

La educación científica a través de la enseñanza del concepto de adaptación. Dificultades y perspectivas

Prof. Lucía Ruth Rojas Méndez¹

En el marco del cumplimiento de los objetivos habituales de aula prescritos por el Programa de Biología de segundo año de la carrera de Maestro, la enseñanza de la Teoría de la Evolución se incluye como contenido transversal, a partir de conceptos básicos asociados a los postulados de Charles Darwin, en particular los de selección natural y adaptación. La Teoría de la Evolución es vertebradora del conocimiento biológico, con derrames hacia múltiples campos de la ciencia y la filosofía. Los conceptos de selección natural y adaptación son conceptos complejos que han sido popularizados en forma simplificada de modo que inducen a un modo de pensar finalista (teleológico) determinista, funcional a la naturalización de ciertas lecturas políticas sobre la realidad que justifican el actual *status quo*. Asimismo, dichos conceptos son prerequisites para el estudio de los ecosistemas, la biodiversidad y la educación ambiental, de 3er. Año de la carrera. Se discuten en este marco algunos alcances filosóficos, epistémicos, de comunicación, pedagógico-didácticos, acerca de la actual concepción de ciencia y sobre la naturaleza de la ciencia, en relación a la enseñanza del concepto de adaptación. Asimismo, se presentan algunas dificultades y perspectivas de enseñanza.

Lo que sigue es un fragmento de un trabajo desarrollado con alumnos del IFD de Florida, como parte de una investigación.²

Introducción

El pensamiento evolutivo es una joven propuesta de algo más de 200 años. Se mantiene joven gracias a los permanentes aportes que a ella se remiten desde múltiples campos, lo que la ha transformado en un verdadero cruce de vías de permanente novedad, que ha trastocado la visión de la vida, el conocimiento y el mundo. Desde que Darwin introdujera en la Biología la dimensión tiempo, en la enseñanza y el aprendizaje de la misma, subyace la idea de proceso (conjunto de eventos que en fases sucesivas se manifiestan a lo largo del tiempo), lo que refuerza la idea de transformación, de cambio. El reconocimiento de que todo se transforma y de que esta transformación de la materia y los seres vivos puede ser plausiblemente entendida fuera de toda posibilidad de explicación sobrenatural, ha enriqueciendo conceptualmente nuestra mirada sobre el mundo natural. Lo histórico, es intrínseco a un relato, una narración, en la que se describe a partir de qué, cómo y porqué aconteció un suceso. La Biología así, también adquiere la condición de un relato. La conjunción de las diversas vertientes que lo

1. Prof. de Biología IFD Florida, IINN, Cerp Centro, Educación Secundaria.

2. La propuesta de trabajo ha sido seleccionada por la autora, entre las ofrecidas en los cursos llevados a cabo por el Grupo de Didáctica de la Biología, CEFIEC (Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina, a cargo de los Dres. Elsa Meinardi, Agustín Adúriz-Bravo, y Leonardo González Galli. La investigación fue del todo independiente y se llevó enteramente a cabo entre la población de alumnos de dos grupos de 2º año de la formación de maestros en el IFD de Florida, en el año 2011.

enriquecen, requiere el tratamiento integral desde el pensamiento complejo de los problemas que aborda, tomando en cuenta las numerosas variables, interacciones, valores, redes de relaciones, contextos. Lo complejo es

"Un pensamiento que relaciona. Es el significado más cercano al término 'complexus': lo que está tejido en conjunto. Esto quiere decir que en oposición al modo de pensar tradicional, que divide el campo de los conocimientos en disciplinas atrincheradas y clasificadas, el pensamiento complejo es un modo de religazón (re-ligare)" (Morin, 1997)

"... 'lo complejo' no dimana de las partes que lo componen, sino que dimana de las interacciones internas entre ellas. Y ni siquiera de las interacciones externas entre las mismas, sino de las interacciones internas entre ellas (no partes, sino componentes de un todo.) Y son precisamente esas las que el Saber analítico deja fuera cuando desmembra lo complejo en sus partes". (Sotolongo, 2006).

Un genuino aprendizaje es aquel que construye relaciones e interrelaciones razonadas y críticas, que proyectan nuestra mirada hacia una mayor profundidad en la comprensión del mundo, una mayor tolerancia emanada de la comprensión sobre la existencia y actuaciones de los otros. Esta resulta de la introspección que cada uno hace del lugar que ocupa en la naturaleza y el colectivo social, que a su vez, posibilita otras explicaciones para las propias conductas y actuaciones, lo que, en consonancia, produce un cambio en nuestras actitudes. Esto es lo que nos hace seres políticos más educados. El aprendizaje de este modo, se transforma en un proceso integrador de todos los aprendizajes, se transforma en educación.

Por otro lado, existe amplia evidencia respecto a considerar al conocimiento científico como un rosario de definiciones compuestas por sus correspondientes abstracciones lingüísticas o matemáticas, cada vez que ellas existen, que antes que ser cabalmente comprendidas, por su supuesta dificultad deben ser más bien memorizadas, ha conducido a muchos fracasos en los aprendizajes (Linder, 1993), (Carrascosa y Gil, 1985), (Pozo, Sanz, Gómez y Limón, 1991).

Asimismo, se ha investigado acerca de los problemas que conlleva un pobre ejercicio de metacognición. Y es que muchas veces los alumnos no saben que no saben, lo que dificulta el que puedan formular sus preguntas de comprensión (Otero y Campanario, 1990; Campanario, 1995), (Baker, 1991).

Fueron objetivos del trabajo:

- Conformar un campo complejo de conocimientos que pudieran servir para la construcción del concepto de adaptación
- Contribuir al desarrollo del pensamiento científico
- Construir la noción de que la resolución de un problema es una obra colectiva y que no responde a un camino predeterminado, fijo e inamovible.
- Explorar conocimientos previos en los alumnos y sus implicancias:
 - en el campo epistemológico
 - en el campo cognoscitivo biológico
 - en el campo filosófico
- Desarrollar habilidades de comunicación a través de la:
 - Interpretación de texto
 - Identificación de un problema central
 - Elaboración de explicaciones sobre el tema

- Discusión y análisis de las variables presentes en las explicaciones de modo de habilitar la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia y el método científico, para la construcción de un concepto integral acerca de la ciencia y lo científico
- Desarrollo de habilidades de enunciación de hipótesis y modelizaciones a través del ensayo del razonamiento discursivo tomando en cuenta lo textual y lo contextual
- Construcción y ejercitación de las capacidades de argumentación y producción de texto oral o escrito
- Profundizar en los niveles de razonamiento, reflexión y conocimiento, en la medida en que se cuestionen hechos evidentes, se establezcan relaciones interdisciplinarias y se tomen en cuenta variables intuitivas y subjetivas, como parte del método y el conocimiento científico aplicado.

Metodología

El aprendizaje basado en problemas (ABP, Torp y Sage, 1999) es una experiencia pedagógica que procura resolver problemas de la vida real. En esta metodología lo primero que se enfrenta es el problema, luego se identifican las necesidades de aprendizaje, se realiza la búsqueda bibliográfica y recién entonces se aborda el problema planteado. Sus características metodológicas están vinculadas a la tarea colaborativa en grupos pequeños que permiten el aprendizaje compartido (Gil, Macedo, Martínez, Sifredo, Valdez y Vilches, 2005; Westberg y Jason, 1996) la posibilidad de desarrollar habilidades, de observar y reflexionar sobre aspectos que hacen a su proceso formativo (Dabas, 1988) que a través de otras formas de trabajo no son advertibles. Esta metodología puede ser aplicada en cualquier nivel educativo. (Soubirón, 2006)

Se ha definido problema, en el campo de la enseñanza, como *"una situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta; es decir: el problema surge cuando el individuo no puede responder inmediata y eficazmente a la situación"* (Woods, 1985). Poyla (1975) dice que *"en la resolución de todo problema hay un cierto descubrimiento"*. Garret, (1986) plantea que los problemas son situaciones en las que *"el paradigma existente no puede aplicarse o incluso puede no existir solución"* o si no, *"aquellas situaciones donde se conoce o asume que puede resolverse con un paradigma dado (puzzle)"*. Piagetianamente también podríamos decir que habrían dos tipos de problemas: los que requieren sobre todo operaciones lógicas y los que presentan actividades representativas en mayor grado (polos operativo y representativo de Piaget e Inhelder).

Es un hecho que el que está en condiciones de resolver problemas está en condiciones de mejorar su capacidad de pensamiento. Pero además de las dificultades propias del problema que sea, existen algunas otras dificultades inherentes a la condición de los aprendientes ¿Conocen las técnicas de trabajo? ¿Están en condiciones de seleccionar las más apropiadas para cada caso? ¿Son capaces de integrar distintas técnicas en un proceso productivo de conocimiento? Durante el proceso de resolución: ¿serán capaces de enunciar una hipótesis abarcativa del problema? ¿Podrán organizar en colectivo propuestas de resolución que respondan a sus características individuales? ¿Tendrán la capacidad de corregir a través de la modalidad

más amplia de ensayo y error? Por último, si alcanzaran la solución: ¿alcanzarán una respuesta congruente que además tenga validez? ¿Cómo lo verificamos?³

En la propuesta de enseñanza de la ciencia por resolución de problemas, el rol docente será el de intervenir para destrabar, despejar o identificar problemas de segundo orden que contribuyan a solucionar el problema principal. Promoverá la aceptación de iniciativas útiles, el descarte fundamentado de las que se analicen como no oportunas o válidas, fomentará la autocorrección, estimulará el desarrollo de estrategias propias que lleven a la resolución del problema.

