

Explicar y justificar como habilidades cognitivas en contexto de formación disciplinar universitaria

Bar, Aníbal R.¹; Díaz, Juan P.²

Resumen

El presente trabajo se propone reconstruir las modalidades de explicación y justificación esgrimidas por estudiantes de biología, a la vez que analizar concordancias y diferencias entre éstas y las establecidas por la disciplina. En este sentido se constituyó una muestra de veintiséis alumnos de carreras de biología de una universidad pública. Para la recolección de información se solicitaron dos tareas, la primera puesta en el análisis de evidencias en relación con una explicación precedente; la segunda orientada en la elaboración de una explicación alternativa a la ya explícita en el texto, y a la enunciación de situaciones que tornen evidente la tesis ensayada. Los resultados muestran que la evaluación de evidencias decrece en calidad desde las consistentes a las insuficientes, y que las explicaciones elaboradas dan cuenta de la complejidad de la trama causal.

Palabras clave: Explicación, Justificación, Estudiantes, Universidad

¹ Instituto de Investigaciones en Educación. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco. Argentina.
anibalrbar@hum.unne.edu.ar

² Instituto de Investigaciones en Educación. Facultad de Humanidades Universidad Nacional del Nordeste.. Resistencia, Chaco. Argentina.
pablodiaz@hum.unne.edu.ar

SUMMARY

This paper aims to reconstruct the modes of explanation and justification advanced by Biology students, as well as to analyze commonalities and differences between these and those established by the discipline. With that purpose in mind, a sample of twenty six students from courses in Biology at a public university was established. To collect the information two tasks were requested. The first one, set in the analysis of the evidence in relation to a previous explanation; the second one, focused on the development of an alternative explanation to the one already explicit in the text, and the enunciation of situations that would render obvious the tