



RESEÑA TESIS DOCTORAL

Saberes y prácticas cognitivas en el contexto de la formación disciplinar en biología

Aníbal R. Bar¹

Introducción

En los contextos educativos actuales, la enseñanza y el aprendizaje en la formación universitaria se centran cada vez con menor exclusividad en la disciplina. Sin soslayar ésta, los trayectos académicos tienden a enfoques formativos más integrales en pos de futuros egresados capaces de hacer uso de los conocimientos que le provee la ciencia, no tan sólo a los fines de resolver “problemas científicos”, sino más allá de ellos, aportar a la resolución de emergentes en los distintos estratos del tejido social. Así, formarse en el contexto universitario implicará apropiarse de herramientas conceptuales y metodológicas que habrán de sustanciarse en dos niveles, uno más micro y explícito que involucra el dominio disciplinar, y otro menos evidente aunque más macro y no menos fundamental, cual es el marco en el que ese saber avanza más allá de las problemáticas comunes a la comunidad de pares. En este sentido, el nivel micro o disciplinar propondrá estrategias resolutorias que se pondrán en práctica en su propio nivel y en el macro, el que a su vez demandará a éste la construcción de herramientas eficaces para ambos dominios.

La retroalimentación que supone el tránsito de la micro a lo macro y viceversa, impone una dinámica que pondrá a jugar a los dos actores de la dupla, la universidad por una parte, y la sociedad civil por otra, cada cual con sus propios objetivos; la resolución de los problemas de la formación disciplinar para una, la gestión de solución a las demandas del ciudadano para otra.

La resolución de problemas en cualquiera de los dos ámbitos involucra operaciones cognitivas generales y específicas que asumirán modalidades distintivas según la tarea demandada y el conocimiento requerido. Este último no se compone tan sólo de las nociones científicas propias de la disciplina que se enseña y aprende, sino también de concepciones más intuitivas denominadas creencias, que operan de manera selectiva sesgando la lectura y el procesamiento de la información.

¹ Tesis realizada en el marco del Doctorado en Ciencias Cognitivas, Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. UNNE – Directora: Nilda J. Corral.
Correo electrónico: anibalrbar@hum.unne.edu.ar

Tanto las habilidades cognitivas como las creencias acontecen en un entramado institucional formativo cuyo horizonte es la disciplina sobre la cual se sustentan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, las modelizaciones que los estudiantes reciban y construyan sobre los fenómenos estudiados en el currículo, como los procesos mentales implicados en el procesamiento de sus contenidos, aunque en algunos aspectos universales, se verán fuertemente condicionados por la particularidad del conocimiento disciplinar, y del mismo modo, por el contexto formativo de ese área del saber.

En función de lo reseñado, esta tesis planteó el abordaje de cuestiones que de modo solidario inciden en la formación de los estudiantes universitarios y en su posterior desempeño profesional, las habilidades para razonar, las creencias sobre la ciencia en que se forman, y los lazos que vinculan y retroalimentan ambos componentes; todo ello amparado a la luz de las determinaciones que la disciplina en su acepción monoparadigma impone.

Dicho planteo se sustentó en las prácticas académicas del autor de la tesis, quien a lo largo de su formación en biología, primero como alumno de una universidad pública y luego como docente de la misma, ha vivenciado de modo personal cómo se entrelazan sus componentes, cómo interpelan al estudiante y dan condiciones para su derrotero académico. Del mismo modo, el autor ha participado en los últimos años como director y codirector de proyectos de investigación que abordaron la temática de las creencias y de las competencias cognitivas.

Lo que la experiencia parece mostrar es que las habilidades de razonamiento requeridas en la formación no siempre se corresponden con las que los estudiantes ponen en juego en las actividades académicas. Ciertas dificultades se hacen evidentes en el análisis y elaboración de textos, como la lectura crítica, la comprensión de información disciplinar, o la estructuración de un discurso con buen nivel de coherencia. Por otra parte, competencias cognitivo-lingüísticas, como describir, explicar, argumentar y justificar, tampoco se expresan elocuentemente. Pareciera detectarse allí un quiebre entre lo que la ciencia en cuestión exige y requiere de quienes la practican, y de quienes la practicarán en el futuro, los estudiantes devenidos a profesionales.

El desarrollo de habilidades de razonamiento no es una cuestión menor, pues resulta cada vez más imperativa la existencia de ciudadanos capaces de actuar positivamente en la resolución de problemas emergentes del contexto social. En este marco, a los profesionales les cabe una responsabilidad mayor, dado que constituyen un grupo privilegiado en vínculo directo con los estratos políticos y el mundo laboral, y por ende, con la toma de decisiones.

Para Lipman (1990), se necesita contar imperiosamente con ciudadanos resolutores de problemas, para lo cual no se requiere exclusivamente del aprendizaje de nociones y conceptos, sino también del desarrollo de pensamiento crítico. Habitualmente, los contextos de educación sistemática ponen el acento en lo primero, soslayando acciones en pos de instalar y desarrollar estrategias cognitivas de orden superior. El mismo autor, como otros inscriptos en la misma corriente, se orientan en el sentido de la formación de ciudadanía, entendiéndose esto como la constitución de personas con conciencia democrática, es decir, sujetos informados, reflexivos y concientes.

