



## ¿Qué nos orienta en clases de ciencia? Cuando la intuición y la razón cooperan en la enseñanza del paradigma evolutivo

Agradecer la provocación para recordar con la escritura y volver a pasar por nuestras experiencias, revalorizándolas. Para que no pasen desapercibidas, ni por nosotros mismos

por Soledad Lucci

solucci@gmail.com

Al leer el principal objetivo presentado en las normas editoriales para la sección (comunicar y compartir con colegas experiencias didácticas innovadoras), mi primer interrogante fue ¿qué considerar como una innovación? Después de darle algunas vueltas a la idea, mi conclusión es: cuando cada uno de nosotros desarrolla e implementa una propuesta didáctica significativa por primera vez, está innovando. El resto, teoría o relatos como este.

Ahora, ¿por qué contar esta experiencia en particular?, ¿qué la hace significativa?, ¿qué incorporar en función del contexto de la publicación y qué quiero contarles(me)? Según la mirada de otros, especialistas y guías que me alentaron; su puesta en práctica fue realmente un puente entre los procesos constructivos de los estudiantes y los contenidos. Una participación guiada que facilitó el aprender a aprender. Personalmente, puedo elegir lo que quiero contar(me) si reconozco lo que la intuición exterioriza: las marcas emocionales de la experiencia. Lo más significativo fue vivenciar la sorpresa expresada por los estudiantes (adultos vueltos niños, con ese brillo en los ojos que nutre y nos devuelve un valió-la-pena-el-camino-hasta-aquí) cuando llegaron, atando cabos, a reconstruir conocimientos por ellos mismos. Esos de manual, que tan sin sentido pueden resultarnos a partir de una lectura regular. Incorporando, ¿gestálticamente? (Pérez Gómez, 2010), metodologías de trabajo que hoy se consideran entre las más apropiadas para el aprendizaje de las ciencias (Sanmarti y Márquez, 2017; Márquez Bargalló y Roca Tort, 2006; Campanario, 2004; Martín Díaz, 2002; Acevedo Díaz et al., 2002).

¿Sólo una coincidencia entre lo que la razón y la intuición seleccionan como significativo, valorable, digno de ser contado? Así, el objetivo de este artículo es volver a pensar y pasar por la experiencia, revalorizándola, con esta percepción sensible que se (y me) transforma día a día y a la cual, generalmente, no ponderamos adecuadamente. Al mismo tiempo, quiero invitarlos a sentir las experiencias educativas más o menos formales (¿o acaso alguna no lo es?) haciendo conscientes las guías emocionales e intuitivas que los orientan y su relación con las razones, como un todo coherente.

Sobre el contexto y las formalidades introductorias del desarrollo de la propuesta: Capítulo 1

La experiencia que comparto en este artículo es el resultado de las prácticas intensivas, realizadas en el año 2016 para la acreditación de la asignatura

Soledad Lucci es Bióloga y Profesora en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Se inicia en su carrera profesional en la investigación en ciencias básicas, con posterioridad continúa con trabajos de extensión y educación. En la actualidad, indaga sobre diferentes lenguajes como posibilitadores de la integración cuerpo-mente de conocimientos y experiencias y como profesora integra el equipo docente de una escuela rural del Nivel Medio en la provincia de Córdoba. La experiencia que comparte en este artículo es resultado de las prácticas intensivas realizadas en el año 2016 para la acreditación de la asignatura Práctica de la Enseñanza, del último año de la carrera del Profesorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEFN-UNC).

Práctica de la Enseñanza, del último año de la carrera del Profesorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEFYN-UNC). Estas, fueron implementadas en el Instituto de Enseñanza Superior Simón Bolívar de la ciudad de Córdoba, en el espacio curricular Historia de la vida en la Tierra y Procesos Evolutivos, del Profesorado de Educación Secundaria en Biología. Con el propósito mencionado, la unidad didáctica desarrollada lleva como título: "La evolución, paradigma actual de la Biología". Puesto que mi posicionamiento pedagógico es hermenéutico-reflexivo, la selección del enfoque y de la estrategia didáctica intenta responder a la pregunta: ¿Qué capacidades puedo ayudar a desarrollar en mis futuros compañeros de profesión, para contribuir a la formación de un profesional competente en la enseñanza de las ciencias; considerando el contexto, mi experiencia y visión personal sobre la enseñanza y el aprendizaje? Además, se deben tener en cuenta, las diversas capacidades que deberían tener los profesores de ciencia y la dificultad de adquirirlas de una vez y para siempre (Guerra Ramos y Jiménez Aleixandre, 2011). Así, una alternativa concreta como formador de formadores, es aportar al desarrollo de aquellas que ya se poseen y en las cuales se observa cierta distancia con los profesores en formación.

Con lo anterior en mente, a partir del diagnóstico institucional y grupal realizado, varias situaciones resonaron como inconsistencias a cambiar. Por un lado, el perfil de la carrera, que claramente no presenta una formación investigativa; entendida como aquella que posibilita el desarrollo de habilidades que implican no solo el dominio de un área de conocimiento, sino también de procedimientos científicos y el razonamiento complejo (Amórtegui y Valbuena, 2009), que permiten la resolución creativa de problemas y la actualización profesional permanente (Guerra Ramos y Jiménez Aleixandre, 2011). Este hecho hizo que me inquietara, al pensar que solo se les estaba dando la posibilidad de reproducir conocimientos. Por otro lado, a partir de las interacciones dialógicas en clases, quedó evidenciada una visión positivista sobre la ciencia. En este sentido, puedo mencionar una pregunta que surgió de los estudiantes: "Entonces, ¿no existen certezas?" -en referencia al conocimiento científico presentado-. Siendo la respuesta obtenida: "Por eso el n" -en alusión a la necesidad de muestras grandes-. De la misma forma, el comentario de varios estudiantes sobre la dificultad de aceptar críticas de compañeros y profesores ante sus producciones hizo que pusiera atención en la manera en que estaban construyendo sus conocimientos.

