

En este artículo se analiza el conocimiento profesional y escolar entorno a la evolución biológica. Para ello se formulan en primer lugar unas dimensiones de análisis desde una perspectiva crítica que cuestiona la tendencia dominante reduccionista en la enseñanza de la evolución. Luego, se analizan las prácticas de aula y se confrontan con los discursos docentes, mostrando un nuevo punto de vista sobre las dificultades en la enseñanza.

## La evolución en el aula: una síntesis reduccionista\*

pp. 45-55

Antonio Gutiérrez\*\*

Universidad de Buenos Aires

El presente trabajo sigue las líneas propuestas en los Ámbitos de Investigación Profesional que constituyen el diseño "Investigando Nuestro Mundo" (G.I.E. 1991; Cañal y otros, 1997). Se propone analizar la evolución biológica en el aula, el conocimiento profesional de los profesores, así como la identificación de los principales obstáculos existentes en el conocimiento escolar. Se trata de aportar con este estudio conocimientos y experiencias que contribuyan al desarrollo de una pedagogía crítica al caso de la enseñanza de las ciencias naturales.

Las temáticas a explorar están estrechamente relacionadas con el concepto metadisciplinar de cambio (García, 1998) y constituyen las dimensiones de la investigación. Se trata aquí por tanto de identificar las principales características de:

- Las tendencias generales de la evolución biológica (su sentido y finalidad).
- El ritmo que sigue el proceso evolutivo.

- El concepto de adaptación biológica.
- Las explicaciones que se utilizan sobre diferentes fenómenos naturales que suponen variación y reproducción diferencial (teoría de la selección natural).

Coincidimos con Vincenzo Bizzo (1994) cuando sostiene que los trabajos de investigación en didáctica de las ciencias asumen que el conocimiento evolutivo está bien definido y que la escuela y los agentes no-científicos (docentes) no tienen ninguna influencia sobre este conocimiento. Se acepta sin discusión otro supuesto: las insuficiencias y las contradicciones hay que encontrarlas y superarlas dentro del aula. En este trabajo intentaremos mostrar que esto no es así.

Puesto que todas estas cuestiones suponen aspectos polémicos y confusos, tanto a nivel científico como escolar y originan auténticos obstáculos epistemológicos (Astolfi, 1994), desarrollamos a continuación una breve caracterización de cada dimensión.

\* Este artículo forma parte de una investigación mucho más amplia sobre el conocimiento profesional y escolar acerca de la evolución biológica que está desarrollando el autor en su tesis doctoral.

\*\* Escuela de Humanidades. Universidad Nacional de Gral. San Martín. Buenos Aires (Argentina).  
Correo electrónico: antonio\_gutierrez@arnet.com.ar

## El problema de las tendencias

En primer lugar, vamos a postular que la noción de progreso se encuentra en el núcleo duro del contenido evolutivo. Esta concepción reposa sobre el argumento habitual de que la evolución incorpora una tendencia o impulso fundamental hacia un resultado. El progreso en la historia de la vida ha sido concebido de muchas maneras. Como tendencia de la vida a una creciente complejidad anatómica, a una mayor complejidad neuronal, hacia comportamientos más amplios. Todas estas "realidades" permitirían situar a *Homo sapiens* en la cima de la evolución. Así por ejemplo, Edward Wilson, uno de los biólogos más importantes en la actualidad y reconocido (y discutido) sociobiólogo, explica la historia de la vida a partir de la idea de progreso y con una clara direccionalidad de los procesos centrales. Dice Wilson (1994, p. 194): "Fueron seguidos (los artrópodos, en tanto los primeros animales terrestres) por los anfibios, evolucionados a partir de peces de aletas pedunculadas, y un estallido de vertebrados terrestres, gigantes relativos entre los animales terrestres, que inauguraron la Edad de los Reptiles. Después vino la Edad de los Mamíferos y finalmente, la Edad del Hombre". Y precisa claramente (op.cit., p. 191): "A lo largo del camino han tenido lugar muchos trastrocamientos, pero la media global a lo largo de la historia de la vida se ha movido desde lo simple y poco a lo complejo y numeroso. Durante los últimos mil millones de años, los animales en conjunto evolucionaron hacia arriba en lo que se refiere a tamaño corporal, técnicas de alimentación y defensa, cerebro y complejidad de comportamiento, organización social y precisión del control ambiental (...) El progreso, pues, es una propiedad de la evolución de la vida en su conjunto, sea cual sea el rasero intuitivo concebible con que se mida, incluida la adquisición de finalidades e intenciones en el comportamiento de los animales. Tiene poco sentido considerarlo irrelevante".

El problema que genera el concepto de progreso está en el origen de la tradición darwinista. La teoría básica de la selección natural no contiene proposición alguna sobre el progreso

general y no ofrece tampoco ningún mecanismo que permita predecir la existencia de semejante progreso. Sin embargo, tanto en la cultura occidental como en el registro fósil, que se inicia con las bacterias como únicos habitantes, parece ser indubitable la necesidad de un discurso que introduzca la idea de progreso como eje central de la teoría evolutiva.

De hecho, el término "evolución" se impone en nuestro lenguaje para designar lo que Darwin había llamado "herencia con modificación" y que la mayoría de los pensadores victorianos asimilaba a la idea de progreso. Darwin tuvo muchas contradicciones con este concepto. Por un lado, se opuso al mismo porque su teoría no implicaba noción alguna de progreso general, en tanto que efecto previsible de cualquier mecanismo de cambio. En una carta dirigida al paleontólogo Alpheus Hyatt, escribió: "Jamás digas superior o inferior. No puedo evitar el convencimiento de que no existe tendencia innata alguna a un desarrollo progresivo" (citado en Gould, 1997, p. 149). Esta posición parece también confirmarse ya que el término evolución no aparece en la primera edición del *Origen de las Especies*, y la primera vez que Darwin la utiliza fue en *El Origen del Hombre*, en 1871. Parece que finalmente acepta su uso porque se había impuesto en el lenguaje popular.

Sin embargo, debemos recordar que Darwin vivió en una sociedad que hizo del progreso la doctrina fundamental de su propia existencia y su futuro. Darwin parece conciliar su época con sus ideas, cuando justamente en los párrafos finales de *El origen de las especies* sostiene: "Y como sea que la selección trabaja únicamente por y para el bien de cada ser, todos los dones corporales y mentales tenderán a avanzar hacia la perfección" (Darwin, 1984, p. 208). Según Stephen Gould (1999), Darwin no resolvió esta contradicción. Por un lado, el intelectual crítico consciente de lo que su teoría implicaba, y por otro, el conservador social que no podía demoler el principio central de su propia cultura.

Ahora bien, podemos considerar que, en definitiva, todas las tentativas de explicación caen bajo los prejuicios sociales, pero resulta innegable que hay un hecho básico en la historia de la vida

que podría llevar a pensar en el progreso como algo inevitable. Las primeras evidencias fósiles de vida, proceden de rocas de 3.500 millones de años de antigüedad y no contienen más que bacterias, las formas más sencillas que pueden preservarse en el registro geológico. Puesto que ahora tenemos fresnos, perros, gatos, grillos, hipopótamos, seres humanos y *Cannabis*, ¿cómo podría alguien negar que semejante crónica exhibe progreso por encima de cualquier otra cosa? Pero si también tenemos en cuenta que además de margaritas, cerdos y peces y filosofía, la Tierra sigue repleta de bacterias y de entre los animales pluricelulares, los insectos son (con cerca de un millón de especies, frente a unas cuatro mil de mamíferos) el grupo más numeroso, en el contexto global de la biodiversidad, el progreso no parece tan obvio (Gould, 1997).

Se puede resumir el argumento contra el progreso en la historia de la vida en las siguientes proposiciones. Existe un nivel mínimo de organización en los sistemas vivos y la vida se originó con el desarrollo de este tipo de estructuras mínimas. Todos sabemos que no es posible precipitar de buenas a primeras un león a partir de un caldo primordial de moléculas dispersas. Las formas más simples presentes en el registro fósil son en su totalidad bacterias. De hecho más de la mitad de la historia de la vida consiste únicamente en un relato bacteriano. La vida sigue conservando la mayoría bacteriana, el grupo más frecuente, y esta situación no se ha modificado en ningún momento. La diversidad de la vida no pudo desarrollarse más que en un sentido. No había espacio para estructuras vivas más simples que las bacterias (Gould, 1997).

Si se tiene en cuenta la totalidad de seres vivos, es muy reducida la cantidad que se complejizó. Asimismo, la secuencia temporal de los organismos más complejos no constituye una secuencia evolutiva, sino un conjunto azaroso. La secuencia habitual de los documentales y de muchos textos de Biología: bacteria, célula eucariota, alga marina, medusa, trilobites, nautilus, pez placodermo, dinosaurio, tigre diente de sable y homo sapiens, es un deseo no confesado, no una evidencia evolutiva.

El presunto progreso de la vida es en realidad un movimiento casual de distanciamiento a partir de comienzos más simples y no un empuje dirigido hacia un estado de complejidad ventajoso en sí mismo. Más aun, sostiene Gould (1998), si existe alguna inclinación es hacia la simplificación. Así, por ejemplo, si se tiene en cuenta que el parasitismo constituye una estrategia evolutiva muy común y que los parásitos tienden a ser anatómicamente más simples que sus antepasados de vida libre. La tendencia sería a una complejidad menor.

### El problema del ritmo

Las posturas reduccionistas impregnan gran parte del discurso científico, especialmente en el ámbito biológico. Podemos resumir esta corriente de pensamiento a partir de los siguientes argumentos. En el escenario natural se extrapolan pequeños hechos cotidianos a la magnitud que se necesite a través de la inclusión de tiempos tan extensos como millones de años. Con esta maniobra no se necesitan nuevos mecanismos que actúan a otras escalas, ni catástrofes de proporciones globales que redefinan el escenario natural. El reduccionismo funciona como una estructura explicativa causal que funciona tanto para la historia de la Tierra como de la vida y queda completamente circunscrita a sucesos mínimos de momentos observables. Esta creencia en la uniformidad causal estableció un credo gradualista responsable de una serie de falacias en el modo de entender la historia natural desde la escalera del progreso hasta dogmas sobre el curso paulatino del cambio geológico. Si, por ejemplo, se admitiera que la selección natural pudiese, en principio, producir evolución a todas las escalas por acumulación simple, la Tierra debería comportarse de una manera que permitiera este proceso gradualista. Pero si, en cambio, el planeta fuera un espacio revoltoso e impredecible, las secuencias de acumulación lenta se romperían y se reiniciarían en imprevistas direcciones. De este modo, las causas de la pauta general evolutiva serían complejas.

En este escenario, debemos entender que la historia de la vida se ha visto interrumpida (o reorientada) por varios episodios de extinción masiva, el más severo de los cuales, a finales del período Pérmico, hace 250 millones de años, aniquiló al 95 por ciento de las especies de invertebrados marinos. Parece obvio que los hábitat no podían estar llenos después de tales acontecimientos. Por lo tanto, ni la noción de progreso, ni la de evolución gradual, parecen tener sentido luego de tales discontinuidades. Ya Darwin intentó corregir esta perspectiva con el argumento *ad hoc* de que no habían existido extinciones masivas y que el registro fósil era imperfecto. Una idea que en la actualidad ha sido refutada concluyentemente, entre otras razones por las contundentes evidencias del impacto de cuerpos extraterrestres. Uno de ellos desencadenó en el Cretácico, que desaparecieron de la faz del planeta los dinosaurios y brindó a los mamíferos una oportunidad.

Así, por ejemplo, como especie concreta, los humanos (*Homo sapiens*, en el humor de Gould el nombre alude a un desafío, no a una descripción) somos producto de una secuencia contingente que podría no haber desembocado en nada parecido, sólo con que uno cualquiera de los miles de pasos precedentes se hubiese dado de forma ligeramente distinta (cosa muy plausible). Estamos, pues asentados en la contingencia. No somos un producto inevitable, predecible. Si se suprime el meteorito, quizá los dinosaurios todavía estarían dominando el mundo de los vertebrados terrestres, en el que los mamíferos es posible que siguieran siendo criaturas marginales.

Si en su obra principal, Kuhn (1985) caracteriza la ciencia como una sucesión de largos períodos de "ciencia normal", donde un "paradigma" reina en solitario, interrumpido por abruptos episodios de "revoluciones científicas", la teoría del equilibrio puntuado planteada por Gould (1999), como respuesta al reduccionismo gradualista, utiliza como analogía esta estructura y la propone como alternativa. Para Gould la historia de la vida puede ser comparada con la existencia de un soldado, con largos períodos de aburrimiento y breves e intensos momentos de

terror. No hay aquí ni escaleras ni caminos preestablecidos graduales y progresivos, sino indeterminación. Las especies permanecen durante largos períodos geológicos sin cambios importantes en su organización. Pero de pronto, un hecho imprevisto desata en un breve tiempo (geológico) cambios notables y se reorienta el proceso evolutivo en otra dirección. Desde una perspectiva general, Gould sostiene que el equilibrio puntuado predomina por completo en el registro fósil si bien es posible que cambios graduales ocurran, no tienen importancia evolutiva.

### El problema de la adaptación

Una importante cuestión relativa a las causas del cambio evolutivo es ¿cuál es el papel del ambiente en la evolución? Es decir, ¿cambian los organismos su morfología para adaptarse a las variaciones ambientales? Y si es así, ¿ejerce el medio su influencia directamente a través de la herencia de los caracteres adquiridos durante la vida, o bien el entorno influye en la morfología por la ruta indirecta de la adaptación darwiniana del más apto a través de la selección natural, comenzando de un conjunto aleatorio de variaciones? En oposición a estas dos conocidas versiones sobre la adaptación (Lamarckiana y Darwiniana) algunos biólogos (Gould, 1994; Lewontin, 2000) han postulado que la forma no se corresponde con el medio de una manera clara y definida. Aquellos organismos que están claramente mal adaptados morirán, pero si la variación surge de manera esporádica y si la mayoría de las alternativas están bien adaptadas a entornos locales, la adaptación no determinará las diferencias entre las poblaciones. Serán "causas internas" (dirección de mutaciones poco frecuentes), más que determinantes externos (selección natural), las fuerzas predominantes en el cambio evolutivo.

En la tradición darwinista, sin embargo, resulta habitual centrarse de manera demasiado estricta en la naturaleza adaptativa de la forma orgánica, y demasiado poco en el carácter imprevisible de la historia de cada organismo. Se asume la complejidad y el carácter aerodinámico ópti-

mo del ala de un ave, o por la imitación extrañamente precisa que una mariposa puede hacer de una hoja muerta, pero no resulta tan habitual la pregunta ¿por qué la selección natural se ha centrado en esta parte óptima en particular y no en cualquier otro conjunto de alternativas no realizadas? Siempre se enfatiza el diseño óptimo con preguntas como ¿cómo funciona tan bien este rasgo para realizar su función? Richard Lewontin (Gould, 1997) presenta el siguiente caso en la introducción de su curso de biología evolutiva en Harvard. Algunas especies de rinocerontes tienen dos cuernos, otras un cuerno. Puede que las dos alternativas funcionen igualmente bien para lo que quiera que sea que los rinocerontes hacen con sus cuernos, y el camino elegido puede no importar. Dos y uno pueden ser soluciones comparables. Lewontin señala que en cualquier caso, debe existir una razón para dos o uno, pero que muy probablemente la explicación resida en circunstancias fortuitas de la historia, más que en predicciones abstractas basadas en diseños óptimos.

### El problema de la variación

En el siglo XX, con el desarrollo de la teoría sintética, el carácter gradual y progresivo del proceso evolutivo se transformaría casi en un dogma de fe. Una de las afirmaciones centrales de la teoría sintética es que la selección natural modifica la adaptación. El cambio adaptativo es gradual, aunque su tasa puede variar. Mayr (1942) y Dobzhansky (1941) sostienen que creer que todos los cambios son adaptativos es creer en milagros. Sin embargo, bajo la perspectiva de Mayr y Dobzhansky la mayoría de los casos son ciertamente adaptativos (Eldredge, 1997).

Una de las dificultades que no ha terminado de resolver la teoría sintética por ejemplo, es la cuestión de la variación. ¿Por qué existe la variación y la selección natural no la ha eliminado? Si la selección funciona según la humorada del biólogo Richard Lewontin (1983) “*muchos son los llamados, pocos los elegidos*”, este sacrificio selectivo debería reducir la variación notablemente. La extraordinaria docu-

mentación sobre la variación existente en gran cantidad de especies estudiadas ha desbaratado parte de la teoría.

De los muchos trabajos llevados a cabo sobre la evolución biológica en las últimas dos décadas, la idea de que todas las posiciones siguen subsumidas bajo el estandarte de la teoría sintética moderna (Stebbins y Ayala, 1981) resulta insostenible. En muchos estudios la teoría sintética ha sido criticada por ser fuertemente reduccionista (Eldredge, 1982; Gould, 1982), en parte como reacción al intento de resumir toda la complejidad de la historia de la vida a la organización que muestran algunas poblaciones de ratas y moscas en los laboratorios.

Como queda expuesto, el conocimiento científico presenta con relación a la temática evolutiva aspectos discutibles y polémicos que influyen decisivamente en el conocimiento profesional y escolar. Todos ellos, no suficientemente explorados por la investigación didáctica. Así, nos proponemos abordar la siguiente cuestión: ¿qué características presenta el conocimiento profesional de los profesores sobre las tendencias evolutivas, el ritmo, la adaptación biológica y el papel de las variaciones en la evolución?, así como ¿qué relaciones se pueden establecer entre las concepciones detectadas y las prácticas de aula?

### Metodología

La investigación que desarrollamos se basa en un estudio de casos que intenta comprender qué tipo de discurso propone el profesor en el aula, qué decisiones toma sobre el contenido, cuáles son sus fuentes, qué aportes destaca y valora y qué intervenciones cuestiona o ignora en los alumnos. Para ello se han grabado la totalidad de las sesiones correspondientes al desarrollo de una unidad didáctica (UD) sobre la evolución biológica. Las grabaciones se transcribieron describiendo además el tipo de intervención producida.

La muestra fue intencional y estuvo conformada por dos profesores de Biología con importantes antecedentes de formación profesio-

nal (postgrados en didáctica de las ciencias) y también con varios años de experiencia docente. Los datos se tomaron en cursos de Ciencias Naturales de 9º de EGB (13 años) de colegios de Buenos Aires. En todos los casos, los alumnos entraban en contacto por primera vez con la temática evolutiva en la escuela.

Además, para profundizar en el conocimiento profesional de los profesores, se realizaron entrevistas antes y después de la implementación de las unidades didácticas para poder confrontar los dichos y los hechos, las palabras y las actuaciones docentes.

Finalmente, el análisis de datos ha seguido un procedimiento de reducción y codificación temático y semántico. Se presenta a continuación, un extracto de las principales categorías encontradas en el aula y las declaraciones de los docentes.

### Caso 1: Marta

Esta profesora ha definido un ciclo de enseñanza aprendizaje con una secuencia corta de contenidos, con el objetivo de enfatizar el papel central de la teoría de la selección natural en la evolución. Los contenidos que desarrolló anteriormente fueron los habituales de genética mendeliana. Comienza la unidad didáctica con un análisis del concepto de evolución, luego introduce la teoría de la selección natural, las teorías de Lamarck y Darwin, para finalmente retomar el concepto de evolución desde una perspectiva más amplia. Las fuentes que utiliza son diversas; incluye un libro de texto, artículos de periódicos, revistas de divulgación científica y páginas de internet.

En la entrevista realizada antes de la implementación de la UD, la profesora comenta una de sus preocupaciones centrales a la hora de enseñar evolución: *“Cuando desarrollo la teoría de la generación espontánea los alumnos parecen modificar su punto de vista vitalista y terminan explicando el origen de la vida según teorías materialistas. Pero cuando desarrollo temas de genética, los alumnos reconocen que no todas las características se heredan, sino que hay influencias del ambiente*

*y, sin embargo, siguen manteniendo un pensamiento lamarckista; por ejemplo cuando sostienen que la inteligencia se hereda. A veces siento como si estuviese engañando a los chicos, que los voy llevando por un camino prefijado, pero me doy cuenta de que me dicen que sí para conformarme. Me parece muy difícil que entiendan este proceso.”*

Como vemos, aparece una primera contradicción entre el eje de intentar modificar un (supuesto y persistente) pensamiento lamarckista, utilizando para ello una temática excesivamente compleja para que los alumnos puedan cambiar sus concepciones.

Sobre la primera dimensión, la existencia de tendencias en la evolución, que se trabaja en varias sesiones, los alumnos adhieren a la ideología del progreso. Por ejemplo, cuando la profesora pide a los alumnos que definan ¿qué es la evolución?, una alumna responde: *“es cambiar para mejorar”*. A la pregunta ¿por qué evolucionan las especies?, la respuesta es: *“Las especies mejoran para sobrevivir”* (trabajo grupal) o cuando se plantea ¿cómo se producen los cambios en los seres vivos? un alumno sostiene que *“las mejoras las produce el ambiente”* (cabe aclararse que el tema anterior del curso fue genética –mendeliana–). Otro grupo resume: *“Siempre los cambios en los seres vivos son para mejor”*. Esta situación parece no ser advertida por la profesora ya que no problematiza estas afirmaciones, que parecen ciertamente muy arraigadas en la mayoría de los alumnos.

En la entrevista con la profesora posterior a la aplicación de la UD, a la pregunta sobre si considera la existencia de tendencias en el proceso evolutivo, sostiene: *“No creo que haya una tendencia; si hay azar no creo que podamos suponer tendencia alguna. Si el ambiente cambia, depende de las poblaciones, no puede haber tendencias definidas. Me parece que en algunos libros aparece la tendencia a mayor complejidad con los dibujos que van de la ameba al hombre, pero no creo que sea así”*. Si bien parece tener una postura amplia (*“no puede haber tendencias definidas”*) esta cuestión no tiene relevancia a la hora de planificar la UD ni cuando interviene en el aula.

Sobre la segunda dimensión, el ritmo que sigue el proceso, se verificó durante el desarrollo de la UD que no fue abordado en ningún mo-

mento. En la entrevista posterior, la profesora sostiene que: “Creo que se trata de un proceso constante. Por ejemplo, en el caso de las jirafas el cuello fue apareciendo gradualmente de una generación a la siguiente, hubo saltos”. Queda clara la postura a favor del gradualismo darwinista.

Tampoco tuvo un desarrollo explícito el concepto de adaptación biológica durante la UD. En la entrevista declara que se trata de un concepto central que: “Casi siempre se plantea desde el Lamarckismo. Los profesores estamos muy influidos por la formación y hasta no hace mucho había una unidad en el currículum que era adaptación y se estudiaban todas las adaptaciones de los seres vivos y cada cosa tenía su sentido y su finalidad”. Llama la atención que si bien es considerado un concepto importante, no se lo trabaja intencionalmente cuando se plantea la teoría de la selección natural en clase.

La cuestión de la variación es ampliamente desarrollada a lo largo de la UD. Entre varios casos, se analizan los clásicos ejemplos de las polillas (*Biston betularia*) y el de la mosca (*Musca domestica*) como casos paradigmáticos de selección natural. Resulta curioso que al comparar ambos casos, un grupo de alumnos, ante el desconcierto de la profesora, sostiene que: “Uno es de selección natural y el otro no. El caso de las mariposas es selección natural, claro. Pero las moscas no, lo que pasa es que se acostumbra al DDT. En la selección natural el más fuerte sobrevive”. La profesora, luego de reafirmar que ambos casos son ejemplos de selección, concluye: “ven, esto es la evolución”. En nuestra opinión aquí se encuentra el núcleo conceptual de la UD. La evolución es selección natural. De manera consciente o no, el reduccionismo termina orientando las decisiones que se toman en el aula.

En la entrevista posterior, al preguntar ¿Qué selecciona la selección natural? La profesora responde que “Selecciona genes. Las mejores características”. Aunque luego aclara que no sabe si es correcto hablar de mejor o peor. Y agrega: “Cuando los textos hablan de que la selección natural favorece la supervivencia del más apto, creo que están dando una idea de que siempre sobrevive el mejor. Acá me parece que hay un cierto fina-

lismo, siempre triunfa lo mejor. Es la vuelta de Lamarck”. De nuevo, vemos en este caso que estas reflexiones sobre el carácter equívoco de muchos discursos, no forman parte del conocimiento profesional en la práctica de aula.

## Caso 2: Alberto

En este caso, el profesor ha definido un ciclo con una secuencia de contenidos más completa. Los contenidos que desarrolló anteriormente fueron el origen de la vida y las características de las células procariotas y eucariotas. Comenzó la unidad didáctica con un análisis del concepto de evolución; luego se trabajó sobre las pruebas de la evolución, los procesos de formación de especies y las teorías de Lamarck y Darwin para finalmente desarrollar en detalle la teoría de la selección natural. Las fuentes que utiliza también son diversas. No hay un texto de referencia, se trabaja con capítulos de diferentes libros, revistas y periódicos.

En la entrevista anterior a la aplicación de la UD, destacamos una referencia que este docente considera central tener en cuenta a la hora de enseñar evolución: “Los chicos creen que la naturaleza está ahí y nosotros acá. Y también creen que lo que decimos es ciertamente lo que ocurre en la naturaleza”.

Sobre la primera dimensión, se han identificado las mismas referencias que en el caso de Marta. En distintos momentos de la UD, los alumnos han explicitado pensamientos sobre las tendencias en el proceso evolutivo tales como: “La evolución va de lo simple a lo complejo”. Otros, en una variante de los alumnos edificantes, los argumentadores del bien, remarcan: “La evolución es buena, nos mejora”, aunque otros, algo escépticos, hacen algunas precisiones: “Físicamente evolucionamos para mejor, mentalmente para peor”. En todos los casos, las intervenciones de los alumnos no merecen ninguna aclaración ni pregunta por parte del docente. Nuevamente aquí parece que nos encontramos ante una serie de discursos que no tienen consecuencias sobre el conocimiento que circula en el aula.

En la entrevista realizada luego de la UD, el profesor parece tener una postura ambigua sobre la cuestión. Por un lado sostiene que: *“Yo creo que no necesariamente la evolución implica progreso. Creo que sí implica un progreso pero que no es estable. Si pensamos como progreso estar mejor adaptado, poder resolver mejor situaciones que te plantea el ambiente, entonces sí creo que hay progreso. Yo pienso que un progreso en un determinado momento puede ser dar un paso atrás”*. Cuando se le propone analizar la clásica secuencia que ilustra el proceso evolutivo en muchos textos, declara que: *“Bueno, tratan de mostrar el camino que va de lo más simple a lo más complejo. Que ha habido un desarrollo progresivo, que todos vienen de un ancestro común. Que una especie tiene como antecesor a otra especie”*. Veamos

con mayor detalle algunas ideas que subyacen a la hora del trabajo en el aula, donde las presiones institucionales también juegan su papel.

Sobre la segunda dimensión, tampoco en este caso se desarrolló a lo largo de la UD la cuestión del ritmo que sigue el proceso evolutivo. Un grupo de alumnos, al resolver una actividad sobre selección natural, comenta que: *“La evolución es un cambio por dentro, va muy despacio, no te das cuenta. Si los seres vivos necesitan algo para vivir, lo van a tener”*. El carácter gradual está presente. El docente parece compartir esta idea cuando en la entrevista posterior, menciona que no se plantea el tema ya que le resulta: *“Una noción muy compleja porque está la dificultad del concepto de tiempo geológico. ¿Millones de años? ¿Qué es eso?”*

P: Para los alumnos, ¿el proceso evolutivo tiene una finalidad?

R: *Creo que sí. Creo que le ven una finalidad, que es ser cada vez mejores. En la clase muchas veces aparecía la evolución de las especies y en paralelo el tema de la evolución del pensamiento. Se mezclaba. Si la evolución de las ideas tiene un fin, la de las especies también.*

P: ¿Una finalidad posible de la evolución del pensamiento podría ser la verdad, no? ¿Y el fin del proceso evolutivo cuál sería?

R: *No lo sé. Yo pienso que el proceso evolutivo no tiene fines, pero para los alumnos puede ser el hombre, la aparición del hombre un fin, una meta. Si hay algún fin, ese fin es sobrevivir para mí. Que la especie sobreviva y nada más, pero para mí la aparición del hombre se debió al azar. Creo que este es un tema muy complejo, que cuando damos estos temas mostramos como que cada cosa está en su sitio, no hay azar. No hay dinámica. Y creo que tendríamos que introducir justamente este concepto de azar. Yo no lo hago.*

P: ¿Por qué pensás que enseñamos evolución como lo hacemos?

R: *Yo creo que hay varias razones. Una es que los alumnos piden certezas cuando das clase. Piden seguridad y hablar todo el tiempo de azar, de incertidumbres, puede resultar insoportable. Piden definiciones, que las cosas sean de un modo y que sea así. Los alumnos reclaman certezas, no ambigüedades, que digamos esto es así según algunos, pero según otros es de otro modo, creo que los predispone mal para el aprendizaje. Esto resulta muy inquietante. No lo aceptan, lo rechazan.*

*Otra razón, es que simplificamos las cosas, aunque las certezas no sean tales, hacemos que el contenido sea más simple y listo. A la hora de evaluar, evaluamos certezas, no hipótesis. Si le das conjeturas a los pibes, ¿después qué evaluás? Yo siento que si planteo problemas, situaciones más abiertas, no aprueba nadie. En cambio, cuando doy definiciones y “cosas claras” la situación cambia; ahí sí tienen la sensación de que aprenden algo. Pareciera que todo está en su sitio. Así que resolví entrar en el esquema de ellos para no tener problemas yo. Si el resto de los profes hace esto, pues yo también y los alumnos no andan confundidos.*

En el caso de la tercera dimensión, hubo algunas referencias laterales pero no un desarrollo intencional. Así, por ejemplo, durante el análisis de una ilustración en un libro de texto, que muestra una secuencia lineal de vertebrados, de los peces al hombre, un alumno reflexiona: “No entiendo lo que dice el libro. Si venimos de los peces deberíamos saber nadar, pero si no aprendemos en una pileta (piscina) con un profe, nos ahogamos”. Si bien esta concepción resulta muy interesante ya que supone una idea de evolución que “suma” lo nuevo a lo existente y lo mejora, y una noción de “adaptación integrada” (un organismo estaría adaptado a su ambiente y a su vez, mantendría las adaptaciones de sus antecesores) esta idea no se problematiza durante la discusión posterior.

Cuando se le pregunta ¿qué queremos decir cuando muchas veces en el aula, decimos (y vos lo has dicho por lo menos cinco veces) “este organismo está adaptado”?, la respuesta es: “(piensa) Bueno..., creo que también depende de lo que entienden los alumnos. Yo no puedo explicarle a los chicos eficacia biológica porque creo que no lo entenderían. Si creo que muchas veces terminamos reafirmando creencias erróneas que ya traen. Para explicar bien estos temas creo que habría que dar muchos conceptos antes, pero al hacer una reducción creo que mucho se pierde. También siento que no se puede dar todo para que entiendan. Por las presiones del currículum, de la escuela y a veces por incapacidad nuestra, creo que los temas quedan descolgados. Por ejemplo, yo no me quedaría con Darwin y Lamarck, pero no puedo entrar en temas de neodarwinismo o de neutralismo porque creo que no lo entenderían, supone un conocimiento de biología molecular que los chicos no tienen”.

El problema de la variación se trabaja desde la perspectiva de la teoría de la selección natural y no se cuestiona ninguna de las insuficiencias indicadas en el marco teórico de esta investigación. Al realizar una puesta en común para extraer conclusiones, un grupo sintetiza: “La teoría de Darwin es que sobrevivían los más aptos”. El docente asiente, lo cual nuevamente pone en evidencia el grado de confusión y la elección por el reduccionismo en el aula. En la en-

trevista anterior, encontramos alguna clave. Este docente considera que: “En última instancia, lo que se busca cuando se enseña la selección natural es desterrar la idea creacionista. En la evolución hay una disociación con las creencias religiosas. Creo que esto entra en juego cuando enseñamos evolución”. En este contexto, que los alumnos declaren en el aula una adhesión ingenua a las tesis de Spencer, resulta al menos un pequeño avance.

Si comparamos ambos casos (ver cuadro 1 en la página siguiente) podemos decir que Marta presenta algunas contradicciones entre algunos elementos de su perfil profesional con las características que se verifican en su práctica. Si bien en la práctica persisten conceptos y teorías relacionadas con el reduccionismo y el positivismo, existen en parte de su conocimiento profesional elementos característicos de perspectivas más críticas, como sus posiciones sobre las tendencias y las finalidades del proceso evolutivo. En cambio, en el caso de Alberto encontramos una relación isomórfica entre los dichos y los hechos. Se trata de un profesor formado dentro de los marcos del neodarwinismo que no se plantea mayormente los alcances y la validez de los conceptos que utiliza en el aula y en aquellos casos en que lo hace, considera que los alumnos no deben conocer tales polémicas.

## Comentarios finales

El análisis de los dos casos presentados (recordemos que se trata de docentes de buena formación científica y didáctica) muestran varias insuficiencias. Por un lado, no existe una reflexión sobre los alcances y los límites de los conceptos que se trabajan en la temática evolutiva. Esta situación está indicando que no se realizan estudios en profundidad de la epistemología del conocimiento profesional. Se asume sin más, que el conocimiento científico refleja el saber sabio. En este contexto, consideramos imprescindible revisar si gran parte de las dificultades existentes en la enseñanza de la teoría evolutiva no se encuentran justamente en el tipo de discurso reduccionista justificado científicamente desde

	Caso 1 Marta	Caso 2 Alberto
<b>Tendencias</b>	La noción de progreso aparece implícita en el discurso en el aula. Sin embargo, rechaza esta tendencia en su conocimiento profesional.	Aparece, explícita la idea de progreso, tanto en el aula como en su pensamiento profesional.
<b>Ritmo</b>	No se trabaja en el aula. Considera que se trata un proceso gradual.	No se interviene en el aula cuando aparece esta cuestión. Implícitamente se adhiere a posturas gradualistas.
<b>Adaptación</b>	No se trabaja en el aula. Parece adherirse a una postura crítica, alejada del reduccionismo.	No se trabaja en el aula. Parece adherirse a las posturas del neodarwinismo.
<b>Variación</b>	La teoría de la selección natural es equivalente a evolución. Postura claramente reduccionista.	Trabaja una temática amplia: procesos de especiación y selección natural. Prevalece una postura reduccionista.

Cuadro 1. Las relaciones entre los discursos y las prácticas en las dimensiones estudiadas.

las posturas positivistas de las corrientes neodarwinistas. A modo de hipótesis de trabajo sostenemos que, efectivamente, en el caso de la enseñanza de la evolución, muchas de las concepciones persistentes y resistentes halladas en los alumnos se originan en estas inconsistencias que presenta el conocimiento profesional.

Por su parte, en la práctica docente no se verifica que se utilice el conocimiento producido en la investigación didáctica a la hora de elaborar una unidad didáctica ni de intervenir en el aula. No hay un estudio de la epistemología del conocimiento escolar.

Ya hace una década, un estudio de Jiménez Aleixandre (1994) planteaba que los alumnos aprenden fragmentos, no ideas generales. Que no pueden integrar saberes en evolución. Parece claro en este trabajo que estos docentes también poseen un conocimiento profesional fragmentado, el cual proviene de un conocimiento científico simplificador, que se refleja en una práctica lineal y reduccionista.

Coincidimos con Duveen y Solomon (1994) cuando sostienen que los alumnos (y los docentes) deben conocer los debates reales de los científicos en el mundo real. Esta claro que, desde perspectivas tradicionales y conservadoras, no puede estar bien visto que las incertidumbres y la relatividad del conocimiento lleguen al aula, es por ello que se clausura la crítica y se fomentan ilusiones (Cross, R., 1994). Problematicar el conocimiento científico es una de las tareas pendientes para superar el reduccionismo en el conocimiento profesional y escolar.

#### REFERENCIAS

- ASTOLFI, J. P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 206-216.
- CAÑAL, P. y otros (1997) *Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa*, Sevilla: Díada.

- CROSS, R. (1997). Ideology and science teaching: teachers' discourse. *International Journal in Science Education*, 19 (5), 607-616.
- DARWIN, Ch. (1984). *El origen de las especies*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- DOBZHANSKY, T. (1941). *Genetics and Origin of Species*, New York: Columbia University Press.
- DUVEEN, J.; SOLOMON, J. (1994). The great evolution trial: use of role-play in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (5), 575-582.
- ELDREDGE, N. (1982). Phenomenological levels and evolutionary rates. *Systematics Zoological*, 31, 338-347.
- ELDREDGE, N. (1997). Síntesis inacabada. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- GARCÍA, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- GOULD, S. J. (1982). Darwinism and the expansion of evolutionary theory, *Science*, 216, 380-387.
- GOULD, S. J. (1994). *El pulgar del panda*. Barcelona: Crítica.
- GOULD, S. J. (1997). *Un dinosaurio en un pajar*. Barcelona: Crítica.
- GOULD, S. J. (1998). *La grandeza de la vida*. Barcelona: Crítica.
- GOULD, S. J. (1999). ¿Qué es la vida? Como problema histórico; en *La Biología del futuro de* Murphy, M. P. y O'Neill, L. A. J. (eds.), Barcelona: Tusquets.
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA (1991). Un proyecto de investigación y renovación escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, 194, 34-38.
- JIMÉNEZ ALEXANDRE, M. P. (1994). Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (5), 519-537.
- KUHN, T. S. (1985). La estructura de las revoluciones científicas, México: Fondo de Cultura Económica, 1985.
- LEWONTIN, R. (1983). Adaptation. *Scientific American*, 239, 212-230.
- LEWONTIN, R. (2000). Genes, organismo y ambiente. Barcelona: Gedisa.
- MAYR, E. (1942). *Systematics and the Origin of Species*, reimpresso ed. New York: Columbia University Press.
- STEBBINS, G. L.; AYALA, F. (1981). Is a new evolutionary synthesis necessary?, *Science*, 213, 967-971.
- VICENZO BIZZO, N. M. (1994). From Down House landlord to brazilian high school students: what has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (5), 537-556.
- WILSON, E. O. (1994). *La diversidad de la vida*. Barcelona: Crítica.

---

#### SUMMARY

In this paper we analyze the professional knowledge and the students knowledge about biological evolution. At the beginning, the dimensions of analysis are exposed from a critical perspective in a such way that they question the dominant tendency in the teaching of evolution, the reductionism. Then, the classroom practices are analyzed and they are confronted with the educational speeches, showing it a new point of view on the difficulties in teaching.

#### RÉSUMÉ

Dans cet article on analyse le savoir professionnel et scolaire sur l'évolution biologique. D'abord on fait la formulation d'unes dimensions d'analyse autour la perspective critique qui repousse la tendance dominant dans l'enseignement de l'évolution. Et après on fait une evaluation des pratiques scolaires et sa relation avec le discours des enseignants, pour montrer une nouveau conception sur les difficultés de l'enseignement.