



# La Evolución como Modelo de Explicación en los Textos Escolares

**Anibal R. Bar** (anibalroque@yahoo.com.ar) Profesor Adjunto de la Facultad de Humanidades y Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

**Sergio D. Valenzuela.** Profesorado en Ciencias de la Educación. Cátedra Biología del Aprendizaje. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

## Abstract

The present work intends to investigate about explanation models related to the evolution concept in school texts in Argentina, using categories proposed by Bar. The reconstructed model shows characteristics of adaptation systems, models that give account of biological phenomena with endogenous and exogenous variables; where the becoming of the system is neither given by the biological program, nor by the environmental fluctuations in absolute form, but by the interaction between both of them. This way to objectify life and their manifestations contribute to a more total and more integral vision, perspective that moves it away from the reductionism mechanics and vitalism.

**Key words:** evolution, model, explanation, texts, school.

## Resumen

El presente trabajo se propone indagar sobre los modelos de explicación vinculados con el concepto de evolución en los textos con destino a estudiantes del nivel polimodal en Argentina, a partir de categorías de análisis propuestas por Bar. El modelo que se reconstruye muestra aspectos propios de los sistemas adaptativos, modelos que dan cuenta de fenómenos biológicos donde confluyen tanto variables endógenas como exógenas; donde el devenir del sistema no está dado por el programa biológico, ni por las fluctuaciones ambientales en forma absoluta, sino por el libre juego entre ambos. Este modo de objetivar la vida y sus manifestaciones aportan a una visión más total e integral sobre ella, perspectiva que la apartan del mecanicismo reduccionista y del finalismo vitalista.

**Palabras claves:** evolución, modelo, explicación, textos, escuela.

## Introducción

Las explicaciones en biología, como en las demás ciencias naturales, comenzaron a construirse en la modernidad con base en diferentes alternativas o modelos de fenómenos que, en términos generales, pueden agruparse en tres clases: el mecánico, el organísmico o vitalista y el adaptativo o procesual (Buckley 1982).

El modelo mecánico, heredero de la tradición mecanicista del siglo XVII, concibe al ser vivo a imagen y semejanza de una máquina simple, es decir, determinada externamente, operando en cadenas causales lineales, en riguroso equilibrio estático, y con una fuerte primacía de la parte sobre el todo. Esta manera de representar la vida y sus manifestaciones condujo a una visión reduccionista y simplificada de los procesos biológicos, aunque no puede negarse su aporte en lo que hace a los modelos experimentales característicos de la biología a partir de entonces (Piaget 1990, Mayr 1991).



En el siglo XIX, el neovitalismo, heredero de la tradición vitalista e idealista, intenta incorporarse al discurso científico a partir de las críticas al mecanicismo imperante, crítica centrada sobre todo en la concepción mecanicista de que la vida es esencialmente derivada del libre juego entre la materia y la energía.

Los neovitalistas no niegan que las funciones vitales operan en el marco de procesos materiales y energéticos, pero argumentan que por sí no bastan para dar cuenta de toda la complejidad de la vida. Acuden para ello a la noción de “fuerza vital”, entendiéndose ésta como el plus necesario para que las meras materia y energía se tornen en vida.

Lo central de la concepción neovitalista radica en la idea de la finalidad de los procesos biológicos, cuestión a la que se alude para explicar las funciones vitales que, aunque interesante en términos de la disciplina, en realidad no puede explicar nada al quedar atada a la “fuerza vital”, entidad que no es posible ser objetivada en términos científicos y, por tanto, se torna en entidad metafísica (Capra 1998).

Una tercera manera de entender la vida es a través del modelo adaptativo, modelo construido a partir de las nociones desarrolladas por Bertalanffy (1991) en “Teoría General de los Sistemas”. La sistémica y su afín, la cibernética, sientan las bases para una nueva teoría de los procesos biológicos, teoría que rescatará la antigua concepción de finalidad, pero en el marco de circuitos de retroalimentación y en reemplazo de la denostada linealidad causal mecanicista.

Las teorías sistémicas ya no necesitan acudir al concepto de fuerza vital para explicar la vida y sus manifestaciones. Lo harán a través de los principios de autorregulación y organización en el contexto de entidades autodirigidas y autodeterminadas. Así, la complejidad no se agota en el organismo vivo, ya que el ambiente también es un sistema que lo incluye e interactúa con él, cuestión ésta que implica una concepción de vida en términos relacionales y contextuales.

Cada fenómeno, cualquiera sea, presupone una ontología de base, elemento que será rescatado en el ámbito de sus respectivas explicaciones. Es decir, un fenómeno concebido mecánica, orgánsmica o adaptativamente dará lugar a explicaciones de naturaleza mecánica, orgánsmica o adaptativa, respectivamente.

Fuera de su ámbito de producción, la comunidad científica, las explicaciones se transforman en virtud del contexto en el cual se haga uso de ellas; uno de esos ámbitos es el escolar. Las explicaciones científicas se transponen en la escuela mediante la intervención de maestros y profesores a través del proceso que Chevallard (1985) denominó “transposición didáctica”. Dicho proceso trastoca las teorías científicas en “ciencia escolar”, es decir, transforma el saber erudito en saber a enseñar, saber que toma cuerpo, entre otros medios, en el libro de texto.

Bar (2002) describe los modelos de explicación obrantes en la bibliografía escolar y concluye que “...las explicaciones propias del texto secundario contribuyen directa o indirectamente a fragmentar el fenómeno biológico sin referirlo a leyes más generales que conecten las particularidades entre sí. La atomización de los procesos, consecuencia de los modelos mecánicos de la física, traen aparejadas dificultades en la comprensión, no tan sólo del texto, sino del fenómeno mismo”. El autor refiere en este caso a explicaciones sobre tropismos, fotosíntesis, absorción, transporte y transpiración, procesos éstos que competen exclusivamente a algunos seres vivos (las plantas), e implican funciones que pueden ser tratadas analíticamente, en tanto afectan sólo a determinados órganos o partes de la materia viva.

Un supuesto del presente trabajo es que no es posible extrapolar los resultados citados precedentemente a procesos universales, transversales a todas las funciones biológicas, y de un alcance que excede lo que pueda decirse por referencia al análisis de la fisiología de las plantas estudiada por el autor. Lo que aquí se afirma es que en los conceptos complejos y de alcance universal, se hace necesario no sólo la incorporación de mayor contenido informativo, sino además de un esfuerzo de integración que no se requiere cuando lo tratado sólo tiene implicancias locales o particulares. Una de estas nociones es la de evolución.



El concepto de evolución ha sido estudiado en diferentes ámbitos y desde distintas perspectivas. Al respecto, Swarts, Anderson y Swetz (1994) comparan el tratamiento dado al tema en tres países, Estados Unidos, la Unión Soviética y China; en tanto que otros autores apuntan a saber qué se enseña de la evolución en el aula y cómo la vinculan con otros contenidos (Jiménez 1994, Jeffery y Roach 1994).

Por su parte, Paz y Martínez (2003) analizan el discurso sobre evolución biológica en maestros de educación básica en México, y concluyen afirmando deficiencias en el manejo disciplinar mínimo, concepciones que se expresan en tres enfoques predominantes, ontogénico, teleológico y antropocéntrico.

Paz, Martínez y Rosas (2001) se proponen esclarecer qué sabe el docente y el alumno sobre la temática, amén de establecer la posible relación entre la formación docente y su manejo de contenidos. Los resultados al respecto muestran que los maestros secundarios poseen ideas transformistas sin vinculación con la teoría de equilibrio puntuado o el concepto de deriva genética. En el mismo estudio queda en evidencia que los propios alumnos confunden evolución con ontogenia, además de otras dificultades como la noción de temporalidad lejana.

Paz (1999, 2004) se propone conocer qué aspectos impiden que se logre construir el concepto de evolución en la educación primaria, tomando como base la práctica docente y la construcción del alumno sobre la temática. Obtiene como resultado que el maestro sólo alcanza a comprender el 38% del libro de texto, en tanto que el alumno el 45% de lo que se transmite en la clase, de lo que resulta que sólo el 11,8% de éstos tienen competencia en el tema. Cuando el autor atribuye causas determinantes de los resultados, se expresa en términos de trabajo desafortunado del maestro, y en ausencia de experiencia concreta y conocimientos generales, por parte del alumno.

Paz, Martínez y Rosas (2001) hacen uso del método de acercamientos sucesivos por estrategia cíclica en la educación secundaria para trabajar el concepto de evolución en el aula, concluyendo que dicha metodología permitió mejorar aspectos conceptuales de los alumnos a partir de temas de su interés. También permitió que el maestro modificara el currículo tomando como eje las ideas previas de los alumnos a fin de identificar potenciales obstáculos.

En España, Ceballos, Murcia y Camacho (2002) realizan un análisis de la estructura de las ideas en textos de enseñanza secundaria sobre evolución biológica por medio de la técnica de árboles ordenados, hallando que la organización de los contenidos muestra una estructura sencilla y que los autores desarrollan sus ideas principales en secuencias cortas y con pocas ideas secundarias, estrategia considerada adecuada para la mejor comprensión del texto.