De acuerdo a lo planteado, ejerciendo la enseñanza como un proceso donde los problemas son guías para la introducción de mejoras progresivas (Bausela Herreras, 2004), elaboré mi hipótesis de trabajo proyectando qué habilidades abordar y de qué manera a partir del

contenido curricular sobre las teorías evolutivas: la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico y la aplicación de procedimientos de la ciencia, que promoverán el desarrollo de capacidades para la formación de profesionales críticos y generadores de conocimiento como herramienta de motivación y capacitación personal permanente. A partir de un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, que ve a la ciencia como actividad humana, social y cooperativa; influenciada por las visiones, los contextos, sus conflictos, dilemas éticos y poderes asociados a cada época histórica. Debemos admitir, a su vez, los componentes metodológicos, pero también los creativos, artísticos e intuitivos en sus producciones (Acevedo et al., 2002; Martín Díaz, 2002; Rivarosa, et al., 2009). Por medio de una investigación dirigida, y con el objetivo de promover un cambio metodológico, se problematizan inicialmente los conceptos para transitar luego, por un proceso que utilice técnicas y procedimientos científicos en búsqueda de respuestas (Pozo Municio y Gómez Crespo, 1998). Al mismo tiempo, estimé necesario ayudar a los futuros profesores a comprender que el aprendizaje, al igual que la producción de conocimientos científicos, es un proceso social en el cual las actividades discursivas y los intercambios son esenciales. Por esta razón, escogí la argumentación, la cual demanda no solamente el desarrollo de habilidades para relacionar datos con interpretaciones, evaluar enunciados teóricos, modificar aseveraciones a partir de nueva información, usar modelos y conceptos para soportar conclusiones, entre otros; sino que además, es una operación de orden epistémico que permite construir, negociar, cambiar y compartir significados, representaciones y explicaciones (Henao y Stipcich, 2008). De igual modo, teniendo en cuenta el valor epistemológico y didáctico de las preguntas (Márquez Bargalló y Roca Tort, 2006), consideré que los estudiantes deberían atravesar en su formación por un tipo de enseñanza que luego pudieran llevar a la práctica, basado en la indagación a partir de sus propios interrogantes.

Por consiguiente, organicé la secuencia didáctica contextualizada en el marco de los paradigmas explicativos de la diversidad de la vida y sus controversias, en función de los contenidos procedimentales y en orden creciente de complejidad: valorar evidencias; diferenciar un dato o hecho de una interpretación; delimitar problemas/ plantear preguntas según sus intereses; identificar variables históricas y actuales que influyen en la producción del conocimiento científico, reconociendo su naturaleza como actividad humana; analizar críticamente la información; buscar respuestas alternativas; argumentar, negociar y comunicar las ideas construidas de manera oral y escrita y aplicar los nuevos conocimientos en una propuesta original, considerando sus prácticas.





1. Los científicos proponen que todos los vertebrados provienen de un tetrápodo basal de vida anfibia.  
 - En el marco de la Teoría Evolucionista Darwiniana: adaptación al ambiente, selección natural..  
 - Postulados o suposiciones – Método científico – Observación: observan la anatomía del pez sarcopterigio, crianza de bichires en Senegal: unos viven en la tierra y otros en el agua.

2. Datos - Fósiles del pez sarcopterigio – anatómicos.

3. Evidencias – Fósil Tiktoclik – pez sarcopterigio: aletas delanteras se insinuaban dedos, muñecas y hombros, cuello y probablemente pulmones primitivos.  
 -bichires de Senegal – pez africano de agua dulce que posee pulmones y puede impulsarse sobre el suelo con sus aletas.  
 -rana tropical – coloca sus huevos tanto en la tierra como en el agua.

Diferencias de las categorías

} Características anatómicas  
 } Locomoción Movilidad  
 } Reproductiva

¿Por qué se nos presenta tanta dificultad para establecer postulados y teorías?

Figura 3. ¿Por qué se nos presenta tanta dificultad para establecer postulados y teorías? Ideas y conflictos en las producciones de estudiantes, al intentar identificar los distintos elementos de análisis propuestos en la primera sesión.

integrarlos como elementos de análisis a los trabajados en la primera sesión, y así avanzar en la valoración crítica de las teorías evolutivas. No obstante, pusimos atención a las dificultades observadas en el grupo (comprensión incompleta de consigna, falta de diferenciación entre datos, hechos, interpretaciones, teorías, postulados), retomándolas y vinculándolas, en un esquema conceptual, con ideas previas sobre lo que nombramos inicialmente como método científico y reconocimos luego como contexto de producción, metodologías, comunidad científica (Figura 2b). Logramos establecer, también, relaciones con el siguiente tema: la evolución como paradigma científico. Además, explicité cuáles eran dificultades: a) propias del material y del contenido (demasiados artículos con muchas palabras técnicas que no reconocieron, a pesar de estar dirigidos al público en general) b) de la estrategia (requería integrar conocimientos de diversas áreas además de las nuevas herramientas de análisis) y c) de mi persona (la clase anterior, no conseguí guiarlos hacia un cierre que sintetizara las diferencias entre los elementos de análisis propuestos).