Más allá de los contextos académicos e institucionales deseables en términos de las clases de formación y estudiante requeridos y que hacen a aspectos de la macropolítica universitaria, también es cierto que las estrategias debieran apuntar a cuestiones más puntuales, como aquellas en vínculo con procedimientos que propician

el desarrollo de ciertas habilidades y competencias en el seno mismo de la actividad académica, las que a la vez contribuyan al pensamiento reflexivo buscado.

Si bien las estrategias referidas en torno de las habilidades de razonamiento se plasman en el ámbito de formación como espacio de recreación del conocimiento científico, también es cierto que el mismo no sólo favorece el desarrollo del pensamiento estrictamente lógico, sino a la vez del denominado informal o cotidiano, toda vez que destaca y valora la argumentación, la justificación y otras formas de discurso con componentes de lógica no formal.

Amén de las competencias y estrategias desarrolladas en el aprendizaje, las creencias que el sujeto tiene respecto de la naturaleza del conocimiento y el proceso de conocer, también median de modo sustantivo en ese acto. El abordaje del pensamiento soslayando las creencias aporta una mirada fragmentada y limita sobremanera el marco interpretativo de las habilidades y capacidades.

Tanto las habilidades aprendidas y desarrolladas por los estudiantes; como las creencias que éstos tienen sobre el conocimiento y el conocer no son asépticas ni ingenuas, sino que se han ido construyendo y reconstruyendo a lo largo de un proceso histórico donde se amalgaman diferentes dimensiones, la disciplina por una parte, la formación por otra, y las mediaciones a través de los dispositivos de la formación.

El conocimiento sobre el quehacer de la ciencia se inicia en el aula universitaria a través de entrenamientos específicos sin los cuales no sería posible llegar a ser verdaderos investigadores (Echeverría, 1998). En este contexto resulta pertinente dar cabal cuenta de las razones que determinan las operaciones cognitivas y las creencias sustentadas por los estudiantes durante su trayectoria académica.

Si bien la investigación de las experiencias formativas como la que dieron origen a esta propuesta supone variadas formas de indagación, la presente se propuso hacerlo mediante la integración de dos miradas, una que se centra en la información recogida a través de protocolos codificados *a priori*, y otra que indaga en las cuestiones subjetivas que emergen de los discursos de los actores, en el supuesto que dichas perspectivas en conjunción aportan a la construcción de un objeto de investigación más rico y complejo.

Se previó que la metodología rescate no sólo la identidad de habilidades y creencias, sino también la diversidad en que éstas se manifiestan. Para ello se asumió el uso de instrumentos que admitieran su reconstrucción, ya sea desde los propios discursos de los estudiantes, como desde las elecciones realizadas ante una demanda cognitiva específica.

Del mismo modo, se planificó el análisis de la información discursiva mediante el examen de sus contenidos y sus implicaciones, para su posterior contrastación con la proveniente de instrumentos codificados *a priori*.

Se asumió que el contenido recabado develaría enunciados generales que habilitarían describir y/o explicar saberes y prácticas cognitivas de los estudiantes en el contexto específico de la formación disciplinar. No obstante ello, se buscó también ahondar en la identificación de particularidades que posibilitaran segmentar la población en estudio, según los modos de expresión que asumieran dichos atributos.

Supuestos de la Tesis:

El trabajo de tesis se construyó en torno de dos supuestos:

Primer Supuesto:

Las improntas disciplinares de los trayectos formativos (los de la biología para el caso), modelizan las creencias sobre el conocimiento, a la vez que sobre las operaciones utilizadas en torno de éste. Así, los modos de percibir y conceptualizar en el marco de ciertas habilidades o estrategias por una parte, y las creencias por otra se determinan y retroalimentan mutuamente en el marco de procesos formativos donde la disciplina ocupa un lugar esencial. Del mismo modo, dichas improntas disciplinares colaboran más eficientemente con la adquisición y desarrollo de ciertas estrategias de pensamiento crítico por sobre otras, lo que configura fortalezas y debilidades a la hora de desplegar operaciones cognitivas donde se ve en juego el saber disciplinar.

Segundo Supuesto:

Los estudiantes de biología son sujetos tenaces con creencias y modos de razonar propios; que conforman comunidades con sentidos y saberes particulares; y que éstas se entraman en el contexto del Estado (y de la Universidad como parte de ella) donde la formación disciplinar asume condiciones particulares. Así, cada estudiante de biología, en tanto componente del sujeto Estado, suprime, conserva y supera el conocimiento de su comunidad, y el de él mismo.

Conclusiones sobre el Primer Supuesto

1. Las creencias de los alumnos en relación con las operaciones de explicar, predecir y justificar en la biología.

Cuando los estudiantes optaron por una afirmación sobre el carácter de la ciencia, se decidieron por aquella que hace mención a los aspectos convencionales del conocimiento científico. En este sentido la convención supone acuerdos al interior de una comunidad científica, la que no sólo acordará cuestiones metodológicas o normativas, sino también la vigencia de las teorías que expliquen la vida y sus manifestaciones. Así, la aceptación y vigencia de **la explicación** es un acto de consenso, y por ende denotado por intereses que emergen de la actividad tecnocientífica.

Al identificar a la ciencia como frágil y denotarla como una cualidad positiva es porque la relacionaron con una ruptura necesaria para que se admita algo nuevo. Del mismo modo, al entenderse que la ciencia es fértil y cambiante, la asociaron a la idea de innovación y emergencia de lo novedoso. En este contexto, lo novedad es siempre una nueva explicación; nuevos enunciados que expliquen mejor, y que por ende sean más productivos.

En la tarea de atribuir cualidades al investigador, se puso énfasis en la búsqueda de conocimiento, tarea que supone examinar la realidad y generar explicaciones que den respuesta a los cuestionamientos. Así, buscar es explicar, y explicar es dar soluciones.

En oportunidad de definir el concepto de teoría se optó por la noción de que es una conjetura aquí y ahora. Esta selección implica dos cuestiones, la contingencia que supone el logro de un conocimiento, y derivado de ello, la vigencia de la validez de lo producido. Se entiende aquí que conjeturar es dar una explicación provisoria, es

encontrar una nueva manera de concebir las determinaciones de los fenómenos, es una forma de hacer avanzar el conocimiento.

Los alumnos supusieron que uno de los grandes fines de la ciencia es conocer el mundo. Poder lograrlo requiere necesariamente de la producción de nuevas explicaciones que aporten al entendimiento de los fenómenos. Así, conocer el mundo es explicar, y explicar es un fin de la ciencia.

Las creencias sobre la explicación fueron consistentes en lo que hace a entenderla como cambiante, frágil, contingente, de validez limitada, entre otras propiedades; y dicha fluidez o dinamismo acontece en un marco comunitario que decide sobre su destino.

Para los estudiantes, la anticipación a los fenómenos constituyó una de las capacidades del conocimiento científico, como del mismo modo se la vinculó con el progreso de la ciencia y con sus objetivos. La idea operante es que **la predicción** sobre el comportamiento de los hechos es un paso precedente y necesario para el control de la realidad.

Si se tiene en cuenta que se predice luego de explicar, es esperable que la predicción también quede restringida en términos de las normativas, decisiones y acuerdos de la comunidad científica.

No obstante ser la predicción una mera mediadora entre la producción de hipótesis y su contrastación en el marco de la comunidad científica, ésta constituye una inferencia necesaria en el sentido de dar condiciones para el logro de soluciones en la realidad.

Así, la predicción es vista más como un puente entre las hipótesis y los problemas que ella logra resolver, que un fin en sí mismo.

Siendo la biología una ciencia netamente empírica, es esperable que los alumnos otorguen a la observación un papel preponderante en **la justificación** del conocimiento biológico. En este sentido, no sólo le atribuyeron el papel de cualidad de la ciencia, sino que la consideraron uno de sus pilares en sintonía con la verificación.

Cuando los estudiantes atribuyeron imágenes al investigador lo hicieron en términos de quien produce ideas, pero que a la vez busca los medios para contrastarlas con la realidad, y en este marco la observación juega un papel trascendente al operar como mediadora entre las teorías y los hechos.

En oportunidad de preguntarse por las ideas de la gente sobre lo que diferencia el saber científico del cotidiano, los alumnos mencionaron la autoridad científica, respuesta que marca distancia entre esa creencia y la propia, basada en una justificación construida en torno de la empiria.

2. Las habilidades para explicar, predecir y justificar que promueve la formación en biología.

En general, puede afirmarse que la formación promueve claramente la producción de **explicaciones** de casos que pueden subsumirse en las teorías constituyentes del paradigma. En este contexto, explicar es identificar aquellos conceptos vigentes que sirven para dar cuenta de lo hallado en la realidad. Así lo nuevo, el caso, es novedoso en el sentido de que da nueva información en consonancia con lo ya aceptado por la comunidad de pares. Pareciera que estas nuevas explicaciones bajo el paraguas

protector de las teorías y el paradigma que las protege, operan más en la dirección de ampliar su base empírica, y así aportar a la justificación; que verdaderamente descubrir en el sentido de incorporar conceptos.

Lo señalado en el párrafo anterior es comprensible, en tanto que al contexto de la formación le resulta muy dificultoso replicar procesos que conduzcan a la producción de nociones novedosas; pero a pesar de ello, logra arraigar el paradigma disciplinar, y así, dejar bien sentada la red de conceptos necesaria para operar en situaciones que así lo requieran. No puede esperarse por lo tanto que los estudiantes expliquen cuando los hechos constituyen anomalías, ni que creen sobre la incertidumbre; sólo que persistan en encuadrar lo que no se puede, o adoptar otras posturas igualmente ineficientes.

Si se dispone de una teoría también puede predecirse a partir de ella, no obstante pareciera que la formación no promueve especialmente el análisis de hechos donde las variables en concurso se relacionan mediante pendiente negativa, ni aquellos donde el tiempo constituye una condición requerida para entender dichas relaciones. Así, aunque la **predicción** podría resultar sencilla disponiéndose de teorías para hacerlo, no acontece de ese modo dado que el contexto formativo no trabajaría suficientemente sobre las distintas maneras que puede asumir el vínculo entre los factores incidentes en los fenómenos disciplinares.

El cumplimiento de la predicción implica una **justificación**, y en este marco la contrastación entre lo anticipado y lo verdaderamente ocurrido da pruebas a favor o en contra de lo hipotetizado. En este sentido, los procesos formativos pondrían énfasis en el análisis de evidencias favorables, soslayando las conflictivas y las insuficientes, lo cual muestra dos cosas; por un lado, un tratamiento inadecuado de las pruebas, por otro, una impronta exitista que sólo valora lo positivo.

