



# SUPCYT- BIBLIOTECA NACIONAL

## Ciclo de conferencias 2007

### “Reflexiones acerca de la formación científica para el mañana”

Durante septiembre y octubre de 2007 SUPCYT organizó y convocó junto con la Biblioteca Nacional a un ciclo de charlas sobre educación en ciencias. La temática surgió y se fue imponiendo como prioritaria durante el ciclo 2006 de Charlas Científicas de los Lunes que organizara también SUPCYT con la Biblioteca Nacional.

Cinco científicos brindaron sus aportes en su área de competencia, resaltando la importancia que reviste la educación en ciencias para los distintos ámbitos que hacen al desarrollo nacional. Expusieron los Dres. Eduardo Mizraji (Enseñanza en Ciencias), Enrique Lessa (Biología), Mercedes González (Química), Tabaré Gallardo (Ciencias del Espacio y Astronomía) y Arturo Lezama (Física). Las charlas fueron filmadas y quedarán a disposición.

En la presente edición se resumen las dos primeras presentaciones.

### ¿Cómo Enseñar para la Ciencia del Mañana? Por el Prof. Dr. Eduardo Mizraji

¿Cuál será el aspecto de la ciencia en el futuro? Asumiendo la imposibilidad de dar respuesta a esta pregunta y la necesidad de preservar en la sociedad una amplia gama de recursos intelectuales, se analizaron durante la conferencia ejemplos reales de investigaciones transdisciplinarias extremadamente exitosas e innovadoras, ocurridas durante la segunda mitad del siglo XX. Sobre esta base observacional, se sugieren los siguientes procedimientos docentes.

1. Propender en los diferentes niveles de la enseñanza hacia un conocimiento de los hechos y los conceptos bá-

sicos de todas las disciplinas científicas fundamentales. (Razón: hacer posible la comunicación y la comprensión transdisciplinaria tanto entre no profesionales de la ciencia como entre profesionales).

2. Diseñar esta enseñanza de modo que los estudiantes, en cada uno de sus niveles, accedan a experimentar sensorialmente los eventos sobre los que luego se asentarán los conceptos; esto incluye el acceso experimental a los hechos de la matemática como preparación para la posterior introducción de formalizaciones abstractas. (Razón: este mecanismo reproduce el patrón natural de creación cognitiva de conceptos, que usualmente emergen de generalizaciones empíricas).

3. Utilizar un método histórico-biográfico, con una casuística reducida que muestre, con la profundidad adecuada para cada nivel, los procedimientos que condujeron a grandes científicos a realizar sus descubrimientos fundamentales. En esta fase, es conveniente ilustrar también los errores en que incurrieron esos científicos, y derruir el prejuicio de la infalibilidad de las grandes mentes. (Razón: Esta información muestra a la investigación científica como una actividad humana, mezcla de triunfos y fracasos. Además permite a los hechos de la ciencia ingresar al mundo cognitivo convocando a la vez al intelecto y a la afectividad de los estudiantes).

4. En los niveles de formación científica profesional, no destruir la formación profesional y profunda en áreas específicas, asentada ésta sobre la base de conocimiento científico amplia previamente mencionada. (Razón: Sólo la preparación de muy alto nivel en un área específica ha permitido colaboraciones transdisciplinarias fértiles, donde cada participante aporta su saber específico).



## Unidad y Diversidad en la Formación para la Biología del Futuro. Por el Prof. Dr. Enrique Lessa

En la actualidad se hace difícil vislumbrar la unidad de la biología, aunque uno de los propósitos de la conferencia ha sido ayudar a identificarla y caracterizarla. A las dificultades para lograrlo contribuyen tanto el crecimiento vertiginoso de la disciplina como la complejidad inherente de los sistemas biológicos, cuya comprensión demanda el examen de fenómenos desde el nivel molecular hasta el de la biosfera, y en escalas de tiempo también muy diversas. La biología moderna se nutre de manera permanente entre la búsqueda de principios unificadores y el reconocimiento de la diversidad inherente a los sistemas biológicos. Esto es natural, ya que el principal fenómeno unificador de la biología -la evolución biológica- ha sido un potente generador de diversidad. La definición de Darwin del fenómeno como "descendencia con modificación" sintetiza la continuidad provista por la herencia con el cambio asociado al devenir de los linajes biológicos.