Expectativas docentes

En este trabajo se espera que el estudiante sea capaz de:

- Comprender las consignas
- Identificar el problema.
- Proponer hipótesis. Contrastar las propuestas distintas
- Proponer división de tareas.
- Solicitar instancias de ampliación de pruebas de acuerdo a los descubrimientos hechos por el grupo.
- Realizar búsquedas bibliográficas y entrevistas.
- Llegar a acuerdos a partir de discusiones fundadas en evidencias o interpretaciones representativas de las mismas.
- Elaborar y presentar informes.

El texto (recorte de prensa) y las consignas, fueron adaptados al trabajo de aula:

Un problema que esta alcanzando niveles crónicos

En los Estados Unidos, los piojos son cada vez más resistentes.

Los champúes creados para destruir los piojos son, cada vez, menos eficaces. Hay de 6 a 12 millones de chicos que los padecen por año. Pero no existe coincidencia en cómo tratarlos.

*En el Distrito escolar de Sacramento, California, Inger Lindholm de 65 años, es la Reina de los Piojos. Enfermera desde hace más de 40 años, tiene una gran habilidad para detectar los piojos y liendres en un niño. "Trato de que la revisión no sea una experiencia negativa", dijo. Sacramento tiene una política "cero liendre": los niños deben ser **excluidos de la escuela** hasta la desaparición total de liendres y piojos. La Asociación Nacional de Enfermeras Profesionales estima que en los Estados Unidos, un 90% de escuelas tiene algún tipo de política. No hay coincidencia respecto de cómo tratar el problema. El caos, la confusión y una buena cuota de bronca son la regla. Algunas investigaciones señalan que los piojos y sus huevos son cada vez más resistentes a los champúes de venta libre. Un estudio que aparece en el último número de "The Archives of Dermatology" agrega a una compilación creciente de pruebas, que la resistencia a los tratamientos para matar los piojos "está alcanzando niveles crónicos en Estados Unidos". Los padres desespe-*

3. Tomado de "El misterio del último día de Alicia". Propuesta educativa desde el enfoque de la didáctica de las ciencias, por la resolución de problemas. Trabajo de evaluación de la autora, seleccionado y editado en "Algunas Tendencias Didácticas en la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas" Rodríguez-Ayán, M. N. y Soubirón, E., compiladoras. Unidades de Enseñanza de las Facultades de Ciencias, Ingeniería y Química, Universidad de la República, Diciembre de 2006. Pp. 109-117.

rados prueban mayonesa, enjuague bucal y hasta contratar a “colectores de liendres” para hacer visitas a domicilio. Los empresarios anti piojos ofrecen sus artículos en la Web. Para el Dr. Richard Pollack, instructor en el Departamento de Inmunología y Enfermedades Infecciosas de la Escuela de Salud Pública de Harvard, “el único método garantizado es adoptar el look Telly Savalas y **afeitarles la cabeza**”. No es obligatorio denunciar los casos, pero las estadísticas indican que hay de **6 a 12 millones de casos por año**. Varios estudios han revelado la mayor resistencia a la permetrina, el ingrediente activo de los champúes anti piojos que los médicos más recomiendan. En 1999, el Dr. Pollack descubrió que los piojos recogidos en dos sitios de Estados Unidos no morirían con la permetrina. En cambio, los piojos de niños de Borneo, donde la permetrina rara vez se usa, sí morían. En tiempos más recientes, Terri L. Meinking, profesora adjunta de la Facultad de Medicina de la Universidad de Miami, reveló que (la medicación) Nix mata entre 3 y 5% de los piojos después de 10 minutos y entre 8 y 10% después de 20 minutos. Rid, líder del mercado, mata 7% en diez minutos. A-200, que es similar a la formulación de Nix, es más eficaz. La más efectiva fue una medicación bajo receta, Ovide, que contiene Malation y que mató al 88% de los piojos en 10 minutos. Ninguno tiene un efecto tan bueno como antes ya que “los piojos mutaron genéticamente para sobrevivir a la medicación”. Pese a los problemas relativos a la resistencia, los champúes de venta libre siguen siendo la forma de tratamiento más recomendada. Las pautas más recientes para erradicar los piojos son usar un champú y un peine para piojos de metal y un segundo tratamiento ocho o diez días más tarde. Si después de esos dos tratamientos los piojos no han desaparecido, se sugiere utilizar algún medicamento recetado con Malation combinado con el peine. Pero la Asociación Nacional de Pediculosis de Newton, Mass., y el Centro de Recursos e Información sobre Piojos de la Cabeza de Cambridge, critican dichas pautas. “Existen informes científicos legítimos que nos dicen que estos productos no funcionan”, dijo Deborah Z. Altschuler, de ANP, que vende sus propios productos. Tampoco queda muy claro si las liendres indican una infestación real de piojos. Los expertos dicen que **las liendres son difíciles de identificar**, y que se las confunde con caspa o spray. Además, los estudios muestran que una gran proporción de liendres nunca llega a piojos. De 50 niños con liendres, 9 (18%) fueron infestados con piojos en las dos semanas de seguimiento. Lisa Finch de Henderson comentó que su hija de 6 años perdió dos semanas de escuela después de que la enviaran reiteradamente a la casa con liendres. Su pediatra descubrió que lo que tenía era... caspa. Finch dijo que está trabajando para derogar la política “cero liendre” de su distrito. Otros padres contemplan una acción similar. El mes pasado, el distrito escolar de Cherry Hill, Nueva Jersey, abolió la política en medio de una gran controversia. En tanto el debate continúa, algunos padres han recurrido a “colectores de liendres” profesionales. El Dr. Robert Schachter, creó “Licenders” en Nueva York con un equipo de “colectores de liendres” que eliminan piojos por \$ 65 la hora.

Linda Villarosa. THE NEW YORK TIMES. ESPECIAL PARA CLARIN.
Traducción de Cristina Sardoy, Clarín del 27 de febrero de 2002

Actividad

Se les pide a los alumnos que organizados en grupos:

- a. Lean con atención el texto. Señalen algunos párrafos en los cuales se describa el problema y otros en los cuales se explique.
- b. Efectuar una revisión rápida de las explicaciones y discutir en grupo si las consideran correctas o no, y por qué.

c. Indicar cuál es el problema, los datos que se tienen sobre el mismo, las hipótesis que se sostienen y las conclusiones que se extraen del artículo.

d. Con todos estos elementos, argumentar a favor o en contra del artículo.

Resultados de la actividad de aula:

Los párrafos señalados por los estudiantes incluyeron como problema central:

Subgrupo A: Las medidas tomadas para la erradicación de los piojos

Subgrupo B: Los piojos son cada vez más resistentes por la mutación genética de piojos y liendres para resistir a la medicación.

Subgrupo C: La epidemia de piojos y los niños que son excluidos de la escuela.

Subgrupo D: Uso de productos altamente tóxicos en niños para matar piojos. Se aplican a niños que no están enfermos porque no se sabe distinguir entre la aparición de liendres y otras situaciones.

Subgrupo E: El problema social que genera la pediculosis en las escuelas de los EEUU.

Explicaciones:

Los párrafos señalados por los estudiantes incluyeron como explicaciones al problema:

Subgrupo A: La política "cero liendre" que implica exclusión y una violación de los derechos de los niños a la educación. Una política discriminatoria que implica un "marcaje" de los niños a través del corte al rente del cabello.

Subgrupo B: Los piojos son cada vez más resistentes por que se habitúan a los medicamentos y mutan para sobrevivir. Se experimenta con medicamentos cada vez más tóxicos para los niños.

Subgrupo C: No se ha logrado combatir la epidemia. Ha pasado a ser un problema de las familias.

Subgrupo D: Los más tóxicos surten mejores resultados.

Subgrupo E: Las familias gastan dinero, los niños pierden clases, sus derechos son violados, se prueban medicamentos a ensayo de prueba y error. Aparecen emprendimientos con fines de lucro para atender el problema. Ausencia de políticas públicas que solucionen el problema.

En la puesta en común, al revisar las explicaciones producidas por ellos, concordaron en que no pueden ser consideradas como verdaderas explicaciones, que fueran justas, a los problemas. Los alumnos asociaron las explicaciones a los derechos, a la exclusión y discriminación, a los roles institucionales, en los que la escuela, por cuidar un falso "prestigio" de no tener niños con piojos, no cumple con el rol de ocuparse del problema, no denuncia las políticas de "cero liendre", no se alía a los padres para combatir el mal, y deja a las familias libradas a las empresas que lucran con el problema. Hubo un grupo que sostuvo que si los niños tienen una enfermedad contagiosa es justo que se los separe del resto, aunque no estuvieron de acuerdo en que no se les brindara la solución.

Observaciones preliminares

Sin embargo, los alumnos no repararon en que la explicación de que los piojos “mutaron para resistir al medicamento”, no es correcta. comentaron que “cada vez hay que hacer remedios más fuertes, porque los piojos son cada vez más fuertes”. La principal preocupación de estos estudiantes se dirigió a lo asociado a la escuela, que es el objeto de su estudio y sus prácticas, sin poner en juego las causas de la exclusión.

Se les hizo notar que las diferentes respuestas al problema central y sus diversas explicaciones, no incluyó el problema biológico, (**¿cómo o por qué “los piojos se hacen resistentes con el tiempo”?**) por lo que en la discusión plenaria se arribó a que desde ese punto de vista, el problema central son los piojos y su resistencia a los medicamentos, y que esta situación conduce a todos los demás problemas. **Si esta cuestión no se aborda, el resultado puede ser el refuerzo de las ideas erróneas!**

Puestos a analizar el texto a favor o en contra, concluyeron que el texto “no contiene fundamentos científicos en cuanto al combate a los piojos”, “no es muy sólido”, “no hay experimentos, sólo observaciones”.⁴ Tiene “aparición de científico” porque “da datos, cifras, nombres de doctores y revistas especializadas”, pero “no da información sobre lo que se sabe de los piojos que permita combatirlos”. “Brinda información de los casos” pero “no dice porqué es importante combatir los piojos”. Presenta como “naturales las políticas de exclusión y el mercado que se mueve alrededor de las mismas”. Los problemas que ocasionan los piojos van “de lo social a lo médico”. A favor del mismo, los estudiantes explicaron que informa sobre las técnicas que se han probado, muestra datos, presenta un problema y narra una situación.

Análisis y discusión

A alumnos terciarios, les costó mucho deslindar las ideas centrales y más les costó ponerse de acuerdo sobre el párrafo principal del problema. En el plenario, se hizo necesaria la intervención de la docente que en un cuadro en el pizarrón trató de ordenar las intervenciones haciéndoles razonar sobre su agrupamiento. La unanimidad manifestada en el grupo sobre las ideas previas (“piojos más fuertes, necesitan de medicamentos más fuertes” y “los piojos mutan para resistir mejor a los medicamentos”) **llevó a que reforzaran un concepto erróneo que estaba incluido en el texto, que además coincidía con sus preconcepciones acerca del asunto.**

“Las ideas previas deben ser tenidas en cuenta cuando los alumnos contestan de manera errónea” (Meinardi, 2011). Uno de los principales problemas es el de las ideas teleológicas, lamarckistas. “Los piojos mutan para.... sobrevivir”. “Los piojos se hacen resistentes para.... poder seguir viviendo”, etc.

El tratamiento de las ideas previas a partir del error, habilita a sentar las bases para otras explicaciones y la construcción de otras posturas epistémico-filosóficas. A saber:

1. Respecto a la construcción de redes complejas:

En los conceptos ecológicos intervienen ejes como el de estructura-función, individuo-población, genes-ambiente, variabilidad genética-selección, especie-biodiversidad, supervivencia-extinción, evolución-coevolución, entre otros.

4. ¿Qué concepción de ciencia subyace? Si hay experimento es científico y si no, no?

Las explicaciones ecológicas de Darwin implican asociar lo fisiológico, a lo ambiental y lo genético, sin olvidar que las condiciones vitales son un "estado de adaptación" sometido a la dinámica del ambiente y de lo genético. La adaptación implica reproducción. No es suficiente la sobrevivencia sino el "éxito reproductivo" esto es, que los genes poblacionales (o un número de ellos) continúen perpetuándose en la siguiente generación. Por tanto la adaptación no se refiere a un individuo o a algunos individuos aislados, sino a una población formada por individuos que lo logran. Por tanto, el estudio de los ecosistemas puede verse como el del estado de adaptación de las poblaciones. El de la ecología, como el que está al servicio de la comprensión de cómo se interrelacionan los individuos con el ambiente, de cómo se lleva a cabo la selección natural en el espacio y en el tiempo, lo que a su vez nos lleva a la reproducción y nuevamente a la variabilidad genética (el bucle recursivo moriniano).

2. Respecto a conceptos relacionados a la Filosofía de la Biología:

Lo anterior, remite a la biología del desarrollo, ya que los individuos no pueden planificar su destino ni desear adquirir los caracteres necesarios o "mejores" para tener descendencia. Suponer ello evidencia un trasfondo antropocéntrico asociado con que las especies planifican estrategias para "resolver un problema" o para "ser mejores". Por otro lado, durante la reproducción, un mismo progenitor podría enviar distintos *pools* de genes a su descendencia, viéndose potenciada además, la aparición de diferentes rasgos y caracteres, agregados por los genes de la pareja sexual, que incorporarían aún mayor variabilidad genética.

Esta postura teleológica es la que ha sido funcional a la justificación de las "supremacías" de unos sobre otros en los colectivos humanos, aduciendo que los que están en posición de dominancia especialmente económica o política, lo están debido a que son "más aptos", "más fuertes" o "mejor seleccionados", postura que se conoce como *neodarwinismo social*, omitiendo u ocultando las verdaderas causas socio-histórico-políticas de la existencia de aplastantes mayorías de seres humanos desfavorecidos en su supervivencia y calidad de vida.

3. Superpuesto a estos campos, lo intuitivo y lo contraintuitivo:

Con respecto al concepto de "mutación", los alumnos sostiene una noción de progreso que no está vigente. Ésta refiere a que todo cambio o variación es para mejor. Esta es una explicación de sentido común socialmente aceptada, pero no se ajusta a la Teoría de la Evolución que plantea que en principio, los cambios o mutaciones son al azar. Es decir, no son teleológicos. Un concepto mecanicista propondría el estudio de los procesos por su efectividad ("la función crea al órgano") o que los órganos son diseñados para cumplir una serie de requisitos y son exitosos y seleccionados los individuos que los poseen. Por el momento, afirmar que tal o cual cosa es una adaptación es más bien una inferencia que una constatación.

4. Respecto al núcleo estrictamente biológico (si es posible plantearlo así):

En este caso, hay que tomar en cuenta el conocimiento biológico acerca del parásito. Por parásito entendemos a aquel organismo que vive sobre o dentro de otro, denominado hospedador y del que depende para su subsistencia. La Parasitología es la ciencia que estudia no solo a los seres parásitos, sino sobre todo a las interacciones que se establecen entre el parásito y el hospedador, tanto a nivel individual, poblacional o de comunidad, como de especie. Por ello se refiere al análisis de un fenómeno fundamentalmente evolutivo, donde el desarrollo del ser parásito y el desarrollo del organismo hospedador evolucionan conjuntamente. La extensión de este concepto a niveles de especie o de taxones superiores, así como la consideración de dicho fenómeno de interacción a lo largo del tiempo se encuentran en la base del trascendental fenómeno de la coevolución. La especificidad parasitaria es la capacidad de un organismo parásito de seleccionar uno o determinados hospedadores a los que infestar y en

los que desarrollarse. O dicho a la inversa, la incapacidad de este mismo parásito de penetrar y desarrollarse en hospedadores que no se encuentren dentro de su círculo de especificidad. Este fenómeno es el resultado de muy diferentes y numerosas interdependencias parásito-hospedador que van desde niveles moleculares y genéticos, hasta niveles muy superiores que incluyen aspectos ecológicos y etológicos, pasando por niveles de interacción de tipo muy variado como metabolismo, fisiología, patología, inmunología, distribución geográfica, climatología, etc. Para considerar el origen y diversificación de los seres parásitos, es fundamental considerar la coevolución.

Los parásitos se caracterizan, en que a lo largo de sus vidas, experimentan ciclos biológicos complejos. Muchos de ellos experimentan fases evolutivas, fases larvianas diversas y estadios reproductivos y de maduración diferentes. En algunos, el ciclo biológico se cierra con el concurso de un único hospedador (ciclos de evolución directa), pero en otros organismos parásitos, las especies precisan pasar por más de un hospedador a lo largo del ciclo (ciclos de evolución indirecta).

Si se conoce el ciclo de vida de los piojos que infectan a los humanos es muy probable que se los pueda combatir, evitando su reproducción o interrumpiendo el desarrollo del insecto juvenil. Esto iría a favor de evitar la sobreexposición a medicamentos o insecticidas que, aplicados sin tener este conocimiento resultan más perniciosos que beneficiosos para la salud humana, especialmente en niños a los que una pequeña dosis les puede resultar tóxica debido a la relación exposición-concentración de la dosis/masa corporal.

En otro orden de cosas, nuestras decisiones pedagógicas no deben olvidar que nuestros alumnos provienen en su mayoría de Bachilleratos humanísticos, no cumplen con los prerrequisitos necesarios respecto a conocimientos de genética, herencia o evolución. Sin embargo, algunos están entrenados para saber leer “entre líneas” e interpretar desde el campo de las ciencias sociales, otros aspectos de la ciencia, no necesariamente específicos disciplinares de la Biología.

“Los presupuestos epistemológicos de una perspectiva sociocultural contribuyen al intento de entender la construcción del conocimiento, no como actividad individual sino más inserta en un conjunto de valores sociales y culturales” (Meinardi, 2010).

En relación al conocimiento disciplinar, se debe ser cuidadoso en cuanto a la propuesta del problema. Por ello, se les pidió a los alumnos que investigaran acerca de la situación referida a la resistencia de los piojos y a los medicamentos autorizados para combatirlos. Así que unos fueron al hospital de la ciudad a hablar con los médicos, otros fueron a las casas de venta de agroquímicos (en relación al Malatión) y otros buscaron bibliografía e información. Trajeron los resultados de sus búsquedas, se trató el tema y se discutió mucho. Se trajeron a clase otros ejemplos, entre ellos uno avalado desde otras ciencias, como es el de la gran mortandad entre los aborígenes de América (y la sobrevivencia de otros) como consecuencia de la gripe traída por los españoles durante la conquista. También, se hizo notar que en Uruguay quedó prohibida la venta libre de antibióticos. Se les solicitó que investigaran en qué se basó dicha legislación.

Ello se hace con la intención de que aparezcan analogías. Al buscar analogías, se trata de generar un concepto previo donde no lo hay, ya que un nuevo concepto, que no tiene “ideas previas”, en donde anclar, desaparece rápidamente, víctima de esa saludable capacidad de la memoria a corto plazo. Pero el análogo, objetivo principal de la comparación con lo nuevo desconocido, debe ser un concepto conocido para el alumno. Si se utilizan juntos un concepto

análogo y un nuevo concepto, ambos desconocidos, ahí tenemos un problema doble. Se trata de abordar conceptualmente algunos prerrequisitos más, que son necesarios para mejorar la comprensión de estos temas.

Al finalizar el segundo plenario destinado a exponer y discutir los datos recogidos en la investigación, algunos ya habían entendido, otros quedaron pensando y otros no se convencieron. Esto hace necesario profundizar sobre los conceptos de selección y adaptación y volver sobre ellos. En definitiva, los estudiantes comparten las mismas concepciones erróneas que la autora de un artículo periodístico, publicado en uno de los más prestigiosos diarios norteamericanos y por el diario de mayor circulación de la Argentina.

Conclusiones

Que los alumnos sean capaces de deslindar datos, evidencias, opiniones, hipótesis, pruebas e interpretaciones entre sí, implica una serie de habilidades del pensamiento complejo que han sido englobadas por Jiménez Alexandre bajo el concepto de argumentación. Los problemas complejos son aquellos que necesitan ser explicados desde varios ángulos o miradas provenientes de diferentes campos disciplinares.

Según Jiménez Aleixandre y otros (1998)

"la capacidad de los estudiantes para argumentar, se ve favorecida por el diseño de situaciones de aprendizaje en las que ocupe un papel central la elección entre hipótesis de solución a un problema, y la discusión de las razones por las que una hipótesis es preferible a otras. De esta forma se intenta incorporar a las clases de ciencias una perspectiva filosófica que considera esta elección entre modelos esencial en la construcción del conocimiento científico" (Giere, 1992; Duschl, 1997).

La argumentación, es el resultado de ejercitar razonamientos de interacciones complejas que implican discriminar, entre *"datos, evidencias, pruebas, interpretaciones e hipótesis teóricas"* (...) y *"que tiene que ver con la elaboración, modificación y justificación de diferentes explicaciones de fenómenos naturales"* (Jiménez Aleixandre, 1998). La modelización del aprendizaje de las ciencias como argumentación es un esfuerzo por provocar en los alumnos no sólo una profundización individual, si no el hacer necesaria la comunicación, la elaboración de un discurso explicativo acerca de controversias o problemas científicos. Puestos a fundamentar y a argumentar, ellos necesitan desarrollar un lenguaje que pasa a ser por su construcción y semántica, un "hablar o escribir ciencia" (Lemke)⁵ que implica, tener un hilo conductor de razonamiento, un lenguaje y una construcción de significados. Nos habilita a llevar adelante una forma de hacer ciencia, "hablando ciencia" pues nos permite discutir las instancias necesarias para llevar adelante la misma, a saber:

- a) Planteamiento y formulación de un problema:
- b) Planteamiento y formulación de una hipótesis
- c) Comparación de variables
- d) Análisis de resultados y discusión de los mismos

Si bien no podemos aquí desmenuzar en detalle cada una de estas instancias podemos decir que la actividad demanda operaciones típicas del pensamiento científico como razonar,

5. La tesis central de Lemke es que el dominio de una materia especializada como la ciencia es, en gran medida, el dominio de sus formas especializadas de utilización del lenguaje. (Revel Chion, A., 2010).

contrastar y comparar modelos explicativos, señalados por Duschl (1997, 1998) como centrales en la actividad científica. Se nos da la oportunidad de establecer un conflicto que permita llegar a nuevas conclusiones conceptualmente más correctas. Aunque no se muestra el diseño de un experimento, el artículo presenta variables, condiciones y situaciones, que permiten contrastar y sistematizar resultados que arrojen respuestas claras sobre la cuestión principal. Habilita a trabajar sobre el valor de la observación, y del "método científico" como método que, en el imaginario de los alumnos, tiene etapas a seguir rigurosamente y si no es así, no es ciencia.

Desde el punto de vista ético, requiere poner la atención sobre lo contextual, en este caso, por ejemplo, la identificación de situaciones de injusticia que aparecen como naturalizadas y la toma de posición frente a ellas, lo que implica una lectura e interpretación críticas de la realidad, la jerarquización de los componentes de la misma y una disposición a la defensa de valores desde lo epistémico y filosófico. También, nos da la oportunidad de explotar un valioso instrumento de indagación de ideas previas así como de posibilidades de promover el establecimiento de relaciones intradisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias.

Las conclusiones tratadas luego de reconsiderar las hipótesis nos llevarían a replantear el problema y su tratamiento, poniendo el acento en cuestiones disciplinares sobre selección, adaptación y mutación, así como sobre la biología de estos insectos, cuyo conocimiento aportaría a su combate. Este último aspecto, podría ser abordado desde lo epistémico, realizando la importancia del conocimiento como productor de nuevo conocimiento.

