – 2106.
- Zagarese, H.E.; Tartarotti, B.; Cravero, W. y Gonzalez, P. 1998. UV damage in shallow lakes: The implication of water mixing. *J. Plankton Res.*, 20: 1423 – 1433.

Polimorfismos con valor selectivo en ambientes de altura

Viviana Gabriela Broglio^{1,3}, María Virginia Albeza^{1,2,3}, Noemí Estela Acreche^{1,2,3}, Graciela Beatríz Caruso^{1,3} y Silvia De la Fuente⁴

1. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta

2. Facultad de Humanidad, Universidad Nacional de Salta

3. Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta

4. Hospital de Endocrinología y Metabolismo "Doctor Arturo Oñativia"

Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta

mvalbeza@unsa.edu.ar

RESUMEN

Los polimorfismos de heterocromatina constitutiva en nuestra especie son variantes estructurales que se ubican en segmentos específicos e incluyen regiones centroméricas y paracentroméricas de los cromosomas 1, 9 y 16 y la región terminal del brazo largo del cromosoma Y. Los mismos se detectan con técnicas citogenéticas de bandeado C. Se ha postulado que la cantidad de heterocromatina jugaría un rol importante en condiciones ambientales extremas: individuos con menor cantidad de heterocromatina se adaptarían mejor a condiciones de hipotermia e hipoxia. En el presente trabajo se analizan diferencias de tamaño y posición de bandas heterocromáticas entre dos poblaciones con características ambientales diferentes (Puna y Chaco) de la provincia de Salta. A través del análisis cuantitativo de las longitudes de cromosomas y bandas se encuentran diferencias entre ambas poblaciones, siendo las bandas de menor tamaño en individuos que habitan zonas altas, resultado que puede estar vinculado con la acción de la selección natural. El otro factor evolutivo que puede ser determinante para explicar las diferencias en el tamaño de las bandas C, es la deriva génica. La acción de este factor se evidencia en poblaciones pequeñas, como las de Puna. De los resultados obtenidos es posible considerar que la variabilidad de heterocromatina constitutiva es informativa para establecer diferencias genético poblacionales entre grupos étnicos que habitan diferentes ambientes.

Palabras clave

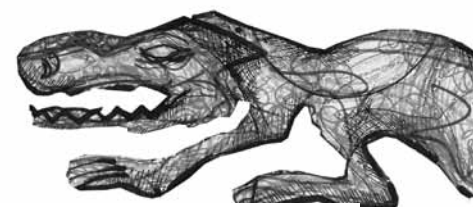
Citogenética, selección natural, deriva génica, heteromorfismos

ABSTRACT

In most organisms, constitutive heterochromatin occurs around the chromosome centromere and near telomeres. In the human chromosomes 1, 9, 16, and the Y-chromosome contain large regions of constitutive heterochromatin. Heterochromatin is detected by cytogenetics techniques. It has been suggested that the amount of heterochromatin plays an important role in extreme environmental conditions: individuals with small amounts of heterochromatin are better adapted to hypothermia and hypoxia conditions. In this work we analyze band size differences and position in two populations of Salta in different environments (Puna and Chaco). According to quantitative analyses, there are differences between the studied populations, with smaller bands in individuals at high altitude, that may be related with natural selection. Genetic drift is the other process which can explain the differences observed. We conclude that constitutive heterochromatin is informative to genetics differences between ethnics groups.

Key words

Cytogenetics, natural selection, genetic drift, heteromorphisms



Los polimorfismos cromosómicos de heterocromatina constitutiva son variantes estructurales localizadas en segmentos específicos (regiones centroméricas y paracentroméricas de los cromosomas 1, 9 y 16, la región terminal del brazo largo del cromosoma Y, brazos cortos y satélites de cromosomas acrocéntricos) (Angell y Jacobs, 1975; Harrison *et al*, 1985; Hultén *et al* 1995; Ibraimov, 1993) que presentan variación del tamaño de la porción de heterocromatina entre homólogos –heteromorfismo– (Craig-Holmes y Shaw, 1971).

La heterocromatina tiene correspondencia con secuencias que no funcionan como codificadoras, se heredan en forma mendeliana, no mutan frecuentemente (Craig-Holmes y Shaw, 1971; Ibraimov, 1993; Kosower *et al*, 1995; Nand *et al*, 1981; Retyk-Jeison, 1995) y no cambian durante la ontogénesis.

Es difícil considerar este ADN genéticamente inactivo, suponiéndose funciones específicas:

1. "Efectos de posición" (activación e inactivación de genes adyacentes)
2. Participación en el entrecruzamiento de cromátides hermanas en la mitosis
3. Rol estructural u organizativo del núcleo y cromosomas
4. Reconocimiento de cromosomas homólogos y participación en el apareamiento cromosómico en la meiosis
5. "Protección" de genes estructurales
6. Depósito de secuencias de ADN (no esenciales) para su uso en la evolución
7. Ninguna función (ADN acarreado a través del proceso de replicación y segregación de los cromosomas).

Ibraimov (1993, 1998 a, b, c) afirma que tiene "valor selectivo", varía de una población a otra debido a factores ambientales más que raciales o étnicos. Observó que pobladores de zonas altas (y latitudes boreales) presentan menor cantidad de heterocromatina y de variantes, comparados con habitantes de zonas templadas y bajas. Propone que la cantidad de heterocromatina jugaría un rol importante en condiciones ambientales desfavorables: individuos con menor cantidad se adaptarían mejor a condiciones de frío e hipoxia.

Este trabajo aporta datos a los ya analizados en poblaciones del NOA (Acreche, 2006; Acreche y Albeza, 2001; Acreche *et al*, 1999; Acreche *et al*, 1996; Albeza *et al*, 2002; Caruso *et al*, 1999 a; Caruso *et al*, 1999 b) abordando el problema de adaptación a ambientes de altura y estudiando la variabilidad genética intra e interpoblacional en polimorfismos de heterocromatina constitutiva.

Se analizaron dos muestras de poblaciones de altura: Cobres (departamento La Poma) y Tolar Grande (departamento Los Andes) pertenecientes a la región de la Puna en Salta y una de zonas bajas que incluye individuos de la región de la llanura chaqueña residentes en Salta.

La Puna comprende los departamentos de Los Andes, parte del de La Poma y del de Rosario de Lerma. Sus características climáticas, topográficas y productivas son factores importantes que provocan el aislamiento de las poblaciones.

Cobres, a 71 km de San Antonio de los Cobres a 3880 msnm, posee un conglomerado de 22 viviendas (12 ocupadas en el momento en que se recolectaron las muestras) y 18 que se distribuyen desde la bifurcación de Cangrejillos (49 km al sur de Cobres) hasta Cerro Negro (20 km al norte). Con una población de 140 personas (incluyendo puestos desde

Potrerrillos hasta Rangel), presenta una razón sexual de 70,73 y una relación niños-mujeres de 818,18. Parámetros biodemográficos indican que es una población vieja (7,09 % mayores de 65 años) sujeta a deriva (Coeficientes de Aislamiento Reproductivo de 1,76 y de Endogamia de 0,08) (Caruso *et al*, 1999 b).

Tolar Grande presenta la más alta tasa de migración (0,77) de las poblaciones puneñas estudiadas y Coeficientes de Aislamiento Reproductivo (13,51) y de Endogamia (0,00) atípicos para la región. Se registraron 99 habitantes, con una razón sexual de 65,00; es una población joven (4,04 % mayores de 65) con elevada relación niños-mujeres (1043,48) (Albeza *et al*, 2002).

El Parque Chaqueño, en Salta, abarca los departamentos de San Martín y Rivadavia, la región oriental de los departamentos de Orán y Anta y el Oeste de los de Metán y Rosario de la Frontera.

En la región chaqueña se encuentran comunidades que pertenecen a 4 familias lingüísticas: Mataco-Mataguayo (Matacos, Chorotes y Chulupíes); Gaucurú (Tobas, Pilagás y Mocovíes); Arawak (Chané) y Tupí Guaraní (Chiriguano).

Considerando que la Puna supera en sectores los 5000 msnm y el Chaco se ubica entre los 500 y 250 msnm, se constituyen en extremos en cuanto a esta característica.

En las Escuelas de Cobres, Esquina de Guardia y Tolar Grande se obtuvieron las muestras de las poblaciones puneñas incluyéndose las de pobladores cuyos padres prestaron explícitamente su consentimiento.

Para la población de zona baja se analizaron muestras de individuos obtenidas en el Hospital Oñativia y se seleccionaron aquellas cuyos ascendientes nacieron en la región chaqueña y prestaron conformidad para su inclusión.

Se realizaron bandeos CBG y GTG siguiendo protocolos estándares. Se estudiaron 14 metafases / individuo midiéndose bandas y cromosomas. Se realizaron 13605 mediciones (longitud total de los cromosomas 1, 9 16 e Y, sus bandas y brazo corto del cromosoma 16).

Se registró la variabilidad de las bandas heterocromáticas con relación al valor del brazo corto del cromosoma 16 (análisis semicuantitativo) (Patil y Lubs, 1977) y se clasificaron en niveles.

Para el análisis cauntitativo se trabajó con medidas absolutas obtenidas con microscopio óptico. Se analizaron 102 individuos: 52 de la Puna (27 varones y 25 mujeres) y 50 del Chaco (21 varones y 29 mujeres).

Ante la falta de sistematicidad en el número mínimo de metafases a estudiar, se determinó que la longitud de cromosomas y bandas tiene diferentes patrones de variación por lo que el tamaño de las muestras debe ser diferente.

El tamaño de las bandas C y de los cromosomas, es una variable continua; su categorización es arbitraria y la clasificación puede resultar subjetiva (métodos cualitativos).

Frente a estas deficiencias se optó por realizar análisis cuantitativo y semicuantitativo.

No se observaron, a partir de bandedo G, variantes numéricas y/o estructurales, ni inversiones pericéntricas totales y/o parciales de las regiones heterocromáticas.

Las diferencias entre medias de las longitudes de las bandas C (análisis cuantitativo) de ambas regiones resultan altamente significativas (menores para la Puna) pero no pueden ser explicadas por el tamaño de los cromosomas ya

| | Variable | N | V. Mínimo | V. Máximo | Media | SD | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|---------|---------|-------|
| PUNA | Cromosoma | 1 | 1022 | 4,197 | 13,524 | 8,563** | 1,459 | |
| | | 9 | 1424 | 1,321 | 9,172 | 5,240 | 0,831 | |
| | | 16 | 691 | 1,788 | 5,518 | 3,546** | 0,508 | |
| | | Y | 156 | 1,943 | 3,109 | 2,312** | 0,200 | |
| | Banda C | 1 | 1022 | 0,777 | 2,409 | 1,504** | 0,257 | |
| | | 9 | 1424 | 0,466 | 2,176 | 1,244** | 0,223 | |
| | | 16 | 691 | 0,389 | 1,865 | 1,040** | 0,224 | |
| | | Y | 156 | 0,855 | 1,788 | 1,157** | 0,135 | |
| | CHACO | Cromosoma | 1 | 1004 | 4,508 | 13,369 | 7,918** | 1,514 |
| | | | 9 | 1402 | 1,399 | 7,773 | 5,264 | 0,797 |
| | | | 16 | 609 | 1,244 | 5,596 | 3,451** | 0,458 |
| | | | Y | 98 | 2,021 | 3,342 | 2,434** | 0,233 |
| Banda C | | 1 | 1004 | 1,010 | 2,643 | 1,603** | 0,226 | |
| | | 9 | 1402 | 0,933 | 5,596 | 1,442** | 0,189 | |
| | | 16 | 610 | 0,700 | 3,264 | 1,208** | 0,194 | |
| | | Y | 98 | 1,010 | 1,865 | 1,279** | 0,170 | |

Tabla 1
Parámetros estadísticos - cromosomas 1, 9, 16 e Y

que en los cromosomas 1 y 16, la relación se invierte, siendo significativamente mayores en la Puna, con correlaciones positivas (Tabla 1).

Esta correlación resalta la diferencia entre el tamaño de las bandas de ambas poblaciones, se esperaría que si es mayor la media de la longitud del cromosoma, la media de la longitud de la banda debería serlo también.

En el cromosoma 1 (2044 mediciones para la Puna y 2008 para el Chaco) la longitud media de la banda C es significativamente menor en la Puna, mientras que la media de la longitud total del cromosoma lo es en el Chaco ($p < 0,000$) (Tabla 1).

La correlación entre el tamaño del cromosoma y la banda C resulta positiva y altamente significativa ($r = 0,525$ y $p < 0,000$): a mayor tamaño del cromosoma, mayor tamaño de la banda y viceversa.

Las bandas C de los cromosomas 1 de la Puna distribuyen entre los niveles 2 y 4, y en el Chaco entre el 2 y el 3 no siendo significativas las diferencias de distribución ($p = 0,256$).

En el cromosoma 9 (2848 mediciones para la Puna y 2804 para el Chaco), la media de la banda C también es significativamente menor en la Puna ($p < 0,000$). La diferencia entre las medias de la longitud total del cromosoma no es significativa ($p = 0,424$) (Tabla 1). La correlación tamaño del cromosoma y la banda resulta positiva y altamente significativa ($r = 0,442$ y $p < 0,000$).

En la muestra de la Puna las bandas C distribuyen entre los niveles 1 y 4 y en la del Chaco entre el 2 y 3 con diferencias de distribución significativas ($p = 0,039$).

En el cromosoma 16 coinciden los resultados con los obtenidos para el cromosoma 1 y 9 con medias de banda

C significativamente menores en la Puna ($p < 0,000$) y una longitud total del cromosoma 16 significativamente menor en el Chaco ($p < 0,000$) (Tabla 1).

La correlación entre el tamaño del cromosoma y la banda C para cada población resulta positiva y altamente significativa ($r = 0,541$ y $p < 0,000$).

Las longitudes de las bandas C en la Puna distribuyen entre los niveles 1 y 3 y las del Chaco entre 2 y 3 con diferencias de distribución altamente significativas ($p < 0,000$).

En el cromosoma Y, la media de la banda C es significativamente menor en la Puna al igual que la longitud total del cromosoma ($p < 0,000$) (Tabla 1). La correlación tamaño del cromosoma - banda para cada población resulta positiva y altamente significativa ($r = 0,770$ y $p < 0,000$).

Las bandas C en la Puna distribuyen entre los niveles 1 y 4 y las del Chaco entre 2 y 3 con diferencias de distribución no significativas ($p = 0,623$).

La presencia de bandas C significativamente diferentes entre ambas regiones y de menor tamaño en los habitantes de la Puna coincide con la hipótesis de Ibraimov (1993, 1998 a, b).

Se afirma que el tamaño de la banda C del cromosoma Y caracterizaría a poblaciones o subpoblaciones (Hamerton, 1971) siendo propio de un grupo étnico determinado (Dutrillaux, 1981; De Grouchy y Turleau, 1978). Estas diferencias estarían relacionadas con la acción de deriva génica, selección natural (diferenciación mediante fluctuaciones al azar o por adaptación a medios locales respectivamente) y flujo génico (contrarrestaría la diferenciación entre grupos locales).

Las diferencias detectadas en la Puna y el Chaco harían suponer que, siendo un carácter adaptativo, la selección

natural favorecería una variante determinada en un ambiente dado. Efecto difícil de probar ya que es necesario estimar diferencias de fertilidad y viabilidad (nacimientos y muertes diferenciales asociados al tamaño del bloque de heterocromatina) analizándose supervivencia y varianza del número de hijos de portadores de distintas variantes, parámetros sujetos a factores socioeconómicos y a la acción conjunta de otros genes.

La deriva génica puede ser determinante para explicar las diferencias en el tamaño de bandas C. La acción de este factor se evidencia en poblaciones pequeñas, habiéndose estimado sus efectos en estas localidades puneñas (Albeza *et al*, 2002; Caruso *et al*, 1999 b).

Buckton *et al* (1976) atribuyen a la endogamia las diferencias cualitativas en el tamaño de bandas C encontradas en poblaciones de ambientes distintos lo que indicaría que la deriva génica provoca diferenciación, pese a no ser mencionado.

Si bien no se puede afirmar cuál de los factores (deriva génica o selección natural) da cuenta de las diferencias encontradas, se desprende que la variabilidad de heterocromatina constitutiva es informativa para establecer diferencias genético poblacionales entre grupos de diferentes ambientes.

Contrariamente a lo esperado, por su carácter de semiaislado, la Puna presenta mayor rango de variación, ya que las bandas C distribuyen en al menos tres niveles.

Al comparar la distribución por niveles con datos de diez poblaciones (Retyk-Jeison, 1995; Ibraimov *et al*, 1982), la diferencia resulta altamente significativa ($p < 0,00$). Esto señala que la clasificación por niveles de la distribución de las bandas C permite diferenciar, en algunos casos, al menos semicuantitativamente, las distintas poblaciones, resaltando el carácter informativo de polimorfismos de heterocromatina.

Es previsible la acción de la selección natural sobre las poblaciones puneñas teniendo en cuenta las condiciones ambientales extremas. Altas radiaciones, baja humedad, hipoxia, bajas temperaturas, exposición a agentes mutágenos como arsénico, etc. se asocian a caracteres morfológicos, fisiológicos y bioquímicos portados por habitantes de estas zonas. Brooke-Thomas (1977), Dulout *et al* (1996), Frisancho (1996), Paulotti (1949), Salzano y Callegari-Jacques (1988) y Vahter *et al* (1995) indican que se trataría de verdaderos procesos adaptativos más que de respuestas fisiológicas.

Es factible entonces proponer que los habitantes de estas zonas son portadores de combinaciones de genes que les otorgan mayor eficacia biológica en este ambiente, resultado de la acción de la selección natural, siendo posible explicar las diferencias de tamaño de las bandas C entre las regiones de la Puna y del Chaco.

Los resultados obtenidos y analizados están relacionados con dos de las funciones de la heterocromatina: activación y desactivación de genes (la selección natural actuaría sobre ella a pesar de que no codifique proteínas) y que las secuencias de ADN altamente repetidas que contiene la heterocromatina son para su uso en la evolución.

Otro punto a considerar es el significado de plantear las diferencias de estos polimorfismos como causa étnica o racial asociadas a un ambiente. El término racial o raza sugiere la posibilidad de distinguir grupos de individuos biológicamente semejantes entre sí y muy diferentes a otros grupos, desconociendo la existencia de la variabilidad intrapoblacional. Esto no implica ignorar diferencias morfológicas, fisiológicas, etc.

entre poblaciones que habitan distintas áreas geográficas. En este caso se consideran las estrictamente genéticas siendo necesario replantear su alcance y significado.

REFERENCIAS

- Acreche, N. 2006. Microevolución en Poblaciones Andinas. Continuos Salta SH, Salta. ISBN: 987-05-0414-0
- Acreche, N y Albeza, MV. 2001. El Pichao: Población Actual - Parámetros Biodemográficos. En: Investigations at El Pichao. Introduction to studies in the Santa Maria Valley, North-Western Argentina. BAR International Series 978, Oxford. pp: 195-203.
- Acreche, N; Broglia, V; Caruso, G y Albeza, MV. 1999. Chicoana (Salta): Genética y Población. Rev. Arg. de Antropología Biológica 2: 257-266.
- Acreche, N; Caruso, G y Albeza, MV. 1996. Distancias Genéticas en Poblaciones del NOA. Rev. Arg. de Antropología Biológica 1(1): 139-152.
- Albeza, MV; Acreche, N y Caruso, G. 2002. Biodemografía en Poblaciones de la Puna (Chañarcito, Santa Rosa de los Pastos Grandes y Olacapato) - Salta, Argentina. Chungará Revista de Antropología Chilena 34 (1): 119-126. Universidad de Tarapacá, Arica.
- Angell, R and Jacobs, P.1975. Lateral Asymmetry in Human Constitutive Heterochromatin. Chromosoma. 51: 301-310.
- Brooke-Thomas, RB 1977. Adaptación Humana y ecología de la Puna. Pastores de Puna. Uywamichiq punarunakuna. (3): 87-111. IEP Ediciones. Lima. Perú.
- Buckton, KE; ML O'riordan; P Jacobs; J Robinson; R Hill & HEvans. 1976. C- and Q-band polymorphisms in the chromosomes of three human populations. Ann. Hum. Genet. 40: 99-112.
- Caruso G, Acreche N y Albeza MV. 1999 a. Polimorfismos hematológicos en Santa Rosa de los Pastos Grandes (Salta). Rev. Arg. de Antropología Biológica 2:227-242.
- Caruso G, Albeza MV, Acreche N y Broglia V. 1999 b. Grupos sanguíneos y Demografía en localidades puneñas de la Provincia de Salta. Rev. Arg. de Antropología Biológica 2(1):243-256.
- Craig-Holmes, A and Shaw, M. 1971. Polymorphism of Human Constitutive Heterochromatin. Science, 174: 702-704.
- De Grouchy, J y Turleau, C. 1978. Atlas de Enfermedades Cromosómicas. Editorial Marin, S.A. Barcelona.
- Dulout, FC; Grillo, A; Seoane, A; Maderna, C; Nilsson, R; Vahter, M; Darroudi, F and Natarajan, A. 1996. Chromosomal aberrations in peripheral blood lymphocytes from native Andean women and children from Northwestern Argentina exposed to arsenic in drinking water. Mutation Research. Genetic Toxicology Testing, 370: 151-158.
- Dutrillaux, B. 1981. Los cromosomas de los primates. Mundo Científico. 10: 52-62 Ed. Fontalba. Barcelona.
- Frisancho, AR.1996. Human Adaptation and Accommodation. Enlarged and revised edition of Human Adaptation. University of Michigan.

- Hamerton, J. 1971. Human Cytogenetics. Clinical Cytogenetics. Tomo I. General Cytogenetics. Academic Press. INC. New York
- Harrison, CH; Jack, E; Allen, T and Harris, R. 1985. Investigation of human chromosome polymorphisms by scanning electron microscopy. *Journal of Medical Genetics* 22: 16-23.
- Hultén, MA; Stacey, M and Armsrong, SJ.1995. Does junk DNA regulate gene expression in humans? *J. Clin. Pathol: Mol Pathol.* 48: M118- M123.
- Ibraimov, AI.1993. The origin of modern humans: A cytogenetic model. *Human Evolution.* 8 (2): 81-91.
- Ibraimov, AI. 1998 a. Biological Adaptation and Human Chromosomal QHeterochromatin Regions. Dual Congress. South Africa.
- Ibraimov, AI. 1998 b. Cultural Adaptations and Human Chromosomal q-Heterochromatin Regions. Dual Congress. South Africa.
- Ibraimov, AI. 1998 c. Proposed Sequence of the Origin of Homo sapiens sapiens and Chromosomal Q-Heterochromatin Regions. Dual Congress. South Africa.
- Ibraimov, AI; Mirrakhimov, M; Nazarenko, SA and Axenord, E. 1982. Human Chromosomal Polymorphism. II Chromosomal C Polymorphism in Mongolid Populations of Central Asia. *Human Genetics* 60: 8-9.
- Kosower, NS; Gerad, L; Goldstein, M; Parasol, N; Zisper, Y; Ragolsky, M; Rozsenewaing, S; Elkabetz, E; Abramovitch, Y; Lerer, B and Weizman, A. 1995. Constitutive Heterochromatin of Chromosome 1 and Duffy Blood Group Alleles in Schizophrenia. *American Journal of Medical Genetics* 60:133-138.
- Nand, R; Rani, R and Ghosh, PK. 1981. Polymorphism of Constitutive Heterochromatin in two North Indian Populations: Punjabis and Rajputs. *Genetica* 54: 261-264.
- Patil, SR and HA Lubs. 1977. Classification of qh regions in human chromosome 1, 9, 16 by C – banding. *Hum. Genet.* 38: 35-38.
- Paulotti, O. 1949. Los Nativos de la Puna de Jujuy. *Rev. Inst. Antrop.* Vol 4: 5-83. UNJU.
- Retyk-Jeison, M. 1995. Estudio de Polimorfismos Cromosómicos en una Comunidad Toba de Quilmes (Rep. Argentina). Tesis Doctoral. UBA.
- Salzano, FM and SM Callegari-Jacques. 1988. South American Indians. A Case Study in Evolution. Clarendon Press. Oxford.
- Vahter, MG; Concha, G; Nermell, B; Nilsson, R; Dulout, F and Natarajan, A. 1995. An unique metabolism of inorganic arsenic in native Andean women. *European Journal of Pharmacology. Environmental Toxicology and Pharmacology Section,* 293: 455-462.
- Wilkinson, L; Hill, MA; Welma, JP and Birkenbevel, GK. 1992. SYSTAT for Windows. Statistics. Version 5. Edition Evanson, IL. SYSTAT, Inc.

Conservación *ex situ*: un banco de germoplasma de especies nativas

Marta Leonor de Viana, Marcelo Nahuel Morandini,
Eugenia Mabel Giamminola y Rita Cecilia Díaz

Banco de Germoplasma de Especies Nativas (BGEN). Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH)
Universidad Nacional de Salta, Argentina Avda Bolivia 5150. 4400, Salta.
mldeviana@yahoo.com.ar

RESUMEN

La pérdida de biodiversidad por actividades humanas, especialmente por deforestación en el Noroeste Argentino, destaca la necesidad de emprender acciones que combinen las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*. En este trabajo se presentan los objetivos y actividades más relevantes que se realizan en el banco de germoplasma de especies nativas de la Universidad Nacional de Salta, para conservar a largo plazo el germoplasma de especies arbóreas nativas.

Palabras clave

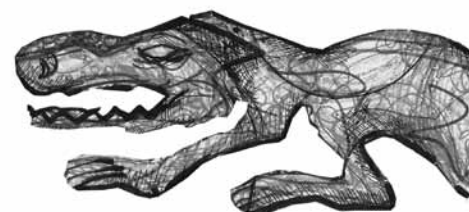
Biodiversidad, germoplasma, conservación, especies nativas, tolerancia a la desecación, Yungas, Chaco

ABSTRACT

The biodiversity loss due to human activities, specially by deforestation in Northwestern Argentina, points, the need to combine strategies for *in situ* and *ex situ* biodiversity conservation. In this paper we present the objectives and main activities of the germplasm bank of native species of the National University of Salta, for long-term conservation of the germplasm of native tree species.

Key words

Biodiversity, germplasm, conservation, native species, disecation tolerance, Yungas, Chaco



Los procesos de expansión de la frontera agropecuaria afectan principalmente las provincias del Noroeste argentino y están ocasionando una alarmante pérdida de biodiversidad tanto cultural como natural. Por ejemplo, en la provincia de Salta en el período 1989 a 2004 se deforestaron 590.241 hectáreas y luego, tan sólo en dos años 2006 y 2007, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable habilitó 527.738 hectáreas para proyectos agrícola-ganaderos que involucran desmontes, la mayoría en ambientes de bosque chaqueño, de transición y de yungas. El 53% de las habilitaciones otorgadas en el año 2007 se concentraron en los departamentos de San Martín y Rivadavia (de Viana, 2009, de Viana y Morales Poclava 2010).

Por otra parte, las exploraciones y explotaciones mineras también provocan impactos negativos en la biodiversidad por la fragmentación de los ambientes, la remoción y transporte de sedimentos, la utilización de agua en ambientes donde es escasa o donde los acuíferos son fósiles y contaminación de enormes extensiones en los ambientes de Puna, Chaco y Yungas (de Viana 2008).

La diversidad biológica abarca la variabilidad a nivel de genes, organismos, poblaciones y especies, aunque también podemos incluir la de ambientes y/o paisajes que contienen las especies y las interacciones. En la escala espacial, la biodiversidad se distribuye en forma heterogénea sobre la tierra como resultado de procesos que ocurren en diferentes escalas regionales y locales. Si consideramos la diversidad a nivel de especies, Argentina es uno de los 25 países con mayor riqueza de especies y de endemismos del mundo (Caldecott *et al*, 1996). Se han registrado alrededor de 9.938 especies de plantas vasculares, de las cuales el 20% son endémicas (FAO 2008). Sin embargo, se desconoce el estado de conservación de la mayoría de las especies en los registros de la IUCN (2010).

A escala regional, los mayores niveles de riqueza de especies se han registrado en los ambientes de Selvas de Yungas y Paranaense. Mientras que los mayores niveles de endemismos se han encontrado en los ambientes áridos (Ojeda

y Mares 1989, Zuloaga *et al.* 1999, Díaz *et al.* 2000, Ortega Baes *et al.* 2003). Para la provincia de Salta se citaron unas 3.136 especies, lo que representa un 32% de la flora existente en el país (Zuloaga *et al.* 1999). Sin embargo, se desconocen registros actualizados con relación al área de distribución y al estado de conservación de las especies. Por otra parte, según el Ordenamiento Territorial, en la zona del Chaco salteño, las áreas boscosas remanentes en ambientes con pendientes menores del 10% se consideran en la categoría II: de mediano valor de conservación que pueden ser sometidos a aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica (Ministerio de Ambiente 2009).

La conservación de la biodiversidad comprende dos tipos de acercamiento, la conservación *in situ* y la *ex situ*. La conservación *in situ* ha sido definida como la conservación de ecosistemas completos y ambientes naturales en cuya área, especies silvestres o cultivadas son protegidas de manera que puedan mantener poblaciones viables en unidades de conservación como reservas naturales, parques nacionales, reservas privadas, entre otras. La conservación *ex situ* busca mantener germoplasmas fuera de sus ambientes originales, ya sea en forma de plantas enteras (jardines botánicos) o en bancos de genes, semillas, tubérculos o propágulos (bancos de germoplasma) (Hong *et al.* 1998, Franco 2008).

El Ministerio de Ambiente de la provincia de Salta reconoce 23 áreas protegidas (además incluye una privada y otra internacional) que representan el 10% del territorio de Salta y fueron creadas entre 1967 y 2011. Sin embargo, existe un importante sesgo con relación a los ambientes protegidos ya que el 86% de las superficies representa ambientes de Puna, Pre-Puna y Altoandinos (figura 1). Por otra parte, es importante destacar que la Reserva Provincial Los Andes, que es la de mayor extensión, no dispone de planes de manejo y además es la zona de los emprendimientos mineros más importantes de la Provincia.

Estos datos, conjuntamente con la escasa cantidad de unidades de conservación en la región chaqueña, representan el 0.17% de la superficie de la ecorregión, destacan

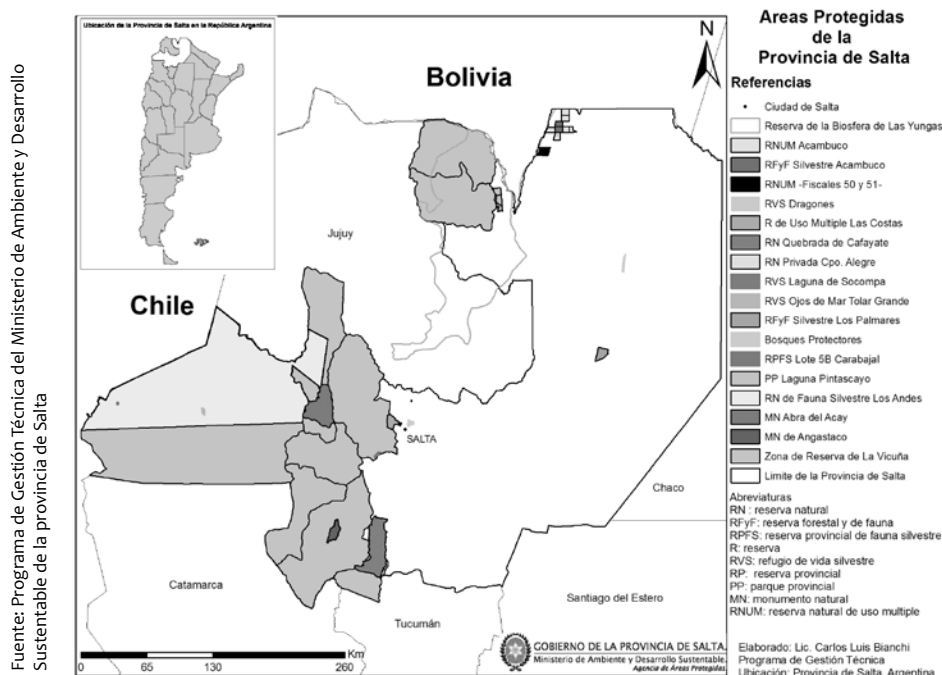


Figura 1
Ubicación de las unidades de conservación en la provincia de Salta

la necesidad de emprender acciones urgentes tendientes a la conservación de la biodiversidad complementando las estrategias in situ y ex situ (de Viana 2009, 2010).

Si bien en los últimos años el fortalecimiento de las políticas ambientales relacionadas con la conservación han promovido un aumento en la demanda de semillas de especies nativas, que constituyen el material básico para los programas de recuperación, enriquecimiento y conservación de ecosistemas (Carvalho, 2006), aún son escasos los emprendimientos en nuestro país vinculados con la recolección y almacenamiento de semillas de árboles nativos, tendientes a la conservación de la biodiversidad a mediano y largo plazo. Son escasas también las investigaciones sobre los requerimientos de germinación, la longevidad y la tolerancia a la desecación de las semillas de especies nativas (Hong *et al.*, 1998; Pritchard, 2002), una información de gran valor bio-ecológico y estratégico en relación directa con la conservación de la biodiversidad y de nuestro patrimonio natural y cultural.

Si tenemos en cuenta también el marco de la legislación vigente, en especial las Convenciones Internacionales de Carácter Constitucional (de biodiversidad y de lucha contra la desertificación), el protocolo de Kioto, la Ley de Bosques y las Leyes Provinciales 7070 y 7107, entre las más relevantes, constituye una prioridad realizar acciones urgentes tendientes a la conservación de las especies arbóreas nativas, ya que además de los problemas señalados que inciden directamente en la pérdida de biodiversidad (deforestación, fragmentación de ambientes), la mayoría de los esfuerzos de conservación ex situ a largo plazo se concentran en especies de cultivos (Franco 2008; de Viana, 2010).

EL BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPECIES NATIVAS

El Banco de Germoplasma de Especies Nativas (BGEN) surgió en el año 2004 como un proyecto prioritario del Instituto de Ecología y Ambiente Humano de la Universidad Nacional de Salta y está orientado a la conservación ex situ a mediano y largo plazo del germoplasma principalmente de especies arbóreas. En la actualidad contamos con más de 130 accesiones que representan 36 especies nativas principalmente de Chaco y Yungas, aunque también conservamos tres cactáceas columnares (cuadro 1). Sin embargo, son tantas las especies y el trabajo es tan grande, que es necesario establecer criterios a la hora de decidir qué especies conservar. Estos criterios tienen en cuenta el estado de conservación, endemismos e importancia cultural, forrajera, alimenticia, medicinal, económica, para los pobladores locales (Figura 2).

Los principales objetivos del BGEN se centran en la recolección de semillas de árboles nativos de importancia eco-socio-cultural, la evaluación del área de distribución y el estado de conservación de las especies arbóreas nativas, la determinación de la tolerancia a la desecación de las semillas, el estudio de la variabilidad intra e inter poblacional de frutos y semillas, tendientes a conservar ex situ el germoplasma de especies nativas a largo plazo. Se incluye también el estudio del crecimiento y la supervivencia de los plantines.

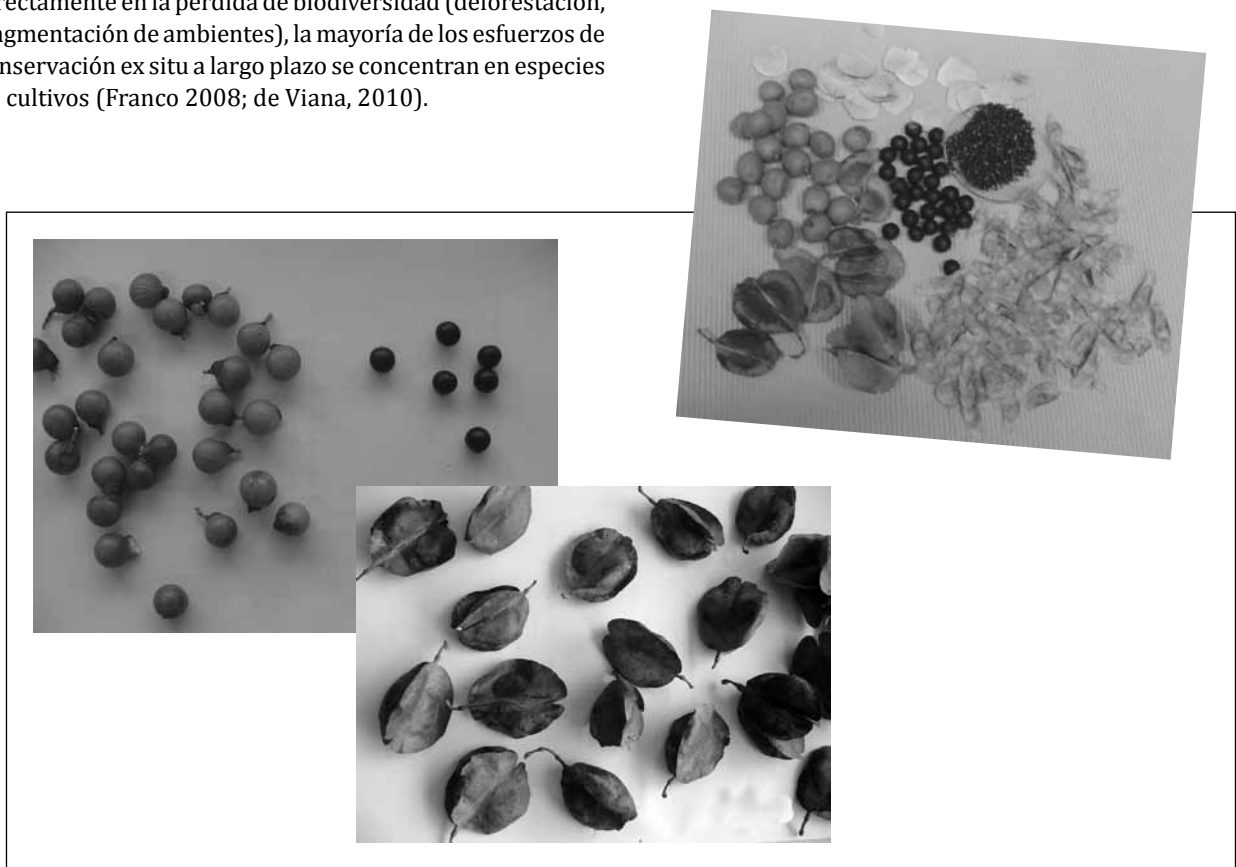


Figura 2

Algunas semillas y propágulos de especies nativas conservadas en el BGEN

| Familia | Especie Nombre científico | Siglas | Accesiones /Sp |
|------------------|--|-----------------------------------|-------------------|
| Anacardiaceae | <i>Loxopterygium grisebachii</i> | Hieron. & Lorentz ex Griseb. | 1 |
| | <i>Schinopsis lorentzii</i> | (Griseb.) Engl | 5 |
| | <i>Schinopsis lorentzii</i> var <i>marginata</i> | Engl | 2 |
| Apocynaceae | <i>Aspidosperma quebracho blanco</i> | Schlttdl. | 8 |
| Betulaceae | <i>Alnus acuminata</i> | Kunth | 4 |
| Bignoniaceae | <i>Handroanthus impetiginosus</i> | (Mart.ex DC.)Mattos | 2 |
| | <i>Jacaranda mimosifolia</i> | D.Don | 2 |
| | <i>Tecoma garrocha</i> | Hieron | 3 |
| | <i>Tecoma Stans</i> | (L.) Juss. ex Kunth | 4 |
| Bombacaceae | <i>Ceiba chodatti</i> | | 4 |
| | <i>Ceiba insignis</i> | | 1 |
| Cactaceae | <i>Denmoza rhodacantha</i> | (Salm-Dyck) Britton et Rose | 3 |
| | <i>Trichocereus atacamensis</i> | (Phil.)Backeb. | 7 |
| | <i>Trichocereus terscheckii</i> | Parm. Ex Pfeff.) Britton et Rose | 2 |
| Capparaceae | <i>Capparis speciosa</i> | Griseb. | 1 |
| Cochlospermaceae | <i>Cochlospermum tetraporum</i> | Haller F. | 1 |
| Fabaceae | <i>Acacia caven</i> | (Molina) Molina | 1 |
| | <i>Anadenanthera colubrina</i> | (Vell.) Brenan | 8 |
| | <i>Caesalpinia paraguarienses</i> | (D.Parodi) Burkart | 12 |
| | <i>Cercidium praecox</i> | (Ruiz & Pav.exHook.) Harms | 3 |
| | <i>Chloroleucon tenuiflorum</i> | (Benth.) Barneby & J.W. Grimes | 1 |
| | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | (Vell.) Morong | 7 |
| | <i>Erythrina crista-galli</i> | L. | 3 |
| | <i>Erythrina dominguenzii</i> | Hassl. | 2 |
| | <i>Erythrina falcata</i> | Benth | 5 |
| | <i>Geoffraea decorticans</i> | (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart | 5 |
| | <i>Gleditsia amorphoides</i> | (Griseb.) Taub. | 1 |
| | <i>Prosopis alba</i> | Griseb. | 5 |
| | <i>Prosopis ferox</i> | Griseb. | 4 |
| | <i>Prosopis nigra</i> | (Griseb.) Hieron | 5 |
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Tul. | 9 |
| | <i>Senna spectabilis</i> | (DC.) H.S Irwin&Barneby | 1 |
| Meliaceae | <i>Cedrela angustifolia</i> | DC. | 1 |
| Myrcinaceae | <i>Myrcine laetevirens</i> | (Mez) Arechav. | 6 |
| Nyctaginaceae | <i>Pisonia zapallo</i> | Griseb. | 5 |
| Rhamnaceae | <i>Ziziphus mistol</i> | Griseb. | 4 |
| Rutaceae | <i>Zanthoxylum coco</i> | Gillies | 3 |
| Sapindaceae | <i>Sapindus saponaria</i> | L. | 1 |
| Solanaceae | <i>Solanum betacea</i> | Cav. | 1 |
| Zygophyllaceae | <i>Bulnesia sarmientoi</i> | Lorentz & Griseb. | 2 |

Cuadro 1
Especies y cantidad de accesiones ingresadas al BGEN-INEAH

ACTIVIDADES DEL BGEN

La determinación de la tolerancia a la desecación de las semillas, es un paso clave para establecer la posibilidad de su almacenamiento a largo plazo en los Bancos de Germoplasma. Hong *et al* (1998) clasificaron a las semillas en tres categorías de acuerdo a su respuesta a la desecación: recalcitrantes, intermedias y ortodoxas. Las semillas ortodoxas toleran la desecación a bajos contenidos de humedad (<5%) y pueden ser almacenadas por largos períodos manteniendo su viabilidad a bajas temperaturas (-20°C). Las semillas recalcitrantes no toleran la desecación por debajo de niveles elevados (<20% C.H.) y sus semillas no

pueden ser conservadas a largo plazo ya que su longevidad es reducida. El otro grupo presenta características intermedias. Si bien determinar la tolerancia a la desecación de las semillas es una actividad clave y prioritaria en el banco, también se realizan numerosas actividades relacionadas con la bioecología de las semillas que pueden incluir: caracterización morfológica, química, genética, comparación entre accesiones de las características entre individuos y poblaciones de diferentes ambientes, determinaciones del poder germinativo de las semillas almacenadas en diferentes condiciones de temperatura y humedad, entre muchas otras.

RECOLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Periódicamente realizamos campañas de recolección principalmente en las provincias de Salta y Jujuy, intentando abarcar distintas poblaciones y ambientes del área de distribución de las especies seleccionadas. La recolección de los frutos se realiza de la copa, de forma manual, con tijeras telescópicas y escalera, cuando los frutos están maduros. Se recolecta material reproductivo de un mínimo de 10 árboles (siempre que sea posible), separados entre sí en al menos 30 metros. También se colecta material de herbario y los árboles y sitios se geo-posicionan (Figura 3).

Los frutos y/o semillas se llevan a las instalaciones del BGEN para su procesamiento y registro en la base de datos del Banco con los sitios de recolección geo-posicionados, las fechas y algunas características de las plantas con relación al estado fenológico y sanitario (Figura 4).

En el laboratorio, los frutos se procesan, se separan y contabilizan las semillas aparentemente viables, depredadas y abortadas. La caracterización morfológica de los frutos y semillas incluye el peso y mediciones de longitud, ancho, espesor o perímetro, dependiendo de las morfologías particulares. Se guardan lotes de semillas en bolsas de papel, para futuras caracterizaciones químicas y/o genéticas (Figura 5).

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS

Si bien hemos empleado diferentes métodos para determinar el Contenido de Humedad de las Semillas (CH), en la actualidad empleamos el método de secado en estufa a alta temperatura (130°C) durante tres horas, teniendo en cuenta la diferencia entre peso fresco y seco. Este es el primer paso en los estudios de tolerancia a la desecación. Una vez obtenido el CH de las semillas, se prosigue con sucesivas disminuciones del CH de las semillas en desecadores con sílica gel y pruebas de germinación. Estos experimentos de germinación se realizan con las semillas frescas (recién recolectadas) y con el CH reducido al 10-12%, 3-5% y ultrasecado <3% (Figura 6). En cada reducción del CH, se realiza un experimento de germinación. Si la germinación supera el 80%, se continúa con la reducción del CH al nivel siguiente. Si las semillas mantienen la viabilidad al 3-5% del CH, una parte del lote de semillas se almacena a temperatura ambiente, a 6 y a -20°C, en recipientes herméticos con sílica gel. El almacenamiento en las mismas condiciones de temperatura se realiza con las semillas que toleran el ultrasecado. Periódicamente se deben realizar ensayos de germinación a fin de comprobar la longevidad y viabilidad de los lotes de semillas.

Todos los ensayos de germinación se realizan siguiendo un diseño completo al azar. Se prueban 100 semillas que se siembran generalmente en bandejas con arena esterilizada (24 hs a 140°C) como sustrato y se mantienen durante 30 días a 25±3°C, 45±5% humedad relativa y 12 horas de fotoperíodo. Se riega con agua destilada diariamente y se contabilizan las germinaciones. A las semillas muy pequeñas como en el caso del aliso, se las coloca en cápsulas de petri con papel secante.

Las plántulas de los ensayos de germinación se miden, se transplantan a macetas y se mantienen en el vivero de especies nativas, donde se realizan seguimientos de crecimiento y supervivencia. Estos plantines constituyen un material valioso para forestaciones, parquizaciones y recuperación de ambientes (Figuras 7 y 8).



Figura 3
Recolección de frutos



Figura 4
Frutos de cebil



Figura 5
Semillas de lapacho

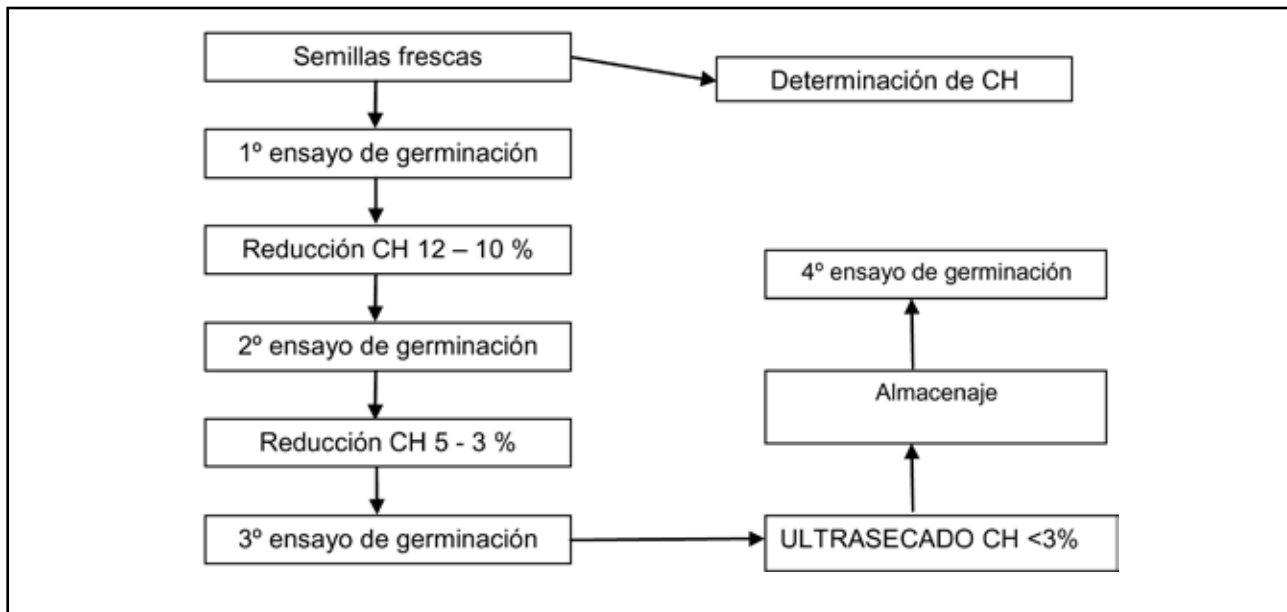


Figura 6

Esquema de los pasos metodológicos para la determinación de la tolerancia a la desecación de las semillas



Figura 7
Plántulas de cebil

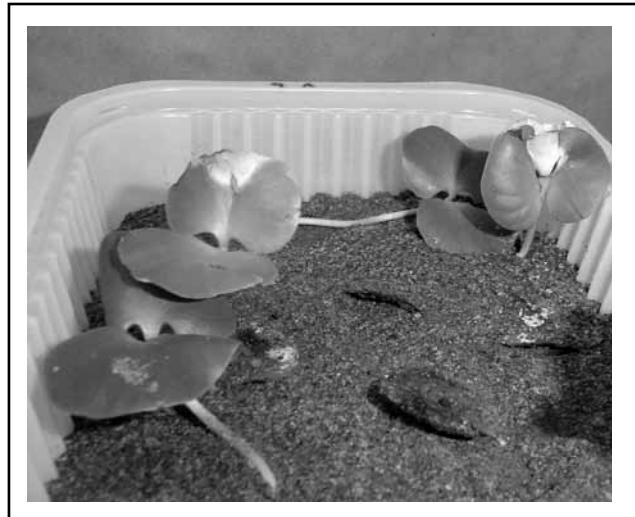


Figura 8
Plántulas de quebracho

REFERENCIAS

- Carvalho, R.T.; E. A. Da Silva y A. C Davide. 2006. Storage behaviour of forest seeds. *Revista Brasileira de Sementes* 28 (2): 15-25.
- Colombo Speroni, F. y M.L. de Viana. 2000. Requerimientos de escarificación en semillas de especies autóctonas e invasoras. *Ecología Austral* 10: 123-132.
- de Viana, M. L. 2008. Conservación de la biodiversidad a largo plazo. III Jornadas de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias.
- de Viana, M.L. 2009. La dimensión global y local de los problemas ambientales. En: Giannuzzo, A.N. y M.E. Ludueña (Compiladoras). *Cambios y Problemas Ambientales: perspectivas para la acción*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. pp.103-122.
- de Viana, M.L., Mosciaro, M. J. y M.N. Morandini. 2009. Tolerancia a la desecación de semillas de dos especies arbóreas nativas del Chaco Salteño (Argentina): *Erithryna falcata Benth* y *Tecoma garrocha Hieron*. *Revista UDO Agrícola* 9(3): 590-594. ISSN 1317-9152.
- de Viana, M.L. 2010. El banco de germoplasma de especies nativas del Instituto de Ecología y Ambiente Humano. Universidad Nacional de Salta. Botica. Revista electrónica del CERNAR. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
- de Viana, M.L. y Morales Poclava M.C. 2010. Anta y sus transformaciones territoriales. En: Lance, F. (Editora). *Desmontar Pizarro*. 177-203. Mundo Gráfico, Córdoba, 360p. ISBN 987-987-26235-0-0.
- Dickie, J.B. & Pritchard, HW. 2002. Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds. Pp 239-259 In: *Desiccation and survival in plants: drying without dying*. M Black and HW Pritchard (eds). CABI Publishing, UK.

- Dudley, A., Wood, C.B. and Pritchard HW. 2001. Quantification of dryland tree seed storage behaviour. *Kigelia africana*. The Project on Handling and Storage of Recalcitrant and Intermediate Tropical Forest Tree Seeds, Newsletter No. 9, 6-11. Published by IPGRI/DFSC.
- FAO 2008. informe sobre el establecimiento del mecanismo y el estado de aplicación del plan de acción mundial en la Argentina. www.fao.org/docrep/013/i1500e/argentina.pdf (consultado el 9 de noviembre de 2011)
- Franco, T. 2008. Los Bancos de germoplasma de las Américas. Recursos Naturales y Medio Ambiente N° 53: pag 81 – 84. Bioersity International-Regional Office for the Americas c/o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.
- Hong, T.D., Linington, S.H. and Ellis, R.H. 1998. Compendium of Information on Seed Storage Behaviour. Volumes 1&2. Royal Botanic Gardens Kew, UK.
- IUCN 2010. Red List of Threatened Species. Version 2010.4. Fecha de consulta 07-12-2010 en: www.iucnredlist.org
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta. 2009. Plan de ordenamiento territorial de las áreas boscosas de la Provincia de Salta. Documento Técnico, 88p. [HTTP://ministeriodeambiente.salta.gov.ar/](http://ministeriodeambiente.salta.gov.ar/).
- Ortega Baes, P., M.L. de Viana, G. Larenas y M. Saravia. 2001. Germinación de semillas de *Caesalpinia paraguarensis* (Fabaceae): agentes escarificados y efecto del ganado. *Rev. Biol. Trop.* 49: 301-304.
- Ortega Baes, P., M.L. de Viana & S. Suhring. 2002. Germination in *Prosopis ferox* seeds: effects of mechanical, chemical and biological scarifiers. *Journal of Arid Environments* 50: 185-189.
- Pritchard, H. 2004. Classification of seed storage types for ex situ conservation in relation to temperature and moisture. In Guerrant, E.O.; Havens, K. & Maunder, M. editors. *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*. Island Press, USA. Chapter 7: 139-161.
- Tompsett, P.B. 1986. The effect of temperature and moisture content on the longevity of seed of *Ulmus carpinifolia* and *Terminalia brassii*. *Annals of Botany* 57: 875-883.
- Tompsett, P.B. and Kemp, R. 1996. Database of tropical tree seed research (DABATTS). Database contents and user manual. Royal Botanic Gardens Kew, UK.
- Verzino, G.E. y M.J. Joseau (Eds). 2005. Conservación de recursos forestales nativos en Argentina. El Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Universidad Nacional de Córdoba. 172p. ISBN 987-05-0262-8.
- Zuloaga, F.; O. Morrone & D. Rodríguez. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27(1): 17-167.

Integran el BGEN:

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Dra. Marta L. de Viana | Directora |
| Ing. Marcelo Morandini | Investigador |
| Ing. Eugenia Giamminola | Investigadora |
| Rita Cecilia Díaz | Auxiliar Investigación |

En 2011, formaron parte del equipo, como estudiantes auxiliares de investigación / becarios: Carlos Gómez, Aien Salvo, Ana Durán, María F. Crespo, Horacio Dib Ashur, Gisela Córdoba, Manuela Urtasum, María Muñoz, Griselda Salas y Valeria Pastrana Igenes

Biodiversidad y conocimiento local: la Reserva Natural Municipal de San Lorenzo

Alicia R. Dib¹ y Marta L. de Viana²

1. Facultad de Humanidad 2. Facultad de Ciencias Naturales
Instituto de Ecología y Ambiente Humano

Universidad Nacional de Salta
Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta
alicia.rina.dib@gmail.com, mldeviana@yahoo.com.ar

RESUMEN

Este trabajo es una síntesis de las experiencias de investigación-extensión realizadas en el marco de proyectos que indagan sobre los conocimientos locales de la biodiversidad. Específicamente trabajamos con docentes y alumnos del Colegio Secundario 5052 (de San Lorenzo), sus familiares y los habitantes de la Reserva Natural Municipal. Exploramos algunos aspectos referidos a los conocimientos que tienen sobre el ambiente y las especies de la Reserva y del Municipio y sobre la vigencia de tradiciones y manifestaciones culturales de etnias locales. La población tiene una importante interacción con el ambiente ya que identifica y utiliza las especies nativas y exóticas. Estas interacciones representan en parte, el resultado de prácticas ancestrales que se mantienen, reproducen y forman parte de su acervo cultural.

Palabras clave

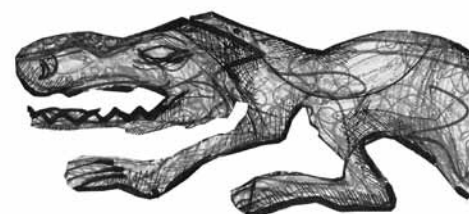
Biodiversidad, conocimiento local, etnoecología, cultura, especies nativas, estudiantes

ABSTRACT

This paper is a synthesis of research-extension experiences done in the context of projects which study local knowledge on biodiversity. We worked with teachers and students of San Lorenzo high school (N°5052), their relatives and the inhabitants of the Municipal Nature Reserve. We explored some aspects of their knowledge on the environment and the species of the Reserve, the place and about the actual traditions and cultural activities of the local people. The population has an important interaction with the environment as they recognize and use the native and exotic species. These interactions are in part, the result of ancient ways that are kept and transmitted and represent part of their culture.

Key words

Biodiversity, local knowledge, etnoecology, culture, native species, students



INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de investigaciones que se realizan a partir de proyectos del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH), el Consejo de Investigación (CIUNSA) y de la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional de Salta. Las investigaciones tratan problemáticas ecológicas y socio-culturales en los contextos locales. La perspectiva desde la cual se entienden estos aspectos se enmarca en las líneas de conocimiento denominadas etnoecología, interacción entre el conocimiento científico y el conocimiento local (Toledo, 2003) y criterios de conservación de la biodiversidad natural y cultural.

Nuestro propósito principal fue indagar sobre los conocimientos que la población de San Lorenzo posee sobre la biodiversidad natural y cultural del lugar y de la Reserva Natural Municipal. En este contexto, presentamos el análisis de los datos recolectados a través de relevamientos, entrevistas y encuestas a través de los cuales pudimos acercarnos a algunos conocimientos que la población posee de su entorno cultural y natural (Foto 1).

REFERENTES CONCEPTUALES

Las líneas teóricas de estas investigaciones, se encuentran en el marco de: 1) la legislación acerca del patrimonio natural y cultural 2) la educación ambiental y 3) la corriente denominada etnoecología.

En relación a la primera hemos considerado los postulados de la UNESCO (2003) que promueve la identificación, la protección y la preservación del patrimonio cultural y natural de todo el mundo, por mandato de un tratado internacional firmado en 1972 y ratificado hasta la fecha por 164 países. El Patrimonio Cultural abarca monumentos, grupos de edificios y sitios que tienen valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico o antropológico. El Patrimonio Natural comprende formaciones físicas, biológicas y geológicas excepcionales, el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas y ambientes que tengan valor científico, de conservación o estético.

La UNESCO también define el patrimonio oral e inmaterial como el conjunto de creaciones basadas en la tradición de una comunidad cultural expresada por un grupo o por individuos y que reconocidamente responden a las expectativas de una comunidad en la medida en que reflejan su identidad cultural y social. Entre las diversas manifestaciones se encuentran la lengua, literatura, música y danza, juegos y deportes, tradiciones culinarias, los rituales y mitologías, conocimientos y usos relacionados con el universo, los conocimientos técnicos relacionados con la artesanía y los espacios culturales que se encuentran entre las diversas formas de patrimonio inmaterial.

El patrimonio inmaterial es considerado como un registro de la diversidad cultural, y la expresión creativa, así como una fuerza motriz para las culturas vivas. Dado que las políticas colonialistas pueden desalentar la vigencia de los aspectos intangibles o generar manifestaciones dirigidas a la transformación social y la intolerancia, la UNESCO alienta a las comunidades a identificar, documentar, proteger, promover y revitalizar ese patrimonio.

En lo que respecta al eje de la Educación Ambiental, decimos que es la formación orientada a la enseñanza del funcionamiento de los ambientes naturales. Las sociedades



Fuente: Google, 2010

Foto 1

Ubicación de Villa San Lorenzo y área de la Reserva Natural Municipal

deben aprender a llevar una **vida sostenible** que reduzca el impacto humano sobre el ambiente y que permita la subsistencia del **planeta**. Esto incluye entre otras, acciones tendientes a reducir la contaminación, evitar las invasiones biológicas y los procesos erosivos, minimizar la generación de residuos, evitar la sobreexplotación de los recursos y garantizar la supervivencia del resto de las especies. Este tipo de educación debe tener en cuenta las distintas dinámicas sociales, culturales, ambientales y económicas que hacen a la vida de una **comunidad** y coadyuvan a reducir la degradación ambiental y la consecuente pérdida de diversidad natural y cultural (Leff, 2007).

Con relación al tercer aspecto teórico seleccionado, es decir la corriente de pensamiento denominada etnoecología. Toledo (2003) nos aporta en base al estudio de diferentes comunidades rurales de México y otras partes del mundo, aspectos claves del desarrollo comunitario sustentable, que define como los procesos de carácter endógeno a partir de los cuales una comunidad toma o recupera el control de los procesos que la determinan y la afectan. La sociedad contemporánea y la naturaleza están afectadas por procesos de explotación, expoliación y deterioro, que han generado la pérdida de control de la naturaleza y de la misma sociedad (progreso social). La autodeterminación o la autogestión para lograr un desarrollo comunitario sustentable, se basa en una "toma de control" de los aspectos que incluyen los siguientes aspectos: territoriales, ecológicos, culturales, sociales, económicos y políticos.

METODOLOGÍA

Se practicaron entrevistas en profundidad a pobladores de la reserva, a referentes vecinales y municipales y encuestas a los familiares de los estudiantes de 3º año del colegio Juan Manuel de Rosas N° 5052 de Villa San Lorenzo. Las encuestas se estructuraron en base a 3 categorías: Demográficas y socio-culturales, Conocimientos Ambientales (flora, fauna, usos y aplicaciones) y Participación en actividades sociales y educativas. Se realizaron recorridos por la reserva con recolección de material vegetal reproductivo para reconocimiento, identificación, herborización e incorporación en el banco de germoplasma y del Herbario. Se realizó un listado de especies arbóreas identificando nativas, exóticas e invasoras.



Foto 2
Biodiversidad de la Reserva Natural Municipal San Lorenzo



Foto 3
Sendero utilizado por familias que viven en la Reserva

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de San Lorenzo abarca las localidades de Atocha, La Ciénaga, Las Costas y Villa San Lorenzo. Estas localidades mantienen características eminentemente rurales a excepción de la villa de San Lorenzo que se ha caracterizado por ser una zona residencial de veraneo. Aquí se encuentra la Reserva Natural Municipal que fue creada en el año 1995 por Ordenanza Municipal 412/95. Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado las gestiones necesarias para su funcionamiento como tal, conforme al marco legal vigente, especialmente las Leyes Provinciales 7070 (Ley de Medio Ambiente), 7107 (Sistema Provincial de Áreas Protegidas de Salta) y 7543 (de Ordenamiento Territorial de áreas boscosas) (Fotos 2 y 3).

La Villa San Lorenzo está situada a 8 km de Salta capital, en las serranías del oeste del Valle de Lerma (24° 43' S; 65° 30' W) y se ubica al norte y oeste de la franja ribereña del río San Lorenzo, afluente del sistema Arias-Arenales. El entorno de la Villa presenta formaciones montañosas con un microclima especialmente húmedo (1354mm anuales), comparado con el resto del Valle de Lerma y las serranías del Este (700 mm anuales) (Bianchi & Yañez 1992).

Históricamente fue un sitio de veraneo de las familias tradicionales salteñas y de residencia permanente de campesinos que realizaban actividades rurales y prestaban servicios temporarios a esas familias. En las últimas décadas, se transformó en una opción habitacional permanente por su cercanía a la ciudad y el auge inmobiliario en ambientes de menor densidad poblacional y con mayores oportunidades de disfrutar de los beneficios de los paisajes menos alterados de bosques montanos.

En los últimos años los problemas ambientales han aumentado debido al crecimiento poblacional y a la intensa fragmentación de los ambientes naturales urbanos y periurbanos, propensos a erosión debido al relieve. Estos procesos han repercutido directa e indirectamente en el aumento de especies invasoras y en la pérdida de biodiversidad. La vegetación corresponde a las Yungas, con gran diversidad de árboles de especies caducifolias y perennifolias, arbustos, enredaderas y numerosas especies de epífitas como los claveles del aire, helechos, orquídeas y cactáceas (de Viana y Colombo Speroni 2000, 2003). Especies invasoras

como *Gleditsia triacanthos*, *Ligustrum lucidum*, *Morus alba* y *M. nigra*, han provocado efectos sobre la estructura, los mecanismos y los procesos del bosque, disminuyendo la diversidad de epífitas y de árboles nativos colonizadores. El 86% de las especies presentes en los jardines privados de la Villa son exóticas (de Viana & Colombo Speroni 2000, Colombo Speroni et al. 2003).

El desconocimiento de la existencia de la reserva, la falta de delimitación catastral y en especial la ausencia de un plan de gestión y manejo, han generado entre otras, situaciones de ocupación del área con fines residenciales, desmontes y extracción de biodiversidad. Es importante destacar que en el área habitan familias cuya subsistencia depende en una considerable proporción de los recursos de la reserva (cultivos, ganadería extensiva de ovejas, vacas, cabras y caballos).

CULTURA LOCAL Y USO DEL ESPACIO

Las características rurales conforman una gran riqueza cultural, ya que las familias han mantenido sus formas de vida campesinas, en las que existe una diversidad de actividades económicas cuyo control social se basa en las relaciones de parentesco a través de las cuales se regulan los mecanismos de producción y reproducción social y económico. La diversidad de la producción está dada por el uso de los recursos en la elaboración de sus propios medios de producción y de los diferentes elementos de uso cotidiano (vasijas, tejidos, tientos, bolsas, entre otros). Han desarrollado estrategias de conservación que les permite mantener en el tiempo los alimentos y las semillas para los cultivos. Se destaca la actividad artesanal como complemento de los ingresos al grupo familiar usando desde el cuero hasta las fibras y lanas que obtienen del ambiente.

Estas familias mantienen también su acervo musical que se manifiesta a través de expresiones folklóricas como "coplas", e instrumentos de procedencia indígena (por ejemplo siku, quena, caja, tambor). Así, existe un grupo vecinal en el B^a Mariano Moreno, colindante con la Reserva, que se ha organizado alrededor de estas manifestaciones culturales, recuperando la música y la danza nativas denominados "Los Tinkus" (Fotos 4, 5, 6 y 7).

También se destaca la cultura criolla cuya presencia se caracteriza por la conservación de los agrupamientos gauchos



Foto 4
Don Mamani, artesano del Fortín Juan Carlos Dávalos



Foto 5
Guadalupe Tejeda, informante y guía local de la Reserva



Foto 6
Leña para combustible



Foto 7
Cultivo de choclo

alrededor de fortines en todas las Localidades del Municipio. Especialmente en Atocha y La Ciénaga, son representativos a nivel provincial por su número y por sus actividades presentes en los actos cívicos, religiosos y propios del lugar. Organizan desfiles, destrezas gauchas, doma de caballos. Se destacan en la elaboración de vestimentas tanto propias como de los caballos: guardamontes, cinchas, aperos, fustas, riendas, sombreros, botas de cuero, accesorios de plata, ristras, puñales, cuchillos, entre muchos más, que identifican la pertenencia a cada fortín. Entendemos que estas formas de vida conforman un patrimonio cultural tangible e intangible vigente, cuya permanencia debe ser prioritaria en un plan de manejo y gestión. Destacamos la presencia del Fortín “Juan Carlos Dávalos” situado entre el Barrio Mariano Moreno y la Reserva.

En el ingreso a la Reserva se encuentra la familia Vera, que reside allí desde hace aproximadamente 40 años. En las cercanías viven 6 familias, parientes de los hijos de Don Vera: Vilte, Francisco, Tejada, Antonio Tolaba, Daniel Laguna y Oscar Tejada. Estas familias practican economías de subsistencia alternadas con empleos transitorios en la villa.

Encuestas a los padres de los alumnos del Colegio Juan Manuel de Rosas

Se encuestaron 64 familias (388 personas; 49% varones y 51% mujeres). Los grupos familiares son numerosos: la mitad (50%) de las familias posee 5 y el 25% 6 integrantes. También se registraron grupos con 10 y 11 miembros. Esta característica es propia de las familias que habitan en medios rurales (Cuadro 1). El 31% de las familias vive en Salta Capital, el 23% en Las Costas y el 45 % en San Lorenzo (Figura 1).

| Familias | Miembros | Total |
|-----------|----------|------------|
| 6 | 3 | 18 |
| 5 | 4 | 20 |
| 19 | 5 | 95 |
| 12 | 6 | 72 |
| 8 | 7 | 56 |
| 5 | 8 | 40 |
| 5 | 9 | 45 |
| 2 | 10 | 20 |
| 2 | 11 | 22 |
| 64 | | 388 |

Cuadro 1
Familias encuestadas según la cantidad de miembros

El nivel de instrucción de la población está principalmente representado por el secundario incompleto, siguiendo el nivel primario en curso. Esto hace pensar que la población adulta se encuentra completando estudios. Es interesante observar que un 10% de la población está cursando el nivel terciario y/o universitario y que un 5% no completó ese nivel. También es significativo que solamente existe sólo un caso sin estudios (Figura 2).