Otro posible factor incidente en la formación a la hora de predecir es la posibilidad de que el estudiante discrimine una evidencia genérica de otra que implique un verdadero caso justificatorio de la teoría. Al parecer, se hace hincapié en el tratamiento de lo primero pero no de lo segundo, lo cual aportaría a la validación del paradigma, mas no a la de casos puntuales.

La **habilidad para argumentar** en el contexto formador es subsidiaria de las competencias tratadas antes, pues si se puede explicar, predecir y justificar adecuadamente, también se puede argumentar; sólo es necesario disponer de teorías paradigmáticas (elemento con el que se cuenta) y de casos que operen como evidencia empírica (elementos no siempre disponibles). Si se cuenta con ambos se pueden construir tramas argumentales, aunque sin pretensión de gran retórica, sino más bien como un discurso escueto que justifica de modo general.

La argumentación da cuenta de habilidades explicativas, predictivas y justificatorias, a la vez que da muestras también de **cómo se vinculan los factores causales** en el contexto de dicho discurso. Así, el mismo describe y explica el fenómeno biológico acudiendo a entidades propias del campo que se relacionan en una trama causal, la que más allá de éste ofrece modelos de transmisión generativa que dan condiciones para la construcción de las inferencias condicionales de la formación. Así, las *praxis* formativas en relación con la comprensión de los fenómenos del campo, conformarían las teorías de la condicionalidad operantes en la formación en biología.

Tanto los modelos causales como las teorías de la condicionalidad derivadas de ellos, aportarían a la consolidación de la ontología de los procesos biológicos, como también a sentar las bases para el desarrollo de sus dispositivos metodológicos; cuestión no menor si se entiende que tales modelizaciones posibilitarían a los

estudiantes operar en el marco de la ciencia normal y del paradigma que le da condiciones.

3. Rupturas y continuidades entre las creencias construidas por los estudiantes en torno de la explicación, la predicción y la justificación; y las competencias promovidas en la formación disciplinar.

La biología, sustentada en principios monoparadigmáticos, es una ciencia fuertemente normativa, y en este sentido se espera que tales condiciones, aunque con mediaciones, también estén presentes en sus procesos de formación. Desde esta misma posición es comprensible que los estudiantes expliquen en consonancia con el paradigma, y que la misma tarea sea dificultosa ante casos que parezcan contradictorios con su cumplimiento. Sin embargo, las ideas de cambio y de fluidez en vínculo con la innovación presente en las creencias de los alumnos, parecen contrastar con la poca versatilidad que supone la búsqueda de lo que sólo acuerda con el paradigma. Del mismo modo, la sujeción a lo paradigmático remite a la autoridad como fuente de validación del conocimiento, lo que también expresa oposición con la idea de que se justifica lo que acuerda con la experiencia, más allá de la fuente. Pareciera que, aunque lo convencional está presente en las creencias de los estudiantes, desde lo ideal se concibe que este componente no alcanza para inhibir la creatividad y la innovación que supone la ciencia.

Tal parece que la formación hace lo que tiene que hacer en pos delinear sujetos servidores del paradigma, pero desde el “deber ser” prima una concepción idealista que privilegia el cambio, el reemplazo y otras propiedades que dan cuenta de una dinámica del conocimiento más activa que la emergente en el contexto paradigmático mediado por la formación.

Está claro que no obstante la disposición del paradigma, éste no es suficiente para hacer buenas predicciones, también se requiere que los procesos formativos propicien tareas en consonancia con los modos que asumen los fenómenos propios del campo. Si esto se cumple con dificultad, se debilita la creencia de que la predicción es necesaria en términos de lograr el control de la realidad. Del mismo modo, cuando la propuesta y valoración de las pruebas no es adecuada porque la formación no las aborda elocuentemente, se enfrenta a la creencia de que la justificación es uno de los pilares sobre los que se asienta la ciencia.

En concordancia con lo planteado antes, todos los sesgos que la formación impondría a las habilidades de explicar, predecir y justificar, tendrían también presencia a la hora de argumentar, dado que dichas competencias, amén de cognitivas, tienen expresión lingüística.

Conclusiones sobre el Segundo Supuesto

Las creencias y habilidades de razonamiento construidas en los contextos de la formación se enmarcan en la macrosemiótica del Estado, las cuales sin embargo no han desplazado de modo absoluto las creencias conformadas por los estudiantes en las macrosemióticas del organismo individual y de la comunidad. En este sentido, el supuesto de que la ciencia es un registro de datos que describe los fenómenos y su evolución, como la idea de que ésta es un sistema teórico para dar respuesta a nuestros interrogantes sobre el funcionamiento de lo real, constituirían creencias no compartidas por la mayoría de los sujetos en formación.

Otros saberes que se vincularían con macrosemióticas precedentes, son las nociones en torno de las capacidades y cualidades de la ciencia relacionadas con la sensibilidad, el conservadurismo y los alcances locales; o del mismo modo, cuando se entiende que la aridez y la estabilidad son propiedades del conocimiento científico.

Además de las señaladas precedentemente, la idea de que el investigador es un solucionador de problemas, o un juez de los fenómenos, o un observador privilegiado de la realidad; como a su vez, que éste se parezca a un proyectista que idea aplicaciones, o a un escultor que devela desde lo que no tiene forma, constituirían creencias sin relación con las conformadas en el contexto formativo.