Seguidamente, para construir un andamiaje a través del cual los estudiantes fueran aumentando progresivamente su autonomía procedimental (Solé, 2006), proyecté sobre la pizarra uno de los artículos utilizados en el primer

encuentro: “Así alargó la jirafa su cuello” (Figura 1). A partir de él y mediante el análisis colectivo, los estudiantes lograron diferenciar los elementos propuestos la clase anterior, estableciendo vínculos y aclarando ideas conflictivas (Figura 4). Puesto que los contenidos que se abordaron a partir del intercambio fueron numerosos, resultó muy difícil valorar las ideas construidas e integradas individualmente, por lo cual resolví dejar como actividad evaluativa la reconstrucción del esquema conceptual según sus interpretaciones finales. Así como orientarlos a partir de un ejemplo al que pudieran volver cada vez que las relaciones entre contenidos estructurantes (paradigma, teorías, postulados, hipótesis, evidencias, interpretaciones, hecho científico) les resultaran confusos.

#### Segunda sesión: Parte II, de los primeros fueguitos

Una vez que el grupo expresó dialógicamente la capacidad de diferenciación necesaria para el análisis, entre datos, hechos e interpretaciones, seguimos adelante. Primero, indagando ideas sobre los factores históricos que podrían haber influido en la aceptación de distintas teorías evolutivas vinculadas al artículo utilizado previamente (“Así alargó la jirafa su cuello”) y a las teorías de Darwin y Lamarck; luego, sobre los factores que ellos consideraban influían

Recuadro 1

Actividad planteada a desarrollar en la tercera sesión: características, objetivos e indicaciones para el trabajo. Fuente: Unidad didáctica “La evolución, ¿paradigma actual de la Biología?”. Soledad Lucci.

Elaborar una presentación con características argumentativas para su defensa oral, que exprese la postura adoptada por el grupo de trabajo sobre la problemática abordada en el marco de las teorías sobre la diversidad de seres vivos, aplicando las herramientas analíticas trabajadas.

Objetivo: Desarrollar capacidades argumentativas (oralidad), mediante la transferencia de las herramientas abordadas: identificación de postura del autor, evidencias e interpretaciones; lectura crítica de la información, considerando la naturaleza del conocimiento científico.

Algunas orientaciones para el trabajo. Cada grupo debe tener en cuenta:

“Poner luz” sobre la problemática identificada por el grupo en sesiones previas: falta de comprensión de las distintas teorías evolutivas y sus postulados.

Identificar las teorías y sus postulados (un posible primer paso). Se recomienda atender a los conceptos clave, tales como adaptación, variabilidad, selección natural, ambiente.

En función de las lecturas previas, debatir poniendo de relieve distintas opiniones, hasta acordar que “tesis” (postura) van a defender. Nota: recordar ejemplo de N (-estudiante-).

Elaborar las ideas que sostienen la “tesis” grupal (argumentos).

Buscar evidencias que apoyan esos argumentos.



actualmente en la producción del conocimiento científico. Entre ellos, mencionaron a los instrumentos (tecnología disponible), el prestigio del autor, la religión, el pensamiento de la época y las subjetividades. Con el fin de enriquecer el debate, compartí otro artículo: "Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes. Algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias" (Campanario, 2004), de modo que los estudiantes realizaran una lectura, individual o en pareja. Es de resaltar el asombro y la discusión que provocó este material, el cual, más allá de cumplir con el objetivo didáctico propuesto, consiguió encender una interpretación reflexiva y crítica sobre la cocina de la ciencia. Entre algunas de sus conclusiones, puedo mencionar las siguientes: "La ciencia no es abierta, en el sentido de que cualquier nueva idea va a ser bienvenida. No cualquiera puede publicar, hay referentes, editores que van a decidir"; "Siguen una línea determinada en cada laboratorio, facultad, según su director, según los intereses de las corporaciones"; "Hay poderes que sostienen los paradigmas instaurados y ejercen presión en contra de nuevos paradigmas que no son bien recibidos por la comunidad científica"; "¿Qué investigador que tiene reputación y trabaja sobre un paradigma dominante va a querer cambiar todo lo ganado por lo nuevo? Me parece que hay un quiebre, que no cualquiera lo puede aceptar en el tiempo inmediato, creo que es un camino a largo plazo".

### Tercera sesión: Nuevas dificultades, caminos alternativos

El objetivo era elaborar una presentación oral con características argumentativas que expresara una postura grupal en relación con las teorías evolutivas, y aportara a la resolución de la problemática identificada en el primer encuentro (falta de identificación y comprensión de sus postulados). Como trabajo previo, debían realizar una lectura crítica individual de bibliografía vinculada a la temática: Francesc Francès (2012); Marchisio, A. et al., (2012); Jay Gould, S. (1981); Lessa, E. P. (1996); Muñoz-Chápuli, R. (s/f) y Darwin, C. (1859), aplicando las herramientas desarrolladas para el análisis de la información (valorar evidencias; diferenciar un dato o hecho de una interpretación; identificar variables históricas y actuales que influyen en la producción del conocimiento científico; buscar respuestas alternativas), lo cual serviría como insumo para el intercambio y la argumentación. Para contextualizar la propuesta, mediante

diálogo informal, indagué el avance en la lectura e intenté recuperar actividades y objetivos de las clases precedentes. Sin embargo, muy pocos estudiantes habían leído el material y sólo pudieron realizar una reflexión parcial sobre lo trabajado hasta ese día: "Analizamos artículos"; "Con el objetivo de ver las Teorías"; "Ver qué teorías usaba cada autor en su artículo"; "A qué datos finales se había llegado, con qué experimentos"; "Qué se había tenido en cuenta y ahí entramos en la controversia de que era un hecho, qué era un dato"; "Ideas previas también"; "Analizamos el artículo de la jirafa"; "Vimos datos, por ejemplo, las secuencias de los genotipos de la jirafa y el okapi"; "Interpretaban que estaba más emparentado con la cebra que con la jirafa", comentaron. Adicionalmente, recién terminaban una evaluación y se mostraban exhaustos; por lo cual, reestructuré la dinámica planificada, destinando gran parte del tiempo a la lectura del material y a la interpretación de consignas de la actividad planteada en el Recuadro 1. A partir de lo observado, proyecté para un futuro encuentro el abordaje de un trabajo meta-cognitivo estructurado, que colaborara en la autorregulación del aprendizaje y en la vinculación entre contenidos, actividades y objetivos (Campanario, 2000; Lanz, 2006).

Una vez reorganizados, propuse la lectura colectiva de un breve párrafo del artículo de Campanario (2004), analizado la clase anterior (Recuadro 2). A partir del mismo, busqué la vinculación de los contenidos trabajados (entre ellos, la defensa de las ideas científicas) con las ideas previas del grupo sobre argumentación. A modo de ejemplo, algunas de ellas fueron: "Claro, la información que encuentran los investigadores enriquece a lo posterior para otra investigación"; "Para que una investigación sea válida el investigador tiene que tener prestigio o convencer a los que editan"; "Argumentar a favor o en contra"; "Exponer algo"; "Justificar"; "Convencer". Asimismo, intenté que hicieran explícitas las herramientas aprendidas para argumentar: identificación de la postura del autor, de los argumentos/interpretaciones que utiliza y de las evidencias que los sostienen. Como ejemplo adicional, buscando establecer todas las relaciones posibles con los contenidos previos, tomé conciencia y recurrí al trabajo argumentativo sobre la naturaleza del conocimiento científico que venía realizando personalmente desde la primera clase (Recuadro 3).

Recuadro 2

Breve párrafo del artículo: Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias. Campanario (2004), utilizado en la tercera sesión como disparador de ideas previas sobre argumentación.

"No está de más insistir, a la vista de lo anterior, en algo que debería ser obvio: la ciencia es una actividad social en la que las interacciones entre actores (investigadores) desempeñan un papel crucial. No basta con descubrir algo o plantear una teoría que explique un fenómeno o un conjunto de fenómenos. Es preciso convencer, en primer lugar, a los referentes y editores de las revistas académicas y, en segundo lugar, al resto de la comunidad investigadores de que las nuevas contribuciones son útiles y relevantes."

Ejemplo presentado a los estudiantes. Su finalidad fue relacionar los contenidos de la sesión con la argumentación realizada personalmente desde el primer encuentro, sobre la naturaleza del conocimiento científico. Fuente: Unidad didáctica "La evolución, ¿paradigma actual de la Biología?" Soledad Lucci.

Un ejemplo...

¿Qué posición tomó la practicante respecto a la naturaleza del conocimiento?

¿Qué argumentaciones presentó para sostener su postura?

¿Qué evidencias utilizó para intertar convencerlos?

Un ejemplo...

"Tesis" o postura sobre la naturaleza del conocimiento científico: es un producto transitorio de la actividad y el pensamiento humano, de un grupo social particular (la comunidad científica).

Argumentaciones que presentó para sostener su postura:

-Teorías y hechos científicos son interpretaciones con distinto grado de validación.

-Su producción está influenciada por distintos factores del contexto (sociales, metodológicos, políticos, económicos, culturales) y por las características propias de la comunidad científica y sus métodos de validación.

Datos/evidencias utilizadas para intertan convencerlos:

-Controversias actuales presentadas a partir de artículos de divulgación científica.

-Ejemplos obtenidos a partir de estudios de caso en el artículo "Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias" (Campanario, 2004).

A continuación, como orientación vinculada al material de lectura, algunos estudiantes compartieron sus avances y dificultades en el análisis. Como muestra: el objetivo del ensayo era aclarar cómo Darwin no estaba en contra de lo que decía Lamarck; ¿por qué asocian el socialismo con el lamarckismo y el capitalismo con el darwinismo? Otros estudiantes (E) compartieron distintas relaciones que establecieron entre conceptos como la supervivencia del más apto, cultura como parte del ambiente, el capital cultural, la cultura capitalista, epigenética, enfermedades por químicos ambientales y justicia ambiental, ¿qué propone el vitalismo?, E: que tienden a la perfección. Posteriormente, iniciaron el trabajo por grupos. Luego, debatimos sobre las distintas conclusiones que aportaron a la construcción de algunas ideas base, vinculadas a la actividad



Figura 4. Registro fotográfico de la segunda sesión. Análisis conjunto de uno de los artículos de divulgación, con el objetivo de construir un andamiaje a través del cual los estudiantes aumentarían su autonomía procedimental, como alternativa de solución a las dificultades observadas la clase anterior. Foto: Claudio Sosa.

planteada y a la resolución de la problemática en juego: sostener una postura grupal argumentada que colabore en la comprensión de las teorías evolutivas y sus postulados. Finalmente, ellos mismos propusieron reunirse antes de la próxima clase a terminar sus producciones, motivados por concluir lo que habían comenzado esa jornada.

#### Cuarta sesión: Evaluación mediante la exploración de concepciones alternativas

El encuentro tuvo dos objetivos principales: evaluar logros y dificultades de las presentaciones argumentativas elaboradas en el marco de las teorías evolutivas, para la regulación de la enseñanza-aprendizaje y valorar la interacción social, a partir de las devoluciones de los participantes a cada grupo. Con ese propósito, diseñé un instrumento de auto y co-evaluación, basado en criterios presentes en la consigna de trabajo (Recuadro 4), el cual fue explorado con un ejemplo antes de su uso. Durante el desarrollo, cada grupo presentó en 10-15 minutos la tesis que defendió oralmente, a saber:

1. Supongamos que la teoría de Darwin es reemplazada por otra, ¿seguiríamos pensando que la evolución existe?;
2. Charles Darwin y Jean Baptiste Lamarck poseen ideas complementarias (...) ambas teorías ofrecen una explicación similar a lo que hoy conocemos como evolución;
3. No es que una teoría deja de tener validez por el surgimiento de la otra, sino que las diferentes teorías contribuyen a la idea general de evolución;
4. La revolución darwiniana y la comprobación de los postulados de Darwin por los neodarwinistas;
5. No es que una teoría sea mejor que la otra sino que coexisten. La Teoría Sintética de la evolución son los puntos más relevantes de cada teoría. Mientras, el resto la valoró con el instrumento señalado como orientador.



De este modo, a partir de sus posturas, argumentos y evidencias, comenzaron a resolver la problemática delimitada en la primera sesión: la falta de entendimiento de los postulados de las teorías evolutivas, utilizando las herramientas de análisis trabajadas y el material de lectura propuesto (Figura 5). Por consiguiente, el desafío que se presentó fue cómo abordar las concepciones alternativas a la ciencia que habían construido los estudiantes hasta ese momento (Recuadro 5). Consideramos que las mismas son un conjunto coherente y funcional de teorías estructuradas a partir del proceso de aprendizaje realizado, así como su aparente paralelismo con los errores históricos de la ciencia



Figura 5. Registro fotográfico donde puede observarse la atención que diferentes estudiantes concentraron sobre las presentaciones argumentativas de sus compañeros, como parte del trabajo co-evaluativo. Fotos: Soledad Lucci.

(Duschl y Gitomer, 1991).

**Quinto y último encuentro: Parte I, del caos aparente a los acuerdos**

Como estrategia para acercar las ideas construidas a los acuerdos científicos, invité a un especialista, Profesor de la asignatura Fundamentos de Evolución, de la FCEfyN-UNC y tutor de mis prácticas. Un valioso recurso que brindaba el contexto. Así, con la finalidad de promover la discusión guiada y consensuar ideas, proyectando las concepciones alternativas registradas durante las presentaciones de las tesis grupales, las abordamos colectivamente (Figura 6).

A partir del debate, surgieron temas diversos. Desde aquellos vinculados a las teorías evolutivas, sus argumentos y evidencias (por ejemplo, cómo Lamarck tuvo el mérito de romper con el fijismo y Darwin de sentar las bases para la Teoría Sintética; aunque actualmente con las nuevas evidencias de la epigenética, Lamarck vuelve a tener protagonismo), hasta posibles enfoques didácticos (histórico, evolutivo, naturaleza del conocimiento científico). Pasamos por otros, como la discusión sobre conceptos que resultaron particularmente complejos para el grupo

Instrumento de auto y co-evaluación elaborado para evaluar logros y dificultades de las presentaciones argumentativas de los estudiantes, así como valorar la interacción social a partir de las devoluciones de los participantes a cada grupo. Fuente: Unidad didáctica "La evolución, ¿paradigma actual de la Biología?". Soledad Lucci.

<b>Auto y co-evaluación de los grupos</b>	
<b>Actividad: a medida que los grupos realizan sus presentaciones, identifica y describe los aspectos considerados</b>	
¿Se identifica claramente...	
- tesis (postura que defiende un grupo)	¿cuál?
- argumentos (proposiciones que sostienen la postura)	¿cuál/es?
- y evidencias (datos)	¿cuál/es?
- así como una relación lógica entre ellos?	Sí/No, ¿por qué?
¿Cumple con el objetivo planteado de «poner luz» sobre la problemática identificada por ustedes en sesiones previas: la falta de comprensión de las distintas teorías evolutivas y sus postulados?	No: ¿Por qué? / Sí: ¿Qué aportes considerás que realizó?
¿El recurso visual utilizado soporta el discurso? ¿Facilita la interpretación?	Sí/No, ¿por qué?
Otros comentarios	

(variabilidad, genes, caracteres adquiridos, caracteres heredables, aptitud, epigenética), los cuales ejemplificaron la importancia de considerar el uso de términos específicos para no confundir significados y teorías; así como también la relación del lenguaje con la historia del conocimiento, y los conflictos éticos que se derivan de la aceptación de una u otra teoría. Tomé nota de los acuerdos en la pizarra para que cada uno pudiera apuntarlos (además de sus



Figura 6. Registro fotográfico de la última sesión, en la cual se realizaron acuerdos junto al invitado especialista, a partir del abordaje de las inquietudes y concepciones alternativas a la ciencia observadas. Fotos: Paula Buil.

Listado a revisar de inquietudes y concepciones alternativas de los estudiantes respecto a la ciencia, registradas a partir de sus presentaciones orales durante la cuarta sesión. Fuente: Unidad didáctica "La evolución, ¿paradigma actual de la Biología?". Soledad Lucci.

"La Teoría de Darwin es la última que más se ha validado en estos tiempos"

"Lamarck fue el primero en elaborar una teoría sobre evolución, luego Darwin se basa en esa teoría"

"Las posturas de Darwin y Lamarck eran complementarias"

"La Teoría de Lamarck dice que el ambiente modifica al individuo. Darwin invierte eso, el individuo se va a modificar para sobrevivir"

"La Teoría Sintética no rechaza el postulado de los caracteres adquiridos sino que le da una explicación al por qué"

"La Teoría de Darwin ha sido comprobada por la Teoría Neodarwinista"

"No hay teorías separadas (en referencia a las Teorías de Lamarck y Darwin)". No es que una teoría deja de tener validez por el surgimiento de la otra, sino que las diferentes teorías contribuyen a la idea general de evolución"

"No es que una teoría sea mejor que la otra sino que coexisten. Entonces, para mí, la Teoría Sintética de la evolución son los puntos más relevantes de cada teoría. Por un lado Lamarck, de Darwin y a su vez incluye la genética de Mendel"

"Controversias concepto de la supervivencia del más apto"

"Epigenética, diferencias con la genética y su relación con las teoría evolutivas"

notas personales), y considerarlos a la hora de elaborar el trabajo final escrito individual.

### Quinto y último encuentro: Parte II, recapitular para aprender a aprender. Metacognición estructurada

Antes de abordar el trabajo final, la segunda parte de la clase tuvo como objetivo general reconocer y aplicar estrategias meta-cognitivas, para la autorregulación del aprendizaje. Asimismo, fue una alternativa pensada para ayudar a los estudiantes en la vinculación de contenidos, actividades y objetivos de los encuentros. Para ello, elaboré una herramienta orientadora (Recuadro 6). Durante la recapitulación conjunta, surgieron contenidos del diagnóstico (intenciones educativas, visiones personales) y su relación con el desarrollo de la

propuesta (nombre de la Unidad, objetivos generales y particulares, metodología de trabajo, actividades). De esta manera, el intercambio fue al mismo tiempo, un disparador para reflexionar sobre su actuación como futuros educadores. En palabras de una estudiante: "Me llama la atención que tengas en cuenta todo eso. Nosotros hacemos las actividades en las planificaciones sin considerar tantas cosas".

### De los resultados: Capítulo 3

Aunque la decisión de reorganizar las clases para respetar el proceso repercutió en que los estudiantes no llegaron a transferir (de manera guiada) los nuevos conocimientos a sus prácticas, los resultados fueron muy enriquecedores para todos (comunicación personal de estudiantes, pareja pedagógica, tutores y titular de la asignatura). Respecto a su aprendizaje, se observa que realizaron una construcción gradual

Instrumento elaborado para evaluar el aprendizaje y su autorregulación, como respuesta a dificultades observadas en clase. Fue utilizado en la última sesión para orientar a los estudiantes en el reconocimiento y aplicación de algunas estrategias meta-cognitivas. Fuente: Unidad didáctica "La evolución, ¿paradigma actual de la Biología?". Soledad Lucci

#### Metacognición

1- ¿Cuál fue la propuesta general de trabajo hecha por la practicante para la unidad? ¿En qué visión estuvo fundamentada?

2- Pensando en las clases 1 a 5, reflexiona para cada una y anota brevemente con tus palabras.

C l a s e s	¿Qué interpretación hacés del objetivo de la clase? ¿De qué manera se relaciona la propuesta general para la unidad?	¿Qué actividades intentaron conseguir el /los objetivos de la clase?	¿Qué dificultades se te presentaron? ¿Las resolviste? ¿De qué manera? ¿Cómo modificarías tus acciones la próxima vez?	Si estuviste ausente, ¿cómo diste continuidad a tu proceso de aprendizaje.
1				
2				
3				
4				

3- Modificar o elaborar un nuevo esquema conceptual de los contenidos trabajados y las relaciones establecidas entre ellos, según tu opinión (ver presentación docente de la clase 2, el realizado por la practicante si tu intención es su modificación).

Insumos para las actividades meta-cognitivas:

- Presentación docentes de todas las clases.
- Anotaciones, apuntes, texto elaborados por cada uno o por el grupo.
- Esquema conceptual en presentación docente de la clase 2.
- Presentación/recuerdo visual con argumentación grupal.
- Auto y co-evaluación de las presentaciones grupales.
- Instrumento para la meta-cognición.



del conocimiento sobre las teorías evolutivas y la naturaleza de su producción, enriquecido por una interacción social disfrutable en el aula (superando el diagnóstico inicial sobre la falta de aceptación de críticas), facilitado por la evaluación continua y reajuste de la propuesta. Adicionalmente, los trabajos finales individuales son producciones originales e idiosincráticas, realizadas a partir de un contenido común de referencia. Los mismos incorporan temas curriculares, mediante metodologías de trabajo recomendadas (investigación temática ante un problema sentido), pero también reflexiones críticas sobre la naturaleza del conocimiento científico, tales como:

“Tesis: Tanto las ideas de Darwin como las de Lamarck han aportado a la idea general de evolución. En este ensayo voy a plasmar las ideas que han contribuido en la elaboración de la teoría de la evolución. Es muy común que en los diferentes libros de texto, o incluso en las escuelas, las teorías Lamarckiana y Darwiniana se contrapongan; demostraré que esto no es del todo así ya que una teoría no va en contra de la otra, si no que ambas han colocado su grano de arena para la elaboración de las teorías actuales de evolución. Con este escrito quisiera reivindicar el lugar de Lamarck en el proceso de construcción de la teoría de la evolución (...) Lamarck, supo generar una visión del mundo alternativa al fijismo, lo que supuso una tremenda aventura intelectual” (Darwin vs Lamarck, Enrique P Lessa) (1996) En la actualidad, la epigenética ha abierto paso a una nueva puerta en el descubrimiento, lo que plantea es que los cambios o presiones ambientales influyen también en la organización y composición del ADN, por ello incluso gemelos univitelinos no comparten exactamente el mismo ADN (...)”

“(...) Esto demuestra que el conocimiento no es algo acabado, algo estático y único sino que es dinámico, se encuentra influenciado por muchos factores que intervienen en su elaboración, -contexto histórico, social, político, los avances científicos, entre otros- y que regulan la obtención de este; el conocimiento se construye, se moldea; lo mismo sucede con la construcción de una teoría, hay que ver qué factores influenciaron, cómo fue su proceso, cuál es el valor que se le atribuye (...) Es lo que llamo la historia del pensamiento evolucionista, no hay una única teoría, no hay un único pensador, no hay una teoría perfecta; ellas se fueron creando con el tiempo, evolucionando. Es importante enriquecerse y poder tener una amplia visión sobre qué aspectos comprende la evolución, contrastar ideas, comparar teorías, y a partir de ahí poder observar e identificar como fue la construcción de las teorías a lo largo del tiempo (...)”

“(...) Las evidencias a favor de la evolución son realmente vastas, por lo cual, hoy día, los científicos aceptan a la evolución como el paradigma actual de la biología (...) Lo que

queda claro es que para los investigadores, la temática sigue dando de qué hablar y echan manos a la obra para encontrar respuestas a muchos interrogantes, que por cierto, se considera que no tiene fin ya que las miradas o perspectivas nunca se agotan. Lo importante es el trabajo cooperativo y valorativo de todas las líneas de investigación como también, el hecho de la divulgación a la población (...)”

En este punto, quiero volver a las afirmaciones de mi hipótesis para el desarrollo de la Unidad (Capítulo 1): “La comprensión de la naturaleza del conocimiento científico y la aplicación de procedimientos de la ciencia, promoverán el desarrollo de capacidades para la formación de profesionales críticos y generadores de conocimiento”. A pesar de la incertidumbre y el deseo que atraviesa mi interpretación de los resultados (o a causa de ellos), los invito a leer devoluciones anónimas de los propios estudiantes (E), realizadas luego de la finalización de los encuentros. La consigna a la que debían responder era: Las actividades propuestas en clase, ¿te parece que contribuyeron al desarrollo de capacidades de análisis crítico del conocimiento científico y de un pensamiento reflexivo? ¿Por qué?

E1: “Considero que sí contribuyeron al desarrollo de capacidades de análisis crítico del conocimiento científico. Además, en todo momento era necesario reflexionar sobre nuestros propios conocimientos para modificar concepciones erróneas o anclar los nuevos conocimientos a los que ya poseemos, integrándolos”.

E2: “Si se logró, me remito a la actividad de la primera clase, a pesar de que no pudimos sacarle el jugo, tal vez porque no interpretamos la consigna, eran buenos ejemplos porque desde cualquier postura se podían explicar, por lo tanto, fomentó el análisis crítico. Si vuelvo a leer esos ejemplos seguramente ahora lograría identificar los datos, teorías y hasta poder fundamentar porque elegí esa teoría”.

E3: “Considero que las clases contribuyeron a un análisis crítico del conocimiento científico. Porque se nos expusieron un abanico de propuestas, investigaciones, debates, argumentaciones, etc., lo que permitió que se establezcan distintas posturas trabajadas en el aula y entre los grupos”.

E4: “Las actividades propuestas en clase contribuyeron al desarrollo de las capacidades, utilizando un enfoque constructivista, en una primera instancia procedía al análisis de ideas previas que los alumnos poseíamos, a partir de allí nos originaba preguntas y a medida que realizábamos las lecturas elaborábamos nuestra propia interpretación para lograr una respuesta concreta dirigida a la temática abordada en cuestión”.

E5: “Creo que sí, la lectura sirvió para darme cuenta que no tenía los conocimientos suficientes

de las teorías evolutivas, también rompe con ese esquema tan instaurado en la educación. Al realizar las actividades creo que se dio en mí un aprendizaje gradual sumando clase a clase algún nuevo conocimiento y nuevas formas de interpretarlo, favoreciendo mi análisis crítico ya que contaba con más herramientas para pensar y repensar estas teorías”.

E6: “Sí, porque me ayudaron a poder ampliar mi conocimiento y reflexionar sobre lo que uno tiene naturalizado como verdadero y poder tener herramientas para argumentar mi pensamiento científico”.

E7: “Sí, las actividades contribuyeron al desarrollo de capacidades de análisis, sobre todo la actividad de la primera clase, como así también la producción de la tesis”.

E8: “Me parece que al hacernos reflexionar sobre nuestros conocimientos sobre evolución y conocimiento científico desde la duda estuvo muy logrado: darnos cuenta de nuestra falta de análisis crítico no solo para la hora de enseñar, sino desde lo personal como herramienta para nuestro desempeño como agentes educadores”.

Desde otra perspectiva, referida a mí propio proceso de aprendizaje como profesora, la selección de una propuesta innovadora fue una motivación personal autoimpuesta para el camino de las prácticas. Particularmente, durante el recorrido centré mi atención reflexiva (primero de manera intuitiva y luego consciente), en la forma de construir ideas en sujetos adultos y lo que eso me decía sobre las posibilidades de cada persona. Encontrando en la integración de esta experiencia a otras dimensiones de mi vida, lo que estaba necesitando comprender en ese momento.

Si bien reconozco los límites para extender mi relato y su forma en este contexto, después de leerlo así, ordenado, lineal, (¿claro?), les digo que poco cuenta de mi vivencia. Un camino realizado a partir de percepciones de palabras, imágenes, gestos, tensiones y distensiones; hechos particulares que surgían en cada encuentro y resonaban intuitivamente a la hora de proyectar cada clase, vinculándolos entre sí y posteriormente, con la teoría. Eso, lo que realmente quiero contar, que descansa en la sensibilidad de la percepción simultánea de diferentes elementos de cada situación, su interpretación e integración, no encaja en la linealidad del lenguaje escrito, formal o en lo que este intenta representar para cualquier lector ¿Cómo explicarles cuando comprendí, profundamente con todo el cuerpo (capa por capa, célula por célula), el compromiso de darles el tiempo que los estudiantes necesitaban para pasar de un tipo de pensamiento a otro? ¿Y de qué manera traduzco en palabras la integración de este hecho con lo que personalmente estaba buscando entender de manera más o menos intuitiva con la experiencia? Aún así, aunque todavía no encuentre el espacio y la forma de describirles lo que la intuición habilita en mis procesos cognitivos, insisto en invitarlos a su atención consciente como potente herramienta de orientación y aprendizaje.

Llegada a este punto, abandono la escritura agradecida por la invitación y sus consecuencias, y retorno a la indagación personal que en este momento dirige mi voluntad; la búsqueda de un nuevo lenguaje para comunicarme. Quizás el lenguaje de la experiencia del que habla Larrosa (2006). Tal vez el lenguaje que reduce el abismo entre las palabras, las cosas (Foucault, 1978), y la forma de aprende(he)rlas.

## Bibliografía

Acevedo Díaz, J. A., Alonso, A. V. y Manassero Mas, M. A. (2002). El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. (s/F). OEI - Programación- CTS+I - Sala de lectura. Recuperado el 17 de junio de 2016 de: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>

Amórtégui, E. y Valbuena, E. (2009). Algunas relaciones entre investigación, práctica pedagógica y formación inicial: relatos de una experiencia. *Bio-grafía* 2(1), 124-136.

Bausela Herreras, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*. ISSN: 1681-5653. Recuperado el 12 de agosto de 2016 de: <http://rieoei.org/profesion25.htm>.

Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380.

Campanario, J. M. (2004). Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 257-286.

Darwin, C. (1859). El origen de las especies. Traducción de Antonio de Zulueta (1921). Publicación original: Madrid: Calpe, 1921. (De consulta)



- Duschl, R. A. & Gitomer, D. H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 839-858.
- Foucault, M. (1978). *Las palabras y las cosas*. Madrid: Siglo XXI.
- Francesc Francès (2012) ¿Vuelve Lamarck? *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 4,4-6. (ISSN 2174-9019).
- Guerra Ramos, M. T. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2011) ¿Qué se necesita para enseñar ciencias?, pp.129-151. En: Rodríguez Gutiérrez, L y García García, N. (Coord.). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Cap. 4. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Henao, B. L. y Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 47-62.
- Jay Gould, S. (1994) *La evolución como un hecho y una teoría*. Traducido por Malcolm Cartagena De Stephen Jay Gould "Evolution as Fact and Theory" May 1981: from Hen's Teeth and Horse's Toes, New York: W. W. Norton & Company, 1994, pp. 253-262. Recuperado el 17 de Agosto de 2016 de [www.sindioses.org](http://www.sindioses.org)
- Lanz, M. Z. (2006). Aprendizaje autorregulado: el lugar de la cognición, la metacognición y la motivación. *Estudios Pedagógicos*, 32(2), 121-132.
- Larrosa, J. (2006). Algunas notas sobre la experiencia y sus lenguajes. Conferencia La experiencia y sus lenguajes. Barcelona: Serie Encuentros y Seminarios. Recuperado el 11 de noviembre de 2016 de: [http://www.me.gov.ar/curriform/publica/oei\\_20031128/ponencia\\_larrosa.pdf](http://www.me.gov.ar/curriform/publica/oei_20031128/ponencia_larrosa.pdf)
- Lessa, E. P. (1996). Darwin vs Lamarck. *Cuadernos de Marcha, Tercera Época, Año 11, N° 116*, 58-64.
- Marchisio, A. et al., (2012) *La evolución biológica, actualidad y debates*. (Escritura en ciencias). Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación (ISBN 978-950-00-0927-0).
- Márquez Bargalló, C. y Roca Tort, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender Ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*. Medellín, Universidad de Antioquía, Facultad de Educación, 18(45), 61-71.
- Martin Díaz (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63.
- Muñoz-Chápuli, R. (s/f). *Evo-Devo: Hacia un nuevo paradigma en Biología Evolutiva*. Ensayo. Departamento de Biología Animal. Universidad de Málaga. Recuperado el 20 de setiembre de 2016 de: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros100/evodevo.htm>
- Pérez Gómez, A. (2010). El sentido del practicum en la formación de docentes. La compleja interacción de la práctica y la teoría. En: *Aprender a enseñar en la práctica: Procesos de innovación y prácticas de formación en la educación secundaria*. Barcelona: Grao.
- Pozo Muncio, J. I. y Gomez Crespo, M. A. (1998). Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico: más allá del cambio conceptual. En: *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata S.L.
- Rivarosa, A., Astudillo, C. y Roldán, C. (2009). *Formando(nos): Historias y Diálogos de Educadores*. Cuadernos de Prácticas Educativas, pp.13-29. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. Sección. Investigación en educación científica. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Solé, I. (1992). *Estrategias de lectura*. (1992) Resumen por J. Sánchez-Enciso, J. (2006). Barcelona: Grao.

Fuente de los titulares de la figura 1:  
[http://elpais.com/elpais/2016/06/01/ciencia/1464765926\\_312105.html](http://elpais.com/elpais/2016/06/01/ciencia/1464765926_312105.html)  
[http://elpais.com/elpais/2016/05/17/ciencia/1463477708\\_897752.html](http://elpais.com/elpais/2016/05/17/ciencia/1463477708_897752.html)  
[http://elpais.com/elpais/2016/06/09/ciencia/1465482820\\_475333.html](http://elpais.com/elpais/2016/06/09/ciencia/1465482820_475333.html)  
<http://blogs.20minutos.es/ciencias-mixtas/2015/05/12/una-rana-demuestra-por-que-los-animales-salieron-del-agua/>

## RELATANDO EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

Si usted es docente y/o investigador y desea difundir su trabajo en esta sección, contáctese con María Teresa Ferrero, responsable de la misma ([mtferreroroque@gmail.com](mailto:mtferreroroque@gmail.com))