Una característica importante de los sistemas biológicos es que, más allá de los distintos modos de reproducción, la "descendencia" implica transmisión de información de ancestros a descendientes. Las entidades que forman parte de las líneas de descendencia son siempre, conceptualmente, individuos a distintos niveles jerárquicos (por ejemplo, genes, células, organismos multicelulares, y especies). Aunque Darwin centró su análisis del fenómeno evolutivo en el nivel orgánico, comprendió que la persistencia y reproducción diferenciales de los individuos biológicos, sumados al cambio acumulado en el camino, lleva a la evolución biológica como resultado inevitable.

En la actualidad, el "pensamiento poblacional" introducido por Darwin es esencial para entender todos los fenómenos de la biología, ya que dinámicas análogas están implicadas en la regulación del desarrollo embrionario, el cáncer, y la proliferación de las especies, para nombrar solamente algunos ejemplos. Obviamente, la complejidad de los sistemas biológicos, resultante de la evolución, es motivo de análisis a todos los niveles, y existen "anatomías" y "fisiologías" de la complejidad que continúan avanzando en todos los niveles de organización biológica (posiblemente, los avances más notorios tienden a acumularse, en la actualidad, en los dos extremos de la escala de complejidad: el celular y molecular y el de las comunidades bióticas).

Mi primera sugerencia para pensar en la formación para la biología del futuro es que el ejercicio debe realizarse sobre la base de una visión de la disciplina, apretadamente esbozada más arriba. En este contexto, creo que hay que comenzar aceptando que la unidad y la diversidad son dos aspectos inseparables de la disciplina biológica, y pensando qué formación debiera tener espacios para explorar ambos aspectos. Todas las subdisciplinas (biología celular, ecología, etc.) ofrecen espacios para aproximarse a las diversas facetas de la biología, incluyendo la individualidad, la herencia, la proliferación de los linajes y su regulación, y la anatomía y fisiología de los sistemas.

La formación biológica debiera permitir la exploración de la riqueza y logros de al menos algunas subdisciplinas, evitando sin embargo el enciclopedismo estéril. La constatación de que nuestra memoria está cada vez más distribuida (y cada vez en mayor proporción localizada fuera del cerebro), y la magnitud del "catálogo" de la biología (decenas de miles de genes, millones de especies, interacciones en números y formas inabarcables), debieran incitarnos a ser muy selectivos al escoger material para la enseñanza.

Al mismo tiempo, los problemas seleccionados deben permitirnos explorar de manera explícita sus nexos con los fenómenos generales de la disciplina. Y, naturalmente, este ejercicio demanda una aproximación desde la investigación como proceso.

Para esbozar algún ordenamiento de la formación biológica, conviene agrupar las subdisciplinas en dos dimensiones: en primer lugar, por niveles de organización, incluyendo al menos tres (el celular y molecular, el orgánico, y el de las poblaciones y comunidades); en segundo lugar, por dimensiones, incluyendo al menos tres (la anatómica o estructural, la fisiológica o funcional, y la de las dinámicas poblacionales, sean éstas ecológicas, genéticas o evolutivas).

Es posible vislumbrar, en este contexto, trayectorias de formación diferentes, con espacios amplios para la libre elección, que sin embargo atiendan al menos a los siguientes requisitos: 1) una formación básica en matemática, física y química; 2) el contacto con cada uno de los tres niveles de organización antes mencionados; 3) la inclusión, en cada nivel, de aspectos de estructura, función, y dinámica; y 4) el estudio de las dimensiones históricas y culturales del quehacer científico.