A la par, las concepciones que vinculan a la imaginación y la teorización con las bases sobre las cuales se construye la ciencia, como de igual manera, que sus objetivos sean la construcción de mundos posibles para explicar la realidad y la propuesta de imágenes para aplicaciones prácticas, conformarían saberes paralelos con los impartidos en los procesos de formación.

Suponer que la ciencia tiene finalidad ética, o que ésta progresa sustituyendo conocimientos anteriores por nuevos, o que dicho progreso se sustancia en nuevos medios de registro, o en reglas acordadas que funcionan mejor, o en teorías más potentes; se originarían en macrosemióticas ajenas a la formación.

La noción de que se confía en la ciencia del mismo modo que el dinero en el banco, o bien que ésta es una inversión de riesgo; o que sus teorías son respuestas definitivas a las preguntas sobre la realidad, o formas históricas y culturales de concebir el mundo, serían parte de las creencias de los alumnos no relacionadas con las devenidas de la universidad; como del mismo modo que la observación es el tribunal último que decide el valor de las teorías, o bien que es el fruto de prácticas arraigadas en la comunidad científica.

Todas las creencias referidas antes fueron respuestas seleccionadas por los estudiantes en bajas frecuencias, lo que hace suponer que no se definieron en términos de la formación; sino que son parte de saberes construidos en macrosemióticas precedentes o bien en la de Estado, pero ajenas a las conformadas en la universidad; y que no han sido desplazados por lo dado en esta última instancia.

Del mismo modo que las creencias ajenas a la formación, se detectaron sesgos subjetivos que incidirían en el desarrollo de las habilidades de razonamiento de los estudiantes, como la capacidad para diferenciar la naturaleza de los factores causales en las explicaciones, o el nivel de conocimiento del contenido del *explanans* o del análogo en las predicciones, o la competencia para identificar las razones de una tesis como evidencia en las justificaciones. Dichos sesgos, al igual que las creencias, alterarían la calidad de los procesos inferenciales y determinarían que los productos de tales inferencias difieran de lo que se esperaría como resultado de los procesos formativos.

Consideraciones finales

La formación disciplinar en biología es un largo proceso que se inicia en la universidad y continua en el campo, en el laboratorio, o en cualquiera de los contextos que le corresponda al biólogo desempeñar su tarea.

La biología, al igual que otras ciencias naturales, acude a procesos de normalización necesarios en pos de lograr sujetos que conozcan debidamente, tanto las normas de actuación para vincularse con sus objetos, como el desarrollo de competencias que les permitan afirmar o negar algo de ellos. Dicho proceso pone a

jugar a dos clases de actores, los estudiantes, aspirantes a biólogos; y los docentes, biólogos formados y en formación. Ambas clases de sujeto se entran en el marco de dispositivos donde la transposición didáctica redefine los contenidos y procedimientos de la biología en contenidos y procedimientos de la formación. Así, las instancias de la macrosemiótica de la sociedad civil se traducen en las del Estado, y ésta a su vez, recicla lo que viene dado desde el organismo individual y desde la comunidad.

Formar sujetos para la biología significa normatizarlos, significa darles herramientas para trabajar en el campo o en los laboratorios, dotarlos de un inequívoco aparato que les permita aprehender lo que se debe y dejar lo que haya que soslayar. Formar biólogos es darles contenidos propios y saber cómo operar con ellos. Si esto se logra, la tarea tendrá sentido y los objetivos se habrán logrado ¿pero basta que esto se cumpla para dotar de buenos profesionales a la comunidad de biólogos? Indudablemente que no, esto es lo que puede hacer y hace la formación inicial, mas no alcanza para que los estudiantes devenidos a investigadores del campo sean sujetos creativos, críticos y con miras a lograr verdadera ciencia. En relación con esto último puede decirse que en todo caso la crítica o la creatividad se expresan en un marco restringido cual es el del paradigma. Dicho en otros términos, lo que se critica o crea tiene límites definidos y se mueve siempre en lo que Kuhn denominó ciencia normal. Así, explicar, predecir, justificar y argumentar, no se efectivizarán en todas las direcciones posibles, sino sólo en aquellas que “la ciencia biológica normal” prevé como pertinentes y relevantes.

Lo que la formación en biología puede alcanzar es más que instrucción disciplinar; lo que promueve es la constitución de sujetos que puedan “moverse” a gusto en el marco del paradigma, si bien ello no completa su formación. Pero ¿es acaso ésa su tarea? No, pues la formación inicial sólo se compromete a poner “en caja” a los aspirantes, a darles las primeras formas, a dotarlos de lo necesario para iniciar el camino, a marcar un horizonte de posibilidad, a trazar las pinceladas más gruesas.

Así, formar biólogos es poner a trabajar a los formadores para que en el futuro, sus formados devenidos a formadores, sigan forjando moldes en pos de aprehender los fenómenos del campo, a construir ontologías, a diseñar lógicas; en definitiva, a enmarcar la vida en esa ciencia que los biólogos llamamos biología.

Bibliografía

- Acevedo, J.A. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial. *Bordón*, 52, 1, 5-16. [Versión electrónica] en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2003, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo18.htm>
- Aikenhead G. S. (1973). The measurement of high school students' knowledge about science and scientists. *Science Education*, 57, (4), 539–549.
- Alexander, P. (1992). Domain knowledge: Evolving themes and emerging concerns. *Educational Psychologists*, 27, 33-51.
- Appiah A. (1985). *Assertion and conditionals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Arsac G. (1988). Les recherches actuelles sur l'apprentissage de la démonstration et les phénomènes de validation en France. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 9 (3): 247-280.

- Austin, J. L. (1978). "¿Cómo hablar? Algunos medios sencillos", en Coumet, E., Ducrot, O. y Gattegno, J. (compiladores). *Lógica y lingüística*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Balacheff N. (2000). Procesos de prueba en los alumnos de matemáticas. Una empresa docente. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Bar A. R. (2005). *Textos de biología y modelos de explicación. Los fenómenos biológicos desde la bibliografía universitaria y escolar*. Corrientes: Moglia.
- Bar A. R. (2012). Argumentar y explicar en el contexto de la formación universitaria en biología. *Revista Argentina de Educación Superior*. 4. (4). 92-113.
- Barajas Perea, D. y A. Angulo Delgado (2005). Relaciones que establece el profesor universitario de biología con la disciplina que enseña. Dos estudios de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, 23, Num. Ext., 30-36.
- Baxter Magolda, M. (1987). The affective dimension of learning: Faculty-student relationships that enhance intellectual development. *College Student Journal*, 21, 46-58.
- Belenky, M., Clinchy, B., Goldberger, N., y Tarule, J. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice and mind*. New York: Basic Books.
- Biglan A. (1973). The characteristics of subject matter in different academic areas. *Journal of Applied Psychology*, 57, 195-203.
- Blanché R. (1973). *La Epistemología*. Barcelona. Oikos Tau.
- Buehl, M. y Alexander, P. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13 (4), 385-417.
- Buehl, M. y Alexander, P. (2006). Examining the dual nature of epistemological beliefs. *International Journal of Educational Research*, 45 (1-2), 28-42.
- Bunge M (2001). *La ciencia: su método y su filosofía*. Bs. As.: Sudamericana.
- Bunge M. (2001). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía*. Bs. As: Siglo XXI.
- Cabré M. T., Morel J. y Tebé C. (2008). *Las relaciones conceptuales de tipo causal: un caso práctico*. Simposios de RITerm. Actas 1988-2008.
- Casas M. Bosch D. y González N. (2005). Las competencias comunicativas en la formación democrática de los jóvenes: describir, explicar, justificar, interpretar y argumentar. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 4, 39-52.
- Castañeda J. y Rodrigo M. J. (2001). La influencia del contenido en el razonamiento predictivo: un estudio evolutivo con estereotipos de género. *Anuario de Psicología*, 32, (1), 31-49.
- Cohen, L. J. (1979). On the psychology of prediction. Whose is the fallacy? *Cognition*, 73, 385-407.
- Cordero M. (2000). El componente "tesis" en los textos argumentativos escolares. *Revista Signos*, 33, (48), 87-96.
- Covington, M., Crutchfield, R., Davies, L., y Olon, R. (1974). *The productive thinking program: A course in learning to think*. Columbus, OH: Merrill.
- Dasí C. y Algarabel S. (2003). Influencia del entrenamiento sobre el razonamiento deductivo: importancia del contenido y transferencia entre dominios. *Psicothema*, 15, (3), 440-445.

- Delval J. A. y Carretero M. (1978). *La adquisición de las conectivas proposicionales*. Lecturas de Psicología del Niño. Vol. 2. Madrid: Alianza.
- De Villiers M. (1990). The role and function of proof in mathematics. *Pythagoras*, 24: 17-24.
- De Villiers M. (1996). The future of secondary school geometry. Conferencia "Geometry imperfect". Universidad de Sudáfrica. Pretoria. Sudáfrica. Octubre 1996. URL: <http://www.cabri.net/Preuve/Resumes/deVilliers98/deVilliers98.html>)
- Echeverría, J. (1998) *Filosofía de la ciencia* (2da ed.). Madrid: Akal.
- Edward, W. (1968). Conservationism in human information processing. En B. Kleinmuntz (Ed.), *Formal Representation of Human Judgment*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Eflin J. T. Glennan S. y Reisch R. (1999). The nature of science: A perspective from de Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.
- Evans J. S. B. T. (1972). Reasoning with negatives. *British Journal of Psychology*. 63, 213-219.
- Evans J. S. B. T. (1982). *The psychology of deductive reasoning*. Routledge and Kegan. Londres.
- Evans J. S. B. T. (1983). *Selective processes in reasoning*. En Evans J. S. B. T. Thinking and reasoning. Psychological approaches. Routledge and Kegan. Londres. 135-163.
- Evans J. S. B. T. y Byrne R. M. J. (1993). Reasoning, *decision making and rationality*. *Cognition*. 49. 165-187.
- Evans J. S. B. T. y Newstead S. E. (1977). Language and reasoning. A study of temporal factors. *Cognitions*, 8, 265-283.
- Fernández J. González B. y Moreno T. (2003). Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*. 35: 82-89.
- Fernández Lanza, S. (2008). Una propuesta metodológica para la evaluación de condicionales". En: *Revista de Filosofía*, Vol. 33, Num. 2, 67-86.
- García M. B. Mateos Sanz M. y Vilanova S. L. (2011). Contenido y naturaleza de las concepciones de profesores universitarios de biología sobre el conocimiento científico. En: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol 10. N°1, 23-39.
- García de Cajén S. Domínguez Castiñeiras J. M. y García Rodeja Fernández E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, (2), 217-228.
- Godino J. D. y Recio A. M. (2001). Significados institucionales de la demostración. Implicaciones para la educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias*. 19 (3): 405-414.
- Gómez Posada J. A. (2006). Discurso argumentativo y auditorio. *Co-herencia*. En: *Revista de Humanidades*, 3, (4): 9-33.
- González B. (2005). El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. En: *Revista Iberoamericana de Educación*. 37 (2), 1-15.

- González De Requena Farré J. A. (2008). "Por ejemplo": sobre el sentido discursivo, epistemológico y práctico de los ejemplos. *ALPHA* n° 27. Diciembre 2008. 29-50.
- Gutiérrez G. (2000). Diez tesis sobre la evidencia empírica. En http://200.26.134.109:8080/endeporte/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_1471.pdf
- Hanna G. (1983). *Rigorous proof in mathematics education*. Toronto: OISE.
- Hempel C. (2005). *La explicación científica: Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Hofer, B. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378-405.
- Hofer, B. (2006). Domain specificity of personal epistemology: Resolved questions, persistent issues, new models. *International Journal of Educational Research*, 45(1-2), 85-95.
- Hofer, B. y Pintrich, P. (1.997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.
- Jiménez Aleixandre M. P. y Díaz de Bustamante J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, (3), 359-370.
- Johnson-Laird, P. N.: *Mental models*, Cambridge, M.A, Harvard University Press, 1983.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1972). Subjective probability: a judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3,430-454.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80,237-251.
- King, P., y Kitchener, K.(1.994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Boss.
- Kouladis, V. y Ogborn, J. (1989). Philosophy of science: an empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11(2), pp. 173-184.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Khun T. (1962). *Estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- Larios Osorio V. (2002). Demostraciones y conjeturas en la escuela media. *Revista Electrónica de Didáctica de las Matemáticas*. Año 2. N° 3. 45-55.
- Larochelle, M. y Désautels, J. (1991). «Of course, it's just obvious»: Adolescents' ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 13(4), pp. 373-389.
- Leal Soto F. (2010). Creencias epistemológicas generales, académicas y disciplinares en relación con el contexto. *Universitas Psychologica* v. 9 no. 2 mayo-agosto 2010
- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 331-359.

- Lederman, N. G. y Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), pp. 721-734.
- Legrís J. (2002) Razonamiento revocable y lógicas no monótonas: un análisis conceptual. *Cuadernos del CIMBAGE*. 005: 109-131.
- Limon, M. (2006). The domain generality-specificity of epistemological beliefs: A theoretical problem, a methodological problem or both? *International Journal of Educational Research*, 45, 7-27.
- Lipman, M. (1990) *Investigación social: manual del profesor para acompañar a Mark*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- Lipman M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- Mackay, L.D. (1971) Development of understanding about the nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, 8(1), pp. 57-66
- Manassero Mas y Vázquez Alonso, (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.
- Marciales Vivas G. P. (2003). *Pensamiento crítico: diferencias en estudiantes universitarios en el tipo de creencias, estrategias e inferencias en la lectura crítica de textos*. Disertación doctoral no publicada. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación. Departamento de Psicología Educativa y de la Educación. Madrid. España.
- Markovits H. (1988). Conditional reasoning, representation and empirical evidence on a concrete task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 40 (A). 483-495.
- Martin, C.L. y Little, J.K. (1990). The relation of gender understanding to children's sex-typed preferences and gender stereotypes. *Child Development*, 61, 1427-1439.
- Martin, C.L., Eisenbud, L. y Rose, H. (1995). Children's gender-based reasoning about toys. *Child Development*, 66, 1453-1471.
- Montanero Fernández M. y León Cascón J. A. (2002). La comprensión de textos multicausales en el área de ciencias sociales. En: *Revista de Educación*, 333, 409-424.
- Moreira, M. A.: Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza-aprendizaje de la Física y en la investigación en este campo, XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2002, pp. 31-47.
- Muis, K. R., Bendixen, L. D. y Haerle, F. C. (2006). Domain-generality and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18, 3-54.
- Nelson, T. E., Biernat, M. R. y Manis, M. (1990). Everyday Base Rates (Sex Stereotypes): Potent and Resilient. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59 (4), 664-675.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N., Smith, E. E. (1987). *Enseñar a Pensar Aspectos de la Aptitud Intelectual*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Nisbett, R.E. y Borgida, E. (1975). Attribution and the psychology of prediction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32, 932-943.