El 23% de la población es ama de casa. Le sigue en importancia el empleo doméstico (20%) y los empleados representan un 15%. El 43% restante se distribuye entre comerciantes (9%), docentes (8%) jardineros (6%) y jubilados (6%); un 9% se distribuye entre los que poseen planes sociales, son obreros y personal de seguridad. En este aspecto también predominan las características de las sociedades rurales, concentradas principalmente en las economías del hogar con actividades domésticas (Figura 3).

Las familias que residen en el sitio desde hace más de 40 años, representan el 12% de la población. Las que tienen entre 11 a 20 años alcanza el mayor porcentaje (36%), alcanzan el 22% los que habitan en el sitio entre los 21 a 40 años, finalmente los que residen desde hace menos de 11 años, constituyen el 11%. Es decir que la población presenta un patrón de asentamiento estable. (Figura 4).

Las familias tienen escasa participación en organizaciones sociales (11%). El 76% no participa y un 13% no contestó. Este indicador nos hace pensar que lograr la integración en un proyecto participativo con mayor protagonismo de la población, requeriría desarrollar instancias de motivación, capacitación y organización para el manejo de la reserva en forma mancomunada (Figura 5).

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE LA RESERVA Y/O AMBIENTALES

La mayoría de la población (41%) no desea recibir capacitación en temas de ambiente y conservación de la biodiversidad. El 23% si desea capacitación y el 36% no respondió (Figura 6). Las familias señalan que desearían capacitarse en cuestiones ambientales como: aprovechamiento de los recursos naturales, Cómo enseñar a conocer la reserva y el cuidado de plantas medicinales. También mencionaron artesanías, conservación de alimentos y actividades económicas.

CONOCIMIENTOS AMBIENTALES

El 89% manifestó conocer qué es una reserva natural aunque la mitad de los encuestados (47%) no pudo seleccionar la respuesta correcta. Sólo el 23% manifestó que es un área donde se protegen/conservan plantas y animales. Los encuestados identificaron 42 especies vegetales, el 40% de

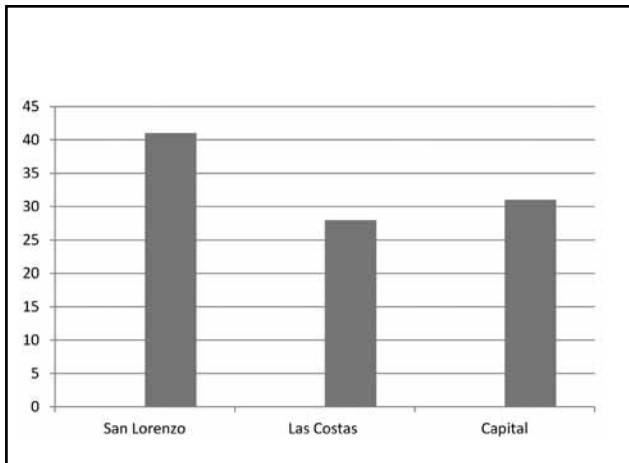


Figura 1

Residencia de las familias encuestadas (cantidad de familias y porcentaje)

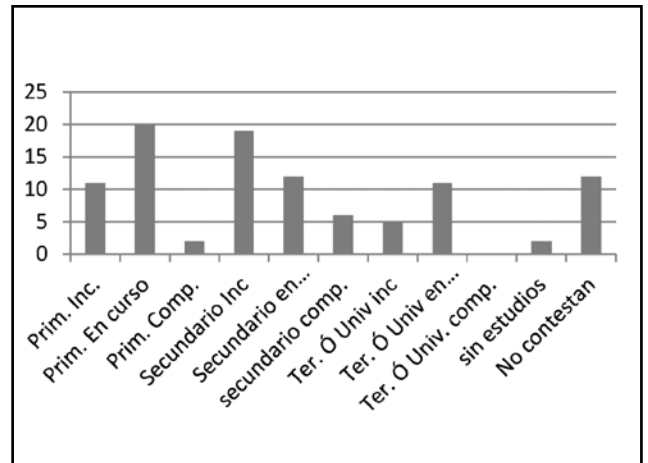


Figura 2

Nivel de instrucción de la población

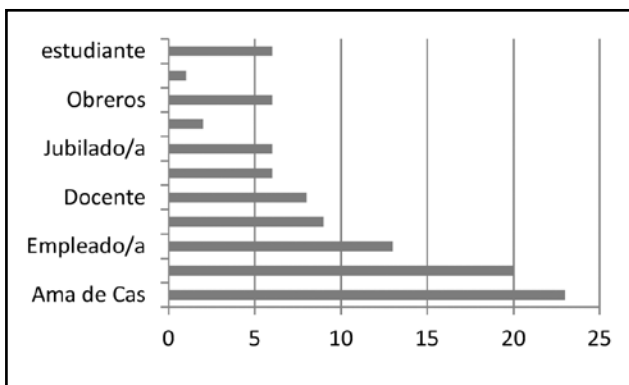


Figura 3

Ocupación de la población

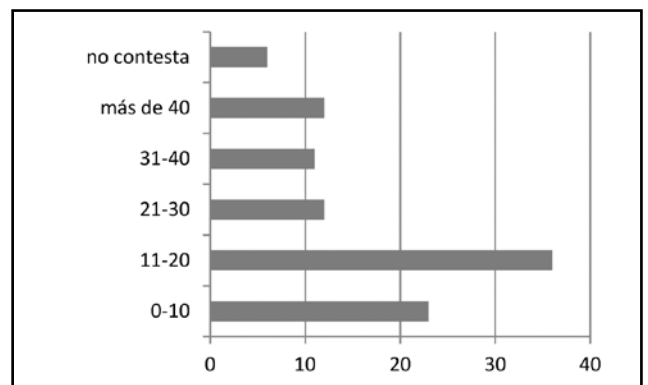


Figura 4

Antigüedad en el lugar de residencia.

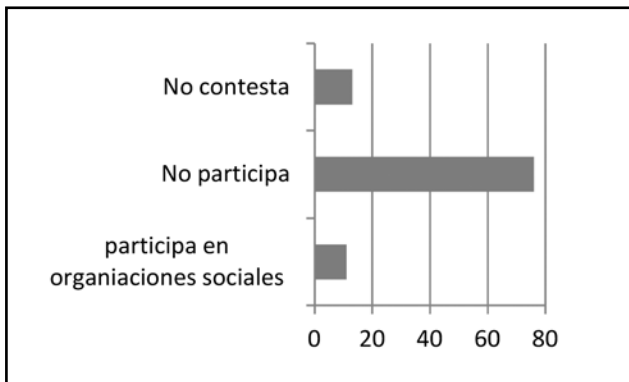


Figura 5

Participación en organizaciones sociales

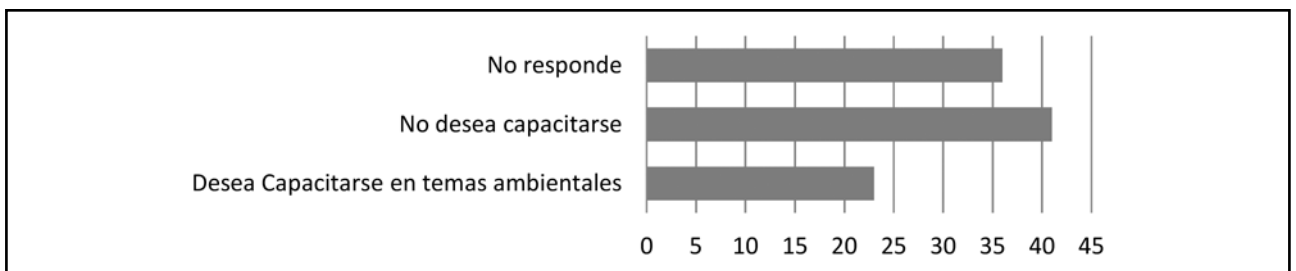


Figura 6

Deseos de capacitarse

árboles nativos, el 29% de árboles exóticos, principalmente frutales y un 31% de herbáceas aromáticas y medicinales. Los árboles nativos que más utilizan son ceibo, nogal y tusca y de los exóticos se destacan los frutales (Figura 7).

Las herbáceas de mayor uso son cedrón, menta, aloe vera y poleo (Figura 8). Con relación a los árboles nativos que utilizan, se destaca por ejemplo que del ceibo se emplea principalmente la corteza y tronco, seguido por las hojas y flores. En la mayoría de los casos lo que más se usa de las distintas especies son los troncos/cortezas (Figura 9).

Las especies arbóreas exóticas presentan usos más limi-

tados, principalmente se utilizan por los frutos como por ejemplo las paltas, manzanas, peras, naranjas, duraznos o moras. También se utilizan las hojas y la corteza como en el caso de los eucaliptus las paltas y los nísperos (Figura 10).

La mayoría de los encuestados desconoce la abundancia de las distintas especies que mencionaron y utilizan. Sólo la menta se menciona como abundante (Figura 11). Es probable que el término abundancia no se haya comprendido por parte de la población encuestada. Esto nos plantea la necesidad de profundizar los estudios y mejorar los instrumentos en los conceptos y términos empleados.

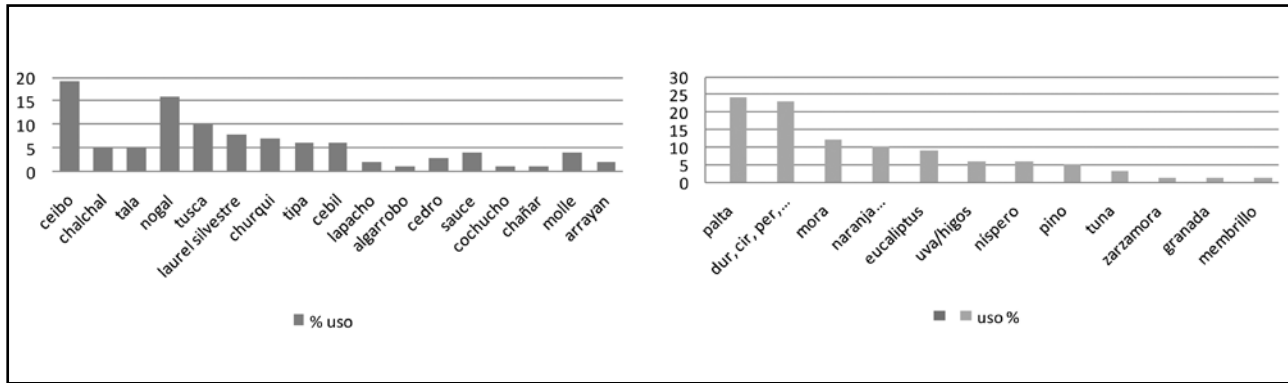


Figura 7 Distintas especies de árboles nativos y exóticos que conocen y utilizan.

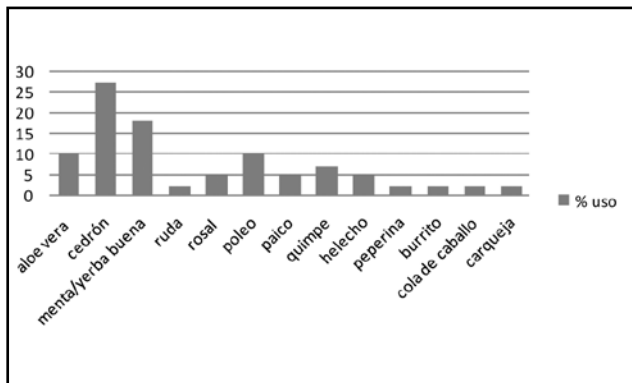


Figura 8 Conocimiento y uso de especies de hierbas y plantas medicinales

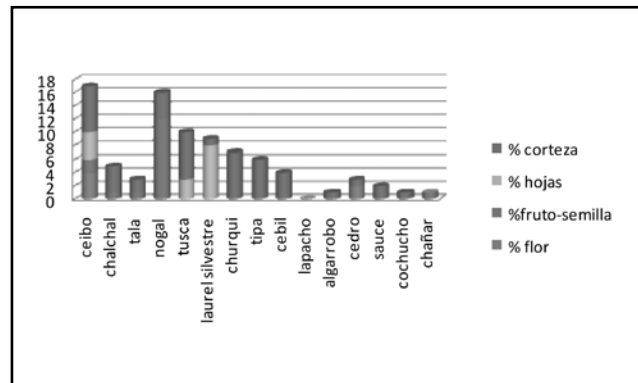


Figura 9 Partes utilizadas de las especies arbóreas nativas

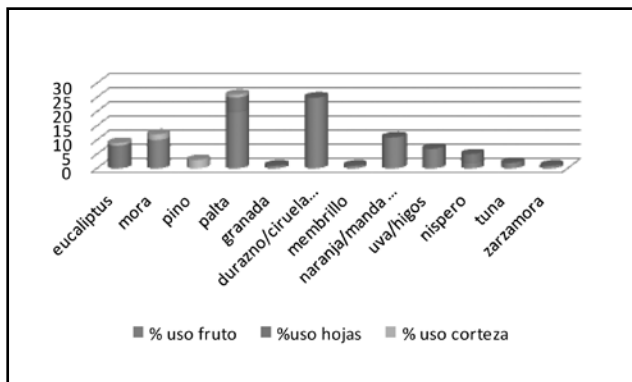


Figura 10 Partes utilizadas de las especies arbóreas exóticas

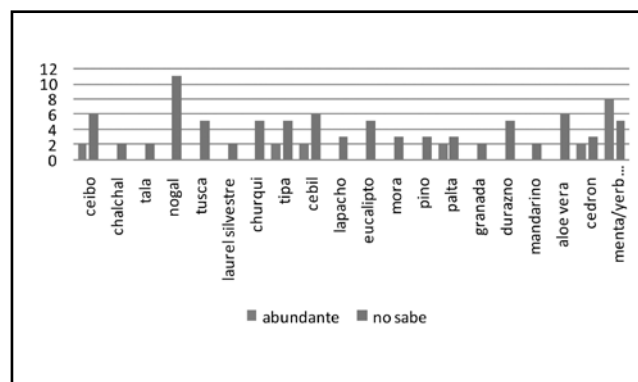


Figura 11 Abundancia de las especies en la zona

CONCLUSIONES

La población tiene un amplio conocimiento del entorno. Aquí es prioritario orientar los estudios en la posibilidad de articular el conocimiento local y el científico. En esta interacción, los resultados alcanzados nos conducen a las siguientes reflexiones:

1. No existen en Villa San Lorenzo, organizaciones que permitan y/o canalicen el desarrollo de las dimensiones ambientales (ecológicas, sociales y culturales) ya que no existen organizaciones de base social que integren los intereses y aspiraciones relacionados con las cuestiones ambientales.
2. La población encuestada está relacionada a los estudiantes de una escuela pública cuyos padres pertenecen a sectores sociales bajos, en un contexto en el que predominan los sectores socioeconómicos alto y muy alto, lo cual evidencia distancias socio-económicas importantes.
3. En relación a los habitantes de la reserva se ha podido observar que pertenecen a una tradición cultural cuya forma de vida está integrada y depende en su mayor parte de los recursos que obtienen del medio que ocupan, en este caso la reserva.
4. Fue notorio el desconocimiento de la población encuestada sobre la existencia de la Reserva Natural Municipal de San Lorenzo. En este sentido, las actividades realizadas con los docentes, alumnos, habitantes y organizaciones del medio, han contribuido a hacer posible su identificación, reconocimiento, recorrido, valoración y la apropiación por parte de la población, de los espacios públicos. Este es un primer paso para lograr el funcionamiento de la reserva como tal.
5. La población posee un alto conocimiento del ambiente y las especies que utilizan tanto de nativas como de exóticas.
6. Es notorio que no hayan podido estimar la abundancia de las especies, como así de los animales y plantas que utilizan cotidianamente.
7. Las partes que se utilizan de las distintas especies resuelven cuestiones de supervivencia básicas como el uso de troncos y ramas como combustible. Otro uso importante se refiere a las propiedades medicinales (digestivas, anti-inflamatorias, bronco-dilatadoras) de las especies.
8. Aún debemos profundizar sobre aspectos socio-culturales y políticos para la implementación del plan de Planificación y Gestión de la Reserva, lo cual demanda un tiempo que posiblemente con el nuevo gobierno del Municipio se agilice, ya que hasta el fin del mandato anterior no obtuvimos respuestas para el trabajo inter-institucional conjunto.

REFERENCIAS

- Bianchi, A.R. y Yañez, C.E. . 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. Segunda Edición. INTA.
- Colombo Speroni, F.; de Viana, M.L.; Hernández, A.M y Aibar, C. 2003. Native and alien trees in San Lorenzo Village: A Project with high school students. En: L.E. Child, J.H. Brock, G. Brundu, K. Prack, P. Pysek, P.M. Wade & M. Williamson, Editors. Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. Section 6 – Management. ISBN 90-5782-135-4.
- de Viana, M.L. y Colombo Speroni, F. 2000. Invasión de *Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae) en el bosque de San Lorenzo, Salta, Argentina:71-84. En: Garu, H.R. y R. Aragón (Eds). Ecología de Árboles Exóticos en la Yungas Argentinas. LIEY, Argentina. LIEY, Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán. ISBN 950-554-198-8.
- de Viana, M.L. Y Colombo Speroni, F. 2003. Invasion of *Gleditsia triacanthos* L. (FABACEAE) in San Lorenzo Mountain Forest (Northwest Argentina). En: Child, L.E., J.H. Brock, G. Brundu, K. Prack, P. Pysek, P.M. Wade & M. Williamson (Editors). Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. ISBN 90-5782-135-4
- Leff, E. 2007. Aventuras de la Epistemología Ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes. Mexico, Siglo XXI. Segunda Edición. 140p. ISBN 968-23- 2644-3.
- Toledo, V. M. 2003. Ecología, Espiritualidad y Conocimiento De la sociedad del riesgo a la sociedad sustentable-Programa de Las Naciones Unidas. Para el Medio Ambiente. Oficina regional para América latina y el Caribe. Universidad Iberoamericana. México. D.F

Las prácticas experimentales en la formación de profesores en Ciencias Biológicas

Cecilia Moreno y Patricia Valdés

Cátedra Práctica de la Enseñanza de las Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Salta
Avenida Bolivia 5150 (4400) Salta
cecilmoreno@yahoo.com.ar

RESUMEN

Cuestionarios realizados a estudiantes avanzados del profesorado, pusieron de manifiesto las diferentes apreciaciones sobre los propósitos, importancia y utilidad de las prácticas experimentales implementadas en la carrera. Se evaluaron aspectos metacognitivos referidos a los trabajos de laboratorio y de campo realizados durante el trayecto de formación. Los resultados obtenidos coinciden con investigaciones realizadas por otros autores sobre esta temática, permitiendo concluir que los estudiantes del Profesorado en Ciencias Biológicas perciben las clases experimentales alejadas de las propuestas didácticas actuales, reconociendo que en la mayoría de ellas predomina el aprendizaje de técnicas específicas y el cumplimiento de guías ordenadas de procedimientos. Asimismo, detectan la escasa utilidad que representan las mismas a la hora de diseñar actividades innovadoras destinadas a estudiantes de la escuela secundaria. Sin embargo, la mayoría destaca que los trabajos prácticos experimentales de tipo investigativo son un recurso valioso para lograr aprendizajes significativos.

Palabras clave

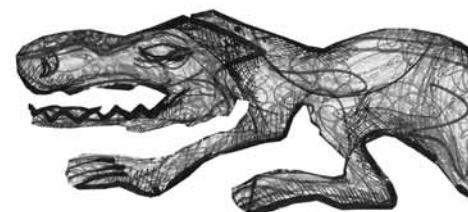
Prácticas experimentales, formación de profesores, ciencias biológicas y metacognición

ABSTRACT

Surveys carried out to advanced students of the teaching-training course showed the different appreciations on the purposes, importance and usefulness regarding the experimental practices implemented in the course of studies. Metacognitive aspects referred to laboratory and field work carried out during their formation, were evaluated. The results obtained correspond to investigations of other authors on this subject matter, leading to the conclusion that the students of the teaching-training course on Biological Sciences think of experimental lessons as being detached from the current didactic proposals. They also recognize that most of them are dominated focus on the acquisition of specific techniques by means of orderly guides of procedures. Likewise, they perceive these techniques as scarcely useful at the moment of designing innovative activities for secondary school level. However, most students emphasize that experimental practical work is a valuable resource to achieve meaningful learning.

Key words

Experimental practices, teachers formation, biological sciences, meta-cognition



INTRODUCCIÓN

La formación inicial de profesores de ciencias es uno de los aspectos más discutidos dentro del debate didáctico. Las reformas educativas no han logrado evitar hasta el momento que la práctica de la formación quede atrapada en modelos de enseñanza y aprendizaje tradicionales (Murillo Torrecilla, 2006) Si a esto se suma la trayectoria escolar de los estudiantes del profesorado, enmarcada en el modelo de transmisión-recepción, resulta inevitable que los mismos terminen reproduciendo estos modelos en sus propuestas didácticas y en las intervenciones en el aula.

Así, en un intento por incorporar innovaciones a las prácticas, los futuros docentes en Ciencias Biológicas frecuentemente diseñan actividades de laboratorio y/o campo que focalizan la atención en el producto final, brindando una imagen distorsionada en relación a las acepciones actuales de la ciencia (Moreno *et al*, 2008).

Algunos autores (Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1994; Carrascosa *et al*, 2006) señalan la falta de efectividad en las prácticas experimentales para permitir el aprendizaje de conceptos y de procedimientos relacionados a la actividad científica. Sin embargo, reconocen el potencial educativo que encierran señalando, al mismo tiempo, la necesidad de introducir innovaciones enmarcadas en cómo se aprende y de qué manera se construye el conocimiento científico.

Las actividades experimentales son una herramienta didáctica válida que permite brindar a los estudiantes la posibilidad de pensar por sí mismos y de sentirse parte activa del proceso de enseñanza y aprendizaje, desarrollando competencias específicas que les permitan enfrentarse con problemas reales a resolver.

Hodson (*op cit.*) sostiene que los avances didácticos deben apuntar a la redefinición y la reorientación del concepto de trabajo práctico, logrando así una mejor adaptación entre la actividad y el objetivo marcado. En este sentido, es conveniente considerar que la enseñanza de la ciencia atiende a ciertos aspectos principales como la construcción de conocimientos teóricos y el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, desarrollando un entendimiento de la forma en que se construyen y validan los métodos que utiliza.

Sin embargo, si las prácticas de laboratorio y de campo carecen de actividades que incluyan la reflexión antes, durante y al finalizar las mismas, se convierten en acciones inútiles desde el punto de vista didáctico. De igual manera, si los estudiantes no disponen del marco teórico adecuado difícilmente estarán en condiciones de interpretar lo que ven, lo cual inducirá a los profesores a dar las respuestas "correctas". También puede ocurrir que los alumnos tengan un marco conceptual de referencia que sea diferente o contradictorio con el conocimiento científico, llevándolos a realizar interpretaciones equivocadas y como consecuencia estar toda la clase sin comprender los objetivos del experimento, los procedimientos y los resultados alcanzados.

Gunstone (1991) plantea un enfoque alternativo referente a las tareas de **predecir-observar-explicar** en las que se pide a los alumnos que hagan una predicción por escrito razonando lo que creen que ocurrirá en determinadas situaciones. Durante el trabajo experimental toman nota de sus observaciones y luego exponen cualquier discrepancia surgida entre las observaciones y sus predicciones. Sin embargo, este argumento no debe ser interpretado como una

postura que favorezca la sustitución total de las prácticas experimentales por otras metodologías alternativas.

Investigadores como Gellon *et al.* (2005) sostienen que un modo eficaz de aprender a hacer ciencia es practicando la ciencia junto a los expertos, iniciando a los estudiantes con investigaciones sencillas, escogidas de una lista comprobada de investigaciones que hayan dado resultados positivos previamente, diseñadas y desarrolladas por el profesor. Con el tiempo, se pueden ir incluyendo situaciones experimentales más complejas que impliquen no sólo la identificación del problema sino también el diseño experimental y la evaluación de proceso realizado.

Si se pretende que las prácticas de laboratorio y de campo sean un instrumento útil en el aprendizaje de la ciencia, será necesario evaluar qué tipo de actividades se efectivizan en los trabajos prácticos propuestos en las diferentes asignaturas de las carreras de grado y en qué medida se acercan o alejan de las propuestas actuales de enseñanza de las ciencias.

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación tendiente a realizar un análisis de los planes de estudio vigentes del Profesorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Salta, con el propósito de contribuir a la formación de docentes en ciencias, proponiendo acciones superadoras a las problemáticas detectadas y fortaleciendo logros y aciertos. En este sentido, se implementaron entrevistas y encuestas a estudiantes para conocer las concepciones que subyacen acerca de las prácticas experimentales que se implementan a lo largo del trayecto de formación profesional, convirtiéndose éstas en indicadores indirectos que permiten evaluar lo que sucede en las aulas y que luego repercute en las clases que se efectivizan en el nivel secundario.

METODOLOGÍA

La investigación de tipo descriptiva, involucró a veintidós estudiantes avanzados del Profesorado en Ciencias Biológicas (Planes de estudio 1995 y 2004) de la Universidad Nacional de Salta que se encontraban cursando, en el período lectivo 2011, asignaturas relacionadas con las prácticas de la enseñanza de las ciencias, correspondientes al penúltimo y último año de la carrera.

Inicialmente se realizó un estudio piloto que permitió ajustar el diseño de un cuestionario definitivo para indagar acerca de los aspectos centrales de las prácticas experimentales implementadas en la carrera. Asimismo, se presentaron una serie de cuestionamientos metacognitivos sobre los trabajos de laboratorio y de campo realizados durante el trayecto de formación.

Los datos fueron analizados teniendo en cuenta las siguientes dimensiones y categorías:

Dimensión I:

Propósitos, importancia y utilidad de las prácticas experimentales

Categorías:

- Aprendizaje de nuevos conceptos.
- Aprendizaje de técnicas específicas.
- Comprobación y aplicación de conceptos desarrollados en las clases teóricas.
- Resolución de problemas.
- Utilización de razonamiento hipotético-deductivo.

- Interés manifestado por el trabajo práctico.
- Diseño de ensayos y pequeñas investigaciones.
- Desarrollo de una guía ordenada de procedimientos.

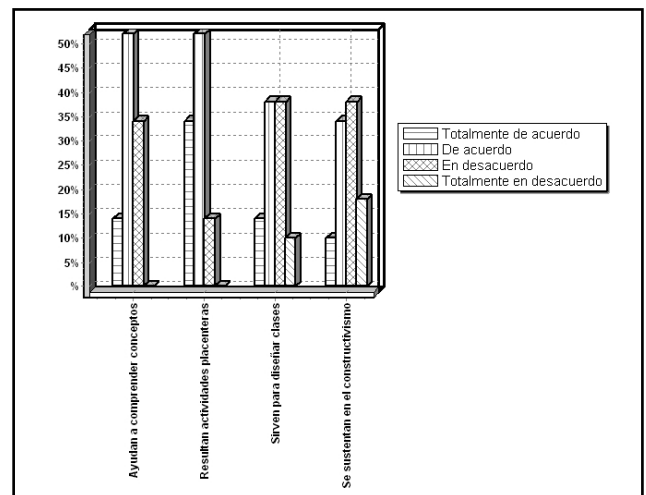
Dimensión II:

Reflexión (metacognición) sobre los trabajos de laboratorio y de campo realizados durante la carrera

Categorías:

- Comprensión acabada de los objetivos planteados.
- Utilización de los trabajos de laboratorio y campo para favorecer la comprensión de los conceptos aprendidos en las clases teóricas.
- Motivación intrínseca.
- Valoración, en términos de utilidad, de las prácticas experimentales para el diseño e implementación de clases en la Escuela Secundaria.
- Modelo de enseñanza y aprendizaje en el que se sustentan.

Los datos obtenidos fueron tabulados, analizados e interpretados



Reflexión (metacognición) sobre los trabajos de laboratorio y de campo realizados durante la carrera

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizados la totalidad de los cuestionarios se obtuvieron los siguientes resultados:

Dimensión I:

Propósitos, importancia y utilidad de las prácticas experimentales

El 86% de los estudiantes encuestados considera que ocasionalmente las prácticas experimentales, tal como están planteadas en la carrera, favorecen el aprendizaje de nuevos conceptos. Mientras que sólo un 9% expresa que esta situación se presenta siempre y el 5% indica que nunca. Del mismo modo, un amplio porcentaje (71%) percibe que pocas veces los trabajos de laboratorio y campo se realizan para comprobar y aplicar los conceptos desarrollados en las clases teóricas. Sin embargo, la totalidad de los encuestados sostiene que las prácticas experimentales permiten aprender técnicas como medir, pesar, manipular instrumental, observar y esquematizar, entre otros.

Si bien este tipo de actividades favorece el aprendizaje de numerosos procedimientos relacionados con la dimensión sintáctica del conocimiento científico, las mismas no deberían reducirse a estos aspectos ya que, como manifiesta Furió *et al* (2005) contribuirían a la construcción de una imagen deformada y empobrecida de la actividad científica.

Al analizar la relevancia de los trabajos prácticos experimentales, se observa concordancia en dos aspectos: el 82% de los encuestados manifiesta que sólo ocasionalmente se resuelven problemas y un 18% indica que nunca. El 86% opina que pocas veces o nunca se diseñan ensayos o pequeñas investigaciones que promuevan la búsqueda de soluciones e impliquen un desafío intelectual. A esto se suma que el 71% manifiesta que siempre se cumple con una guía de actividades estructurada con procedimientos rígidos y ordenados que brindan poca o ninguna posibilidad de desarrollar competencias que incluyan habilidades analíticas, creativas y metacognitivas. Coincidiendo con esto, Caballer y Oñorbe (1997) señalan que aunque los alumnos aparentemente trabajan en una experiencia científica, no siempre llegan a comprender el sentido de lo que hacen, tan solo

siguen una receta que conduce a un determinado resultado ya preestablecido.

Más aún, el 96% de los estudiantes coinciden en señalar que muy pocas veces o nunca se les presenta, en los trabajos experimentales, situaciones que busquen estimular el razonamiento hipotético-deductivo.

Es de destacar que el 76% de los encuestados percibe que, con escasa frecuencia o nunca, las prácticas de laboratorio y de campo buscan interesar a los estudiantes por este tipo de actividades. Este último resultado sorprende ya que uno de los propósitos centrales de las mismas, es potenciar una actitud de curiosidad e interés que permita conocer y utilizar los procedimientos científicos que no tienen cabida en el aula (Del Carmen 2011)

Lo expresado, permitiría caracterizar los trabajos de laboratorio dentro de un modelo de enseñanza de transmisión con supuestos epistemológicos empírico-inductivista en coincidencia con los resultados de otras investigaciones (Álvarez y Carlino, 2004)

Dimensión II:

Reflexión (metacognición) sobre los trabajos de laboratorio y de campo realizados durante la carrera

En gráfico, se pueden observar las percepciones de los estudiantes sobre las categorías analizadas en esta dimensión.

Como puede apreciarse, estos resultados reafirman y complementan lo expresado en la dimensión de análisis anterior, en el sentido que las prácticas experimentales no siempre son vivenciadas como actividades placenteras ni permiten mejorar la comprensión del marco conceptual brindado en las clases teóricas. Sólo una escasa minoría (5%) manifiesta comprender claramente los objetivos que se proponen para la ejecución de estas tareas. Frente a este panorama, resulta previsible que los aprendizajes logrados en las actividades experimentales, sean de escasa utilidad a la hora de diseñar propuestas didácticas destinadas al nivel secundario. Paralelamente, los estudiantes perciben este tipo de clases alejadas de aquellas esperadas en el consenso constructivista.

Situaciones como éstas pueden atribuirse a que la mayoría de las actividades que realizan los docentes muy pocas veces

ponen énfasis en considerar al conocimiento como “generador” sino que se presentan como una mera acumulación de información (Perkins, 1995). El mismo autor manifiesta que los conocimientos generadores se vinculan con el concepto de comprensión, ya que permiten a los sujetos realizar acciones como relacionar, interrogar, sintetizar, explicar, reformular, entre otras.

Desde este punto de vista, Furió *et al* (*op cit.*) sostienen que las prácticas experimentales deberían apuntar a un enfoque investigativo, es decir lograr un mayor acercamiento a la naturaleza de la actividad científica, integrando aspectos esenciales de la misma como presentación de variadas situaciones problemáticas que favorezcan el interés, la contextualización, el planteamiento de hipótesis, la elaboración de diseños y el análisis detenido de los resultados a la luz del cuerpo de conocimientos disponible.

CONCLUSIONES

En general, la mayoría de los docentes otorgan gran importancia a los trabajos de campo y de laboratorio, concibiéndolos como recursos indispensables para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, se presenta una brecha entre las sugerencias de los especialistas en enseñanza de la ciencia y las prácticas experimentales implementadas.

Los resultados obtenidos coinciden con las investigaciones realizadas por otros autores sobre la temática y permiten concluir que los estudiantes del Profesorado en Ciencias Biológicas perciben las clases experimentales alejadas de las propuestas didácticas actuales, reconociendo que en la mayoría de ellas predomina el aprendizaje de técnicas específicas y el cumplimiento de guías ordenadas de procedimientos. Asimismo, detectan la escasa utilidad que representan las mismas a la hora de diseñar actividades innovadoras destinadas a estudiantes de la escuela secundaria.

Sin embargo, la mayoría destaca que los trabajos prácticos experimentales de tipo investigativo son un recurso valioso para lograr aprendizajes significativos.

Con esto no se pretende desmerecer los trabajos experimentales de comprobación e ilustración de teorías, sino por el contrario se apunta a rediseñarlos para mostrar una imagen de ciencia como un cuerpo de conocimientos que se desarrolla en el marco de teorías que dirigen la investigación de los científicos, impregnada por el momento histórico en el que se desarrolla, involucrada y contaminada por sus valores y con teorías en perpetua revisión y reconstrucción; como una forma de resolver problemas, que concede importancia a la emisión de hipótesis y su contrastación, con metodologías no sujetas a reglas fijas, ordenadas y universales.

En definitiva, los trabajos de laboratorio y de campo deberían enfocarse en la redefinición y la reorientación del concepto de prácticas experimentales, apuntando a una mejor adaptación entre la actividad y los objetivos propuestos.

REFERENCIAS

- Álvarez, S. y P. Carlino. 2004. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología. *Investigación didáctica*. 22(2), 251-262.
- Barberá, O. y Valdés, P. 1996. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Caballer, M y A. Oñorbe. 1997. Resolución de problemas y actividades de laboratorio, en *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza*. Barcelona: ICE Universidad de Barcelona - Horsori.
- Carrascosa, J.; D. Gil Pérez; A. Vilches y P. Valdés 2006. Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*.
- Del Carmen, L. 2011. El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la Biología y la Geología. En *Didáctica de la Biología y la Geología*, Pedro Cañal (coordinador) Ed. Graó. Barcelona.
- Furió C., Payá J. y Valdés P., 2005 ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica? En: Gil D. y otros (edits.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*, p. 81-102 (OREALC/UNESCO-Santiago). Pág. 113.
- Furman, M. y M. E. Podestá. 2010. *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Ed. Aique. Bs. As.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. 2005. *La Ciencia en el Aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- Gunstone, R. F. 1991. Reconstructing theory from practical experience, en Woolnough, B.E. (ed.) *Practical science*. Open University Press.
- Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 47-56.
- Moreno, C.; S. P. Valdés y M. Marrupe. 2008. Reorientando las prácticas experimentales: una experiencia en la formación de profesores en Ciencias Biológicas. *Memorias VIII Jornadas Nacionales y III Congreso internacional de enseñanza de la Biología*. ADBiA. Mar del Plata.
- Murillo Torrecilla, F. 2006. La formación de docentes: una clave para la mejora educativa. *Modelos innovadores en la formación inicial docente. Una apuesta por el cambio*, pp. 9-16. Chile: UNESCO.
- Perkins, D. 1995. *La escuela inteligente: del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Ed. Gedsa. Barcelona.

Instrucciones para los autores

Lhawet, nuestro entorno, es una publicación del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH) de la Universidad Nacional de Salta. Publica artículos referidos al estudio de los vínculos entre la sociedad y la naturaleza.

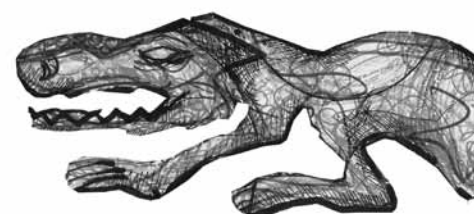
Los manuscritos, que deben estar escritos en español, se recibirán en el correo electrónico revista.lhawet@gmail.com hasta el 5 de agosto de cada año.

No serán aceptados artículos que contengan lenguaje sexista o discriminatorio.

Deberán entregarse en un archivo de procesador de textos, en hoja A4, con letra arial 11, espaciado doble y con márgenes de 2 centímetros.

Estructura del artículo: título del trabajo, autor o autores (institución, dirección postal, correo electrónico), resumen y abstract, palabras clave y key words, texto*, agradecimientos y referencias bibliográficas. Ilustraciones, cuadros y fotografías deben estar indicadas en el texto (con nombre y número) y enviarse por separado en formato de imagen (jpg, tiff) a 300 dpi de resolución.

*Preferentemente el texto debe contener: introducción, materiales y método, resultados y discusión, y conclusiones.



Autores

Noemí Estela Acreche. Bachelor in Science, Biology (Universidad Hebrea de Jerusalén, 1978). Master in Science, Basic Medical Science (Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel, 1980). Doctora en Humanidades, orientación en Antropología (Universidad Nacional de Salta, 2004). Profesora de la Cátedra "Evolución", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa) y "Antropología Biológica", Facultad de Humanidades (UNSa). Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos (UNSa).

María Virginia Albeza. Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 1995). Doctora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 2008). Profesora de la Cátedra "Antropología Biológica", Facultad de Humanidades (UNSa) y "Bioantropología", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Directora Técnica del Laboratorio de Marcadores Moleculares "Licenciada Eva Castillo", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa).

Antonio Elio Brailovsky. Licenciado en Economía (1969). Ocupó diversos cargos públicos. Presidió el Movimiento Argentino Ecológico (1986-92). Convencional Constituyente de la Ciudad de Buenos Aires (1996). Director General de la Comisión de Ecología de la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires, desde diciembre de 1997 a diciembre de 1998 y Defensor del Pueblo Adjunto de la Ciudad de Buenos Aires desde diciembre de 1998 hasta diciembre de 2003.

Viviana Broglia. Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 1996). Profesora de la Cátedra "Genética", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa).

Graciela Carusso. Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 1995). Profesora de la Cátedra "Evolución", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Directora Técnica del Laboratorio de Marcadores Moleculares "Licenciada Eva Castillo", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa).

Raquel Cornejo. Profesora de Filosofía (Universidad Nacional de Salta). Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos, (UNSa). Miembro fundador del Centro de Estudios Filosóficos de Salta.

Marta L. de Viana. Bachelor in Science, Biology (Universidad Hebrea de Jerusalén, 1978). Master in Science, Zoology, (Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel, 1980). Doctora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Córdoba, 1995). Profesora de la Cátedra "Ecología", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Directora del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (UNSa). Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos (UNSa).

Alicia Rina Dib. Licenciada en Antropología (Universidad Nacional de Salta, 1981). Especialista en Investigación Educativa (Universidad Nacional de Córdoba, 2002). Especialista en Evaluación y Gestión de las Instituciones Educativas de Nivel Superior (Universidad Nacional de Salta, 2003). Jefa del Departamento Investigación del I.E.S. N° 6001. Profesora de la Cátedra Antropología Económica y Antropología Ecológica, Facultad de Humanidades (UNSa). Investigadora del INEAH. Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos (UNSa).

Eugenia Giamminola. Ingeniera en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Universidad Nacional de Salta, 2011). Profesora de la cátedra "Ecología", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Miembro del Banco de Germoplasma de Especies Nativas del Instituto de Ecología y Ambiente Humano, Facultad de Ciencias Naturales, UNSa.

Marcelo Morandini. Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Universidad Nacional de Salta, 2010). Profesor de la cátedra "Ecología", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Miembro del Banco de Germoplasma de Especies Nativas del Instituto de Ecología y Ambiente Humano, Facultad de Ciencias Naturales, UNSa.

Cecilia Moreno. Profesora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 1997). Licenciada en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 2001). Diplomada Superior en Enseñanza de las Ciencias (FLACSO, 2008). Profesora de las cátedras "Práctica de la Enseñanza de las Ciencias", "Didáctica de las Ciencias Biológicas" y "Práctica Educativa", Profesorado en Ciencias Biológicas. Investigadora, CIUNSa.

Marta Quintana. Profesora en Filosofía (Universidad Nacional de Salta). Especializada en Ética aplicada a ambiente y derechos humanos. Profesora de Ética, Facultad de Humanidad (UNSa). Investigadora del CIUNSa.

Mónica Salusso. Bióloga (Universidad Nacional de Córdoba, 1975). Magister en Ecología Acuática Continental (Universidad Nacional del Litoral, 1998). Doctora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Buenos Aires, 2005). Profesora de la cátedra "Diversidad Biológica I", Facultad de Ciencias Naturales (UNSa). Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos, (UNSa).

Patricia Valdés. Profesora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Salta, 1995). Diplomada Superior en Enseñanza de las Ciencias (FLACSO, 2008). Profesora de las asignaturas "Proyecto e Investigación Educativa en Ciencias Biológicas" y "Problemática de la Educación en Ciencias". Investigadora y directora de proyectos y programas del CIUNSa. Integrante de comisiones evaluadoras de investigaciones y proyectos, (UNSa).