Gándara, Gil y Sanmartí (2002) haciendo uso de una metodología de enfoque interpretativo para el estudio del concepto de adaptación, afirman que los libros muestran un contundente rechazo a la teleología lamarckiana bajo la consideración de que los caracteres adquiridos no se heredan, pero la falta de explicitación de qué es adaptación, qué es lo que se hereda y qué es lo que se adquiere, resta fuerza al argumento.

El texto escolar aunque no da cuenta de lo que es la ciencia, sí muestra elementos de lo que habitualmente se denomina "ciencia escolarizada". En este sentido, los textos no reproducen los mecanismos de descubrimiento ni justificación del conocimiento científico, no obstante la evocación de referencias experimentales (Bar 2005). En esta misma línea, otros autores concluyen que en textos de EGB y Polimodal no se referencian cuestiones relacionadas con el contexto de descubrimiento (Cutrera y Dell'Oro 2001), aunque sí los de validación del saber científico (Cutrera 2003).

En relación con las explicaciones sobre los fenómenos biológicos en la literatura escolar, se afirma que "...esta clase de texto, no modeliza fenómenos ni formas de aprehensión de la realidad, sino que aporta información fragmentaria sobre procesos biológicos. Aquí el autor del texto sólo pretende transmitir conceptos, seleccionando aquellas cuestiones que le parecen más pertinentes en virtud del fenómeno que quiere mostrar" (Bar 2005).



La escuela argentina, sobre todo a partir de las reformas curriculares en los diferentes países de Latinoamérica, ha logrado incluir el paradigma evolutivo en sus programas de estudio, acción que deviene de la implementación de acciones en pos de la actualización de los *currícula*, lo que motiva que el concepto de evolución sea una noción esencial y que dicho tema ocupe un lugar privilegiado en el texto, espacio no concedido a otras clases de contenido.

Es dable reconocer además que los textos producidos en el marco de las reformas educativas y a la luz de nuevas concepciones en lo que hace a la didáctica de las ciencias experimentales, muestran un nivel de creatividad mayor que los libros anteriores a ese período, sobre todo en lo que hace al valor asignado a los contenidos procedimentales, los que por sí mismo e independientemente del concepto de que se trate, constituyen un elemento sustantivo en la exposición y desarrollo de los conceptos en juego.

En relación con el concepto de evolución, se asume que éste constituye una noción clave entre los contenidos del polimodal, toda vez que en los diseños curriculares, tanto nacionales como jurisdiccionales, asumen el paradigma ecológico-evolutivo adoptado como eje de los mismos. Por tanto, es propósito del presente trabajo indagar sobre los modelos de explicación vinculados con dicho concepto en los textos dirigidos a estudiantes de ese nivel.

### **Metodología**

En el estudio realizado, las unidades del análisis constituyente de la muestra estuvieron integradas por diez textos de Biología para el nivel polimodal, habitualmente consultados en las bibliotecas escolares.

Una vez individualizados los textos, se procedió al análisis de la información; consistiendo la primera tarea en la identificación de los conceptos desarrollados en él, entendiéndose esto como las definiciones que hacen a la Teoría de la Evolución, y la descripción analítica de cada proceso; tarea que sirvió para resolver dos cuestiones: la primera, consistente en interpretar el rol que juegan las referencias empíricas, y la segunda, seguida de ésta, en reconstruir los procesos inferenciales implicados en el desarrollo conceptual. Debe aclararse que en este trabajo, la descripción analítica implica individualizar cada fase del proceso, pero sin dejar de referenciarlo al contexto en que éste se desarrolla.

Se asume aquí que las referencias experimentales pueden cumplir dos funciones, la primera, relacionada con el descubrimiento de regularidades empíricas y, la segunda, vinculada con la contrastación de leyes y teorías. Qué papel cumplen éstas, puede ser develado a partir del lugar que ocupan en el texto: si se constituyen en punto de partida del esquema conceptual, propician el descubrimiento; y si aparecen al final de la cita, se comportan como casos que validan o falsan la ley. Esto último sirvió para mostrar las estrategias a que recurre la ciencia para dar cuenta de la validez de leyes y teorías.

El análisis de las inferencias resultó esencial en el presente trabajo, toda vez que dicho procedimiento se convirtió en eje del mismo, al proporcionar un esquema del que se deriva no tan sólo cuestiones de descubrimiento o validación, sino de individualización de variables, clases de vínculo entre éstas, niveles de descripción y tipo de sistema que se describe.