- Oliva J. M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. En: Rev. Electrónica de Ens. de las Ciencias. 3 (3), 363-384.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Paul R. y Elder L. (2005). *Una guía para los educadores en los estándares de competencia para el pensamiento crítico. Estándares, principios, desempeño, indicadores y resultados con una rúbrica maestra en el pensamiento crítico*. Fundación para el Pensamiento Crítico. Recuperado el 9 de marzo de 2011, de. <http://www.criticalthinking-org>.
- Peirce G. S. (1988). La fijación de la creencia. Traducción castellana de José Vericat. Universidad Nacional de La Plata.
- Perry, W. (1970). Cognitive and ethical growth: the making of meaning. In A. Chickering (Ed.). *The modern American college* (pp.76-116). San Francisco: Jossey-Bass.
- Petrucci D. y Dibar Ure M. C. (2001). Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. Enseñanza de las Ciencias. 19 (2), 217-229.
- Polya G. (1966). Matemáticas y razonamiento plausible. Madrid: Tecnos.
- Pollard P. y Evans J. S. B. T. (1980). The influence of logic on conditional reasoning performance.
- Pozo, J. I. (1998). Razonamiento y formación de esquemas causales. *Cognitiva* 1, (2): 153-170
- Quine W. (2002). *Desde un punto de vista lógico*. Barcelona: Paidós.
- Ravanal Moreno E y Quintanilla Gatica M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio, sobre la naturaleza de la ciencia. En Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 9, N° 1, 111-124
- Rebollo, M. (1998). Algunas visiones del profesorado de ciencias en formación inicial de Secundaria sobre la naturaleza de la ciencia. En E. Banet y A. de Pro (Eds.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 294-303). Murcia: DM.
- Reiter R. (1987). Nonmonotonic reasoning. *Ann. Rev. Comput. Sci.* 2, 147-186.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *The Handbook of research on teacher education* (2nd ed., pp. 102-119). New York: Macmillan.
- Roberge J. J. (1974). Effects of negation on adults comprehension of fallacious conditional and disjunctive arguments. *Journals of General Psychology*, 91, 287-293.
- Roth, W.M. y Roychoudhury, A.(1994). Students' Epistemologies and Views about Knowing and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), pp. 5-30
- Rubba, P.A. y Andersen, H. (1978). Development of an instrument to assess secondary students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), pp. 449-458.

- Saiz C. (2002). *Pensamiento crítico. Conceptos básicos y actividades prácticas*. Psicología Pirámide. Madrid.
- Samaja J. (1995). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Bs As: Eudeba.
- Samaja J. (2003). *El papel de la hipótesis y las formas de inferencia*. Documentos de la Cátedra Metodología de la Investigación I. UBA.
- Samaja J. (2006). *Los caminos del conocimiento*. Documentos de la Cátedra Metodología de la Investigación I. UBA.
- Sampson V. y Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92 (3), 447-472.
- Santiuste Bermejo, V. (coord.), Ayala, C., Barrigüete, C., García, E., González, J., Rossignoli, J., y Toledo, E. (2001). *El pensamiento crítico en la práctica educativa*. Madrid: Fugaz Ediciones.
- Sanz de Acedo Lizarraga M. L. (2001). La argumentación. Una forma de razonamiento informal. *Rev. De Psicología Gral y Aplicada*, 54 (3), 355-370.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schommer, M., Crouse, A., y Rhodes, N. (1992). Epistemological beliefs and mathematical text comprehension: Believing it's simple doesn't make it so. *Journal of Educational Psychology*, 84, 435-443.
- Schommer, M. y Walker, K. (1995). Are epistemological beliefs similar across domains?. *Journal of Educational Psychology*, 87, 424-432.
- Seoane G. y Valiña M. D. (1988). *Efecto del contenido y microgénesis de la tarea en inferencia condicional*. *Cognitiva* 1 (3): 271-298. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 605-624.
- Serrano de Moreno S. y Villalobos J. (2008). Las estrategias argumentativas en textos escritos por estudiantes de formación docente. *Letras*. 50, (77), 76-102.
- Siñeriz y Ferraris C. (2005). Tipos de prueba: una de las categorías de un modelo teórico del proceso de aprendizaje de la demostración en geometría. *Memorias del VII Simposio de Educación Matemática*. Chivilcoy (Provincia de Buenos Aires). Vol. 12
- Solsona Pairó N. Izquierdo Aymerich M. y Gutiérrez R. (2000). *El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos*. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (1): 15-23.
- Taplin J. E. y Taddonio J. L. (1974). *Developmental changes in conditional reasoning: linguistic or logical*. *Journal of Experimental Child Psychology*. 17: 360-373.
- Thomaz, M.; Cruz, M.; Martins, I.P. y A.F. Cachapuz (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de Primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 3, 315-322.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNESCO (1999). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. París: Conferencia General.

- Vázquez, A., Acevedo, J.A. Manassero, M.A. y Acevedo P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica* N° 4, 135-176.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica De los Lectores, <http://www.campus.oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>
- Vázquez Alonso A. y Manassero Mas M. A. (1997). Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado Implicaciones para la educación de las actitudes”, Memoria de investigación, Madrid, MEC.
- Veslin, J. (1988). Quels textes scientifiques espere-t-on voir les élèves écrire? *Aster*, 6, Les élèves et l'écriture en sciences, pp. 91-127.
- Wason P. C. (1966). Reasoning. B. Foss (Comp). *New Horizons in Psychology*. Penguin. Middlesex.
- Wason P. C. y Johnson-Laird P. N. (1972). *Psychology of reasoning: structure and context*. En B.T. Batsford Ltd.(ed). Londres.
- Welch, W.W. (1981). Inquiry in school science, en Harms, N.C. y Yager, R.E. (eds.). What research says to the science teacher. Vol. 3. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Whimbey, A., y Lockhead, J. (1979). *Problem solving and comprehension: A short course in analytic reasoning*. Filadelfia: The Franklin Institute Press.