Por último, la propuesta está enfocada en abordar la naturaleza de la ciencia (Matthews, 1994) como campo de innovación dentro de la didáctica de las ciencias. Este constituye una reflexión sobre la naturaleza profunda del conocimiento científico (producto) y de la actividad científica (proceso), como contenido metacientífico, para construir la alfabetización cultural de los ciudadanos.

Bibliografía

- BAKER, E., 1991, *Metacognition, reading and science education*, en Santa, C. M. y Alvermann. D. (eds) *Science learning: Process and applications*. Newsdale, Delaware: International Reading Association. Citado en: CAMPANARIO, J. M., OTERO, J. C., 2000. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- CAMPANARIO, J. M., OTERO, J. C., 2000, Op. Cit.
- CARRASCOSA, J. y GIL, D., 1985, La Metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3, Citado en: CAMPANARIO, J. M., OTERO, J. C., 2000, Op. cit.
- DABAS, E. 1998, Los Contextos del Aprendizaje. Situaciones socio-psico-pedagógicas. B. A. Nueva Visión
- DUSCHL, R., 1997, *Renovar la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Narcea. (edición original en inglés de 1990). Citado en: MEINARDI, E., ADÚRIZ-BRAVO, A. y REVEL CHION, A., 2002 La Educación Ambiental en el aula. Una propuesta para integrar contenidos multidisciplinares a través de la argumentación, CEFIEC, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. de Buenos Aires. *Investigación en la Escuela* 46. Monográfico abril/2002.
- DUSCHL, R., 1998. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de re-orientación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1): 3-20
- GARRET, R. M., 1995, Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, N°5, 6-15.

- GIERE, R., 1992, *La explicación de la ciencia. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (edición original en inglés de 1988). Citado en: JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P., 1998, Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 16(2):203-216
- GIL, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ, J., SIFREDO, C., VALDEZ, P. y VILCHES, A., 2005. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: UNESCO.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P., 1998, Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 16(2):203-216
- LEMKE, J., 1997, *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- LINDER, A. 1993, *A Challenge for conceptual change*, Citado en: CAMPANARIO, J. M., OTERO, J. C., (2000), Op. cit.
- MATTHEWS, M. R., Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, *Enseñanza de las ciencias*, vol. 12, n. 2, junio 1994, pp. 255-277. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21364/93319> Consultado el 14/9/15
- MEINARDI, E. GONZÁLEZ, L, REVEL, A, PLAZA, M., 2010, *Educación en Ciencias*. Buenos Aires: Paidós.
- MEINARDI, E., ADÚRIZ-BRAVO, A., Y REVEL CHION, A., 2002, La Educación Ambiental en el aula. Una propuesta para integrar contenidos multidisciplinares a través de la argumentación, CEFIEC, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. de Buenos Aires. *Investigación en la Escuela* 46. Monográfico abril/2002.
- MORIN, E. 1997, *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, Año 9, Nº 18, 2009, Disponible en: <http://issuu.com/umce/docs/rev18/12> Consultado el 14/9/15
- POLYA, G., 1975, *Cómo Plantear y Resolver Problemas*. México: Editorial Trillas. Traducción del original de 1945 "How to Solve it?" editado en Princeton, NJ, por Princeton University Press Citado en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/images/didaticasde-lasciencias2004.pdf>, p. 55, Consultado el 14/9/15
- POZO, J. I., SANZ, A. GÓMEZ, M. A. y LIMÓN, M., 1991, Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva, *Enseñanza de las Ciencias*, 9, Citado en: CAMPANARIO, J. M., OTERO, J. C., (2000), Op. cit.
- REVEL CHION, A., 2010, Hablar y escribir ciencias. En: *Educación en Ciencias*, Paidós, Bs. Aires, Argentina, p. 163-190
- SOTOLONGO, P., y DELGADO DÍAZ, C., 2006, La complejidad y el diálogo interdisciplinario de saberes, Págs. 65-77. En: *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*. Colección Campus Virtual, CLACSO Libros, Bs. Aires, Argentina
- SOUBIRÓN, E., 2006, *Algunas Tendencias Didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas* Capítulo 6, Edición de las Unidades de Enseñanza de las Facultades de Ingeniería, Ciencias y Química de la Universidad de la República, año 2006.
- TORP, L. y SAGE S., 1999. *El aprendizaje basado en problemas*. Argentina: Amorrortu Editores.
- WOODS, D. R. et al., 1985 Citado en: "Uso de heurísticos y algoritmos para la resolución de problemas en estudiantes universitarios" http://www.academia.edu/14931676/USO_DE_HEURISTICOS_Y_ALGORITMOS_PARA_LA_RESOLUCION_DE_PROBLEMAS_EN_ESTUDIANTES_UNIVERSITARIOS Consultado el 14 de setiembre de 2015.