De los conceptos tratados se tomaron, además de las normas y definiciones, las situaciones experimentales o de observación sistemática; lo que permitió reconstruir las inferencias de acuerdo con el esquema de Peirce (1970): regla, caso y resultado para la deducción; caso, resultado y regla para la inducción; y, regla, resultado y caso para la abducción. Para las analogías, siguiendo el esquema de Samaja (1995), se identificaron los casos análogos y los casos analogados.

En la identificación de casos, reglas y resultados, y de casos análogos y analogados, se trató de conservar la literalidad de los enunciados, omitiendo dicho procedimiento y modificando su redacción, sólo cuando las características del texto no lo admitían. Se propuso presentar cada inferencia como se cita en el texto, a fin de mostrar el proceso tal como el autor lo imagina.



Una vez detectadas las inferencias, se procedió a reconstruir las preguntas que, implícitamente, dieron lugar a los conceptos presentados en el texto, discriminando aquellas que sólo promueven descripciones de las que requieren explicaciones. En este último caso, se evaluó la pertinencia explicativa en función de la clase de contraste (Van Fraassen 1980). Dicho análisis pretende mostrar cómo se configuran las sucesivas preguntas por referencia al conocimiento disponible.

En cada caso, resultado, regla, análogo o analogado, se intentó la categorización de patrones argumentales siguiendo la clasificación de Perelman (1994), tarea que posibilitó relacionar tipo de argumento con clase de inferencia, y frecuencia de asociación en cada caso. Si bien el mismo recurso argumentativo puede clasificarse de diferentes modos, se intentó seguir un criterio uniforme, de manera de no superponer categorías que impidieran cualquier clase de comparación.

Seguidamente, y siempre en el marco de las inferencias, se realizó la clasificación de las variables participantes del fenómeno. En cada caso, se procedió a identificarlas, para luego categorizarlas en necesarias (cuando en su ausencia el fenómeno no puede producirse), suficientes (cuando en su presencia el fenómeno debe producirse) o contribuyentes (no necesarias ni suficientes, pero que contribuyen positiva o negativamente a la producción del fenómeno).

Diferenciadas las variables y siguiendo los criterios de Buckley (1982), se evaluaron los tipos de interacción entre ellas como, causales tradicionales, causales finales, relaciones recíprocas, circuitos de pseudo retroalimentación, o circuitos de retroalimentación. La presencia de una u otra clase de vínculo permitió clasificar al modelo descrito como mecánico, organísmico o adaptativo.

La identificación del modelo, permitió a su vez la estructuración de los niveles de descripción, sobre el que se construyó el sistema de matrices de datos (Samaja 1995), para lo cual se individualizaron las unidades de análisis de cada nivel con sus correspondientes variables e indicadores. Lo señalado permitió obtener información acerca de cómo se articulan dichos niveles entre sí, o dicho de otro modo, cuál es la dinámica del sistema que se describe, desde la perspectiva del autor del texto.

## Resultados

La ontología del proceso evolutivo se muestra cuando los autores de la bibliografía escolar dan cuenta de los niveles en los cuales se desarrolla el fenómeno y los vínculos que pueden establecerse entre ellos. Dicha ontología se expresa a través de la descripción de las propiedades de objetos y procesos que configuran una compleja red de variables, complejidad que puede resumirse en las siguientes proposiciones:

**Cuanto mayor es la complejidad del fenómeno y más analítico es el discurso utilizado por el autor del texto, mayor es el número de niveles de descripción al que se recurre para dar cuenta de los hechos implicados.**

Dada la transversalidad del concepto de evolución, en tanto atañe a todos los modos de la organización biológica, opera en gran número de niveles, los que se enriquecen con la incorporación de mayor contenido informativo.

**Las explicaciones involucran necesariamente y como mínimo, tres niveles de integración.**

En el menor nivel se expresan las mutaciones o procesos químicos vinculados con el origen del cambio; en el nivel medio se ponen de manifiesto las transformaciones morfológicas o conductuales resultantes; en tanto que en el mayor nivel, se da cuenta de las interacciones del organismo con su contexto, el ambiente, del cual resulta el proceso de selección.

**Las unidades de análisis de cada nivel de integración pueden asumir dos modos: como objeto o como proceso.**

La evolución puede mostrarse por referencia a objetos o procesos. En el primer caso, los más comunes son las moléculas, los cromosomas, el individuo, o la población. En el segundo caso, la mitosis, la ontogenia o la filogenia.



---

**Las variables intervinientes en el fenómeno se relacionan por mecanismos de causa eficiente o circuitos de retroalimentación local. No se identifican fenómenos donde se exprese causa final.**

Los mecanismos de causa eficiente se expresan vinculados con los cambios morfológicos y conductuales. Los circuitos de retroalimentación, con los modos en que se relaciona el organismo con su ambiente en función de esos cambios.

En varias partes de los textos analizados se deja expresamente aclarado que los mecanismos evolutivos no obedecen a procesos teleológicos. Por ejemplo: *“Algunas personas dicen que los cactus desarrollan espinas para sobrevivir en el desierto, o que las aves desarrollan alas para poder volar. ¿Por qué podrían considerarse estas expresiones como lamarckianas?”*, o bien *“Contrariamente a lo que sostuvieron algunos biólogos, hoy se considera que las mutaciones no están dirigidas a objetivos específicos y no surgen como respuesta a necesidades ambientales. Las mutaciones simplemente ocurren, es decir, son azarosas y proporcionan el potencial para responder a cambios ambientales”*.

**Las covariaciones son siempre explícitas.**

Por ejemplo, *Biston betularia* muta de formas claras a formas oscuras, de las cuales esta última resulta mejor adaptada al medio cambiante.

**Aunque algunas variables pueden expresarse como absolutas, más de las veces se expresan de modo relacional o contextual.**

Por ejemplo, se indica que las jirafas actuales tienen cuello largo (longitud del cuello como variable absoluta), y que esta propiedad las hace competitivamente aptas para desarrollarse en el ámbito de la sabana (capacidad competitiva como variable contextual).

**Los modos de expresión de las variables denotan la descripción y la explicación de modelos adaptativos.**

Amén de la mención de circuitos de retroalimentación, de diferentes niveles de integración, de la idea de totalidad por sobre la parte y de la concepción de complejidad, los textos aluden a dinámicas y modos de relación propios de los modelos adaptativos.

**Los indicadores nominados refieren tanto a las dimensiones como a los procedimientos.**

En todos los casos analizados, la observación es el procedimiento habitual del indicador. En cuanto a las dimensiones, éstas se hallan siempre expresas como conceptos inherentes al fenómeno en estudio.

Tanto vinculadas con las descripciones como con las explicaciones de la bibliografía escolar, los autores explicitan a menudo los procesos inferenciales por los cuales se arriba a los enunciados del discurso, procesos que pueden sintetizarse en las siguientes proposiciones:

**No se detectan casos de analogía en relación con la producción de leyes, aunque sí entre casos de la misma ley.**

Con cierta frecuencia se observa que se proponen varios ejemplos para la misma ley. Por ejemplo, ante la regla que dice *“La entrada o salida de organismo reproductores de una población a otra, genera flujo de genes en uno u otro sentido”*, se plantean casos análogos: *“En los lobos marinos, los machos jóvenes dejan los grupos para formar su propio harén, de lo que resulta que incorporan sus genes al acervo genético de otros grupos, modificando las frecuencias génicas”*; y también: *“En la especie humana, la raza negra migra por el tráfico de esclavos desde África a América, lo que determina diferencias en las proporciones génicas”*.

**Los casos de inducción son infrecuentes, y cuando se presentan sólo posibilitan la producción de enunciados descriptivos que dan cuenta de regularidades empíricas.**



Como ejemplo de lo anterior se puede citar: *“En los elefantes marinos o los mandriles, sólo unos cuantos machos forman su harén. Estos machos fertilizan a todas las hembras. En todos los animales que forman harén, un único macho fertiliza a todas las hembras”*.

**En los pocos casos de inducción observados, los argumentos cuasilógicos detectados aluden a la división del todo en las partes y a la comparación por ordenación.**

Ejemplo del primer caso es el citado en el punto anterior. Como ejemplo del segundo, puede señalarse: *“Drosophila pseudobscura es más frecuente a baja altitud que D. persimilis. Ambas especies coexisten sin cruzarse. El aislamiento ecológico evita el apareamiento entre organismos emparentados que ocupan hábitat distintos dentro de la misma región general.*

**En el marco de la deducción sólo se explica.**

Un ejemplo de esto es: *“El medio ambiente selecciona las variables que son, accidentalmente, más adecuadas para sobrevivir. En el panda, la garra equivalente al pulgar se halla demasiado especializada y no puede funcionar como tal. Luego, crece un falso pulgar a partir de la muñeca”*.

**En la deducción, el caso que deviene de la enunciación de la regla parece perseguir fines de ejemplificación o confirmación de ésta.**

Puede darse cuenta de lo dicho en el siguiente ejemplo: *“Algunos animales seleccionan a sus parejas buscando sólo los individuos similares a ellos. Los gorriones de la costa oeste de Estados Unidos se agrupan por tipo de canto. Los gorriones se aparean con aquellos de cantos similares”*.

**En el contexto deductivo las variables intervinientes en el fenómeno se comportan como razón necesaria, y sólo en conjunto como suficientes.**

Como caso de lo señalado precedentemente, se menciona: *“La cría de animales de cría o de plantas cultivadas para obtener individuos con ciertas características deseables es una práctica implementada por el hombre desde la época en que abandonó la caza y la recolección como principal forma de subsistencia y se estableció en un sitio por un período más prolongado. El criador de animales, tales como perros, gatos, vacas, ovejas, caballos, palomas y otras especies, selecciona entre los progenitores (selección como variable necesaria) ciertos individuos especiales y los aparta de otros posibles progenitores (aislamiento como variable necesaria). Los seleccionados se cruzan con otros de caracteres similares. Los descendientes se parecen entre sí dando origen a diversas razas”*.

**Las variables mencionadas en el marco deductivo aportan siempre a la justificación en sentido positivo (confirmación), y nunca en sentido negativo (falsación).**

Un caso que expresa lo antes indicado es: *“Cuando las poblaciones de dos especies interactúan en gran medida, cada una ejerce grandes presiones selectivas sobre la otra. Así, una desarrolla una nueva característica o modifica una antigua, con frecuencia la otra desarrolla nuevas adaptaciones como respuesta. Esta retroalimentación constante y mutua de dos especies se llama coevolución. Investigaciones realizadas en plantas de lino permitieron encontrar veintisiete genes que conferían resistencia contra un moho patógeno. El hongo presentaba un número parecido de genes que le permitía superar la resistencia”*.

**La pertinencia explicativa parece estar dada por la correspondencia entre las hipótesis y la empiria que las corrobora.**

La mayoría de las hipótesis o leyes que se enuncian vienen acompañadas de su respectiva fundamentación empírica.

**La abducción es la inferencia más frecuente en los textos.**



El 60% de las inferencias explícitas en los libros es de esta clase.

**Dada la relación entre la abducción y el descubrimiento de hipótesis, puede decirse que esto último es algo que los textos muestran expresamente.**

Así como la justificación del conocimiento ocupa un lugar importante en los textos, también el descubrimiento forma parte de los mismos.

**Tanto los discursos en relación con la abducción como con la deducción, hacen uso de argumentos cuasilógicos del tipo comparación por ordenación, y en menor frecuencia, de la clase comparación por oposición.**

Un caso del primer tipo se observa en ocasión de describirse las modificaciones en el número de dedos (desde el miembro pentadactilar hasta el unidactilar) en especies afines al caballo actual.

Un caso de comparación por oposición es aquel por el cual se cotejan dos respuestas alternativas de larvas de insectos ante las hojas del roble como alimento. El roble produce tanino que impide la digestión de las proteínas en el sistema digestivo del insecto. Algunas larvas se alimentan exclusivamente de partes de las hojas con menor contenido de tanino; otras detienen su crecimiento durante el verano y el otoño, y completan su alimentación a comienzos de la primavera cuando la concentración de tanino es menor.

**La mayoría de las veces, la comparación surge a partir de establecer diferencias entre la población antes de la variación y posterior selección, y ésta misma, luego de dichos procesos.**

Un hecho que da cuenta de la misma es la descripción del efecto fundador, el que se observa cuando una pequeña parte de la población se aísla, reproduciendo frecuencias de alelos que, aunque presentes en ésta, son muy diferentes de la población original. Esto es lo que ha ocurrido en las islas Galápagos, donde existió gran diversidad de tipos de pinzones, que derivaron en frecuencias de alelos diferentes, pero desde una única población.

### **Discusión y Conclusiones**

Cuando el conocimiento es abordado desde el libro de texto, lo que aparece taxativamente es saber disciplinar, aunque mediado por ontologías a las que adhiere el propio autor, a veces ni siquiera explícitamente. El texto, como otras formas de discurso académico, objetiva el conocimiento por referencia a la cosa que describe o explica, sin aparentes mediaciones.

No obstante la supuesta objetividad textual, los libros “dejan filtrar” ciertos constructos sobre los fenómenos donde sin duda está presente el conocimiento científico, pero adscrito a formas modelizantes que tienen de intersubjetividad, aquello pretendidamente objetivo.

El modelo que deja trasuntar el análisis de la información disponible en los textos, presenta una serie de fortalezas respecto del descrito por Bar (2002), que lo acercan a una perspectiva de fenómeno biológico más actualizada y coherente con los desarrollos teóricos en ese sentido. Al respecto **se identifican dos ejes, el de los niveles en los cuales se describe y explica el fenómeno, y el de las inferencias que median en la producción de descripciones y explicaciones.**

En cuanto al primer eje, el hecho de que el fenómeno se muestre transitando diferentes niveles de integración, dota a éste de la dinámica y la complejidad necesarias para inscribirlo en una perspectiva más total y comprensiva. También colabora en esto que las unidades de análisis que selecciona el autor de la bibliografía no se vean sólo como objetos, sino a la vez como procesos.

Otra cuestión que aporta a una visión sistémica es que las variables se relacionen por circuitos de retroalimentación, lo que implica relaciones entre el objeto o proceso que se describe y su contexto, a la vez que la exclusión de la teleología. Conviene aquí resaltar que los indicadores que dan cuenta de las variables intervinientes



son siempre explícitos, tanto en sus procedimientos como en sus dimensiones, lo cual contribuye a la noción de ciencia objetiva, e implícitamente, a la exclusión de la persecución de metas a la que suele asociarse el fenómeno evolutivo.

Otro elemento a tener en cuenta en lo que hace al eje descrito es que al mostrarse la covariación, siempre queda claro que ésta deviene del juego entre factores endógenos (la mutación) y exógenos (la selección), con lo cual se afirma la idea de interacción entre el organismo y su ambiente tan propia del concepto de sistema adaptativo.

En lo atinente al segundo eje, que los casos de inducción sean infrecuentes se explica a partir de que el concepto de evolución implica necesariamente explicaciones, y que ésta sólo aporta descripciones. En este marco, las explicaciones aparecen relacionadas con la deducción y con la abducción, con la primera, prediciendo resultados, y con la segunda, descubriendo leyes. Es importante aquí señalar el lugar que ocupa el descubrimiento en el texto, toda vez que hacerlo explícito colabora con la idea de que es éste el que hace avanzar el conocimiento científico y que la abducción es el camino para hacerlo. Así, la justificación queda relegada a un segundo lugar, esquema habitualmente vinculado con la versión positivista de la ciencia.

No obstante lo afirmado antes en relación con la justificación de leyes y teorías, los textos no sólo no la excluyen, sino que le asignan un rol fundamental al dotar de pertinencia explicativa a las hipótesis

Otra cuestión relevante en relación con el segundo eje es que, al asumir que las variables biológicas no son suficientes sino sólo necesarias, queda en evidencia también la necesidad de factores ambientales o contextuales para la consecución del fenómeno.

Por último, que la comparación, ya sea por ordenación o comparación, sea el argumento cuasilógico más frecuente dota también de objetividad al saber que se pretende validar, pues se sostiene en propiedades observables y taxativamente comparables.

Si bien el modelo descrito presenta notables ventajas respecto de aquel comunicado por Bar (2002) para los mismos tipos de texto, adolece de algunas imprecisiones que merecen nominarse. Al respecto puede citarse la ausencia de analogías que aportarían a la idea de descubrimiento, no obstante el uso de éstas en oportunidad de la formulación de la hipótesis de la selección natural, enunciado inspirado por el propio Darwin en la selección artificial desarrollada por los granjeros ingleses.

Otra cuestión que merece destacarse entre los aspectos menos favorables es de que la justificación juega siempre en sentido positivo, es decir, apunta a corroborar las hipótesis y no a falsarlas, como si el progreso del conocimiento científico estuviera dado exclusivamente por logros y acuerdos, y no, por polémicas y discusiones.

También debe hacerse explícito que el hecho que la corroboración esté fundada exclusivamente en la empiria, deja fuera de la discusión los aspectos sociológicos y aquellos de índole ideológica o de valor estético.

Los conceptos constituyentes de la teoría evolutiva, en tanto participantes del paradigma ecológico-evolutivo, denotan necesariamente de una mirada sistémica sobre los demás conceptos con los cuales se relaciona, al mostrar diversos niveles de integración y de vínculos.

Que los fenómenos evolutivos se presenten como una aproximación al sistema adaptativo implica empezar a mostrar la vida de una manera más compleja, menos analítica y menos empirista, acudiendo a la equifinalidad y multifinalidad como procesos propios de los sistemas inteligentes. Esta versión de la vida y sus manifestaciones aleja a la biología de la innecesaria teleología, concepción a la que a veces se adhiere como alternativa al mecanicismo.

La visión sistémica de la vida aporta además a una organización jerárquica de ésta, lo que ayuda a entender que la evolución acontece en niveles y que las relaciones entre éstos configuran la totalidad que pretende describirse o explicarse.



Si bien los textos analizados no muestran toda la complejidad de los procesos evolutivos en el marco de los sistemas adaptativos, sí resultan significativos en relación con la bibliografía precedente a la reforma educativa en la Argentina, donde no sólo la evolución tenía mínima cabida, sino que además, las concepciones sistémicas estaban ausentes.

### **Bibliografía**

Bar, A. 2002. Textos de Biología y Explicaciones del Mundo Biológico. *Revista de Educación en Biología* 5(1): 8-19.

Bar, A. 2005. *Textos de Biología y Modelos de Explicación. Los Fenómenos Biológicos desde la Bibliografía Universitaria y Escolar*. Corrientes: Moglia SRL.

Bertalanffy, L. 1991. *Teoría General de los Sistemas*. Buenos Aires: FCE.

Buckley, W. 1982. *La Sociología y la Teoría Moderna*. Buenos Aires: Amorrortu.

Capra, F. 1998. *La Trama de la Vida: Una Nueva Perspectiva de los Sistemas Vivos*. Barcelona: Anagrama.

Ceballos, J.P., Murcia, J.J. y Camacho, J. 2002. *Un Análisis de la Estructura de las Ideas en Textos sobre Evolución Biológica, adaptando la Técnica de Árboles Ordenados*. Tenerife: Editorial APICE.

Cutrerá, G. 2003. La Justificación del Conocimiento Científico en los Textos Escolares. *Revista Iberoamericana de Educación* <http://www.rieoei.org/experiencias46.htm>

Cutrerá, G. y Dell'Oro, G. 2001. El Contexto de Descubrimiento en los Textos Escolares. *Revista Iberoamericana de Educación* <http://www.rieoei.org/experiencias17.htm>

Chevallard, G. 1985. *La Transposición Didáctica, del Conocimiento Erudito al Conocimiento Enseñado*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Gándara, M., Gil, M.J. y Sanmartí, N. 2002. Del Modelo Científico de "Adaptación Biológica" al Modelo de "Adaptación Biológica" en los Libros de Texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias* 20(2): 303-314.

Jeffery, K. R. y Roach L. E. 1994. A Study of the Presence of Evolutionary Protoconcepts in Pre-High School Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching* 31(5): 507-518.

Jiménez, M.P. 1994. Teaching Evolution and Natural Selection: A Look at Textbooks and Teachers. *Journal of Research in Science Teaching* 31(5): 519-536.

Mayr, R. 1991. *One Long Argument, Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*. Cambridge: Harvard University Press.

Paz, V. 1999. La enseñanza de la evolución en la educación primaria como una evidencia de los obstáculos a los que se enfrenta el niño para construir conceptos complejos. V *Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Aguascalientes: COMIE.

Paz, V. 2004. Problemas principales que presenta la enseñanza del tema de la evolución del cambio biológico en la educación básica. *Revista Xictli* 54.

Paz, V. y Martínez, M. 2003. Posibles efectos de la forma en que entiende el maestro de primaria la evolución biológica y la forma en que la aprenden sus alumnos. VII *Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Guadalajara: COMIE.



---

Paz, V., Martínez, M. y Rosas, P. 2001. El uso del MASEC como una alternativa viable para el aprendizaje de temas complejos en la educación básica, un caso, el tema de la evolución en la educación secundaria. *Revista Xictli* 44.

Peirce, Ch. 1970. *Deducción, Inducción e Hipótesis*. Buenos Aires: Editorial Aguilar.

Perelman, Ch. y Olbrechts-Tyteca, L. 1994. *Tratado de la Argumentación*. Madrid : Gredos.

Piaget, J. 1990. *Biología y Conocimiento. Ensayo sobre las Relaciones entre las Regulaciones Orgánicas y los Procesos Cognoscitivos*. México: Siglo XXI Editores.

Samaja, J. 1995. *Epistemología y Metodología. Elementos para una Teoría de la Investigación Científica*. Buenos Aires: Eudeba.

Swarts, F. A., Anderson, O. R. y Swetz, F. J. 1994. Evolution in Secondary School Biology Textbooks of the PRC, the USA and the Latter Stages of the USSR. *Journal of Research in Science Teaching* 31(5): 475-506.

Van Frassen, B. 1980. *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.

Recibido el 14 Jun 2006

Aceptado el 30 Ago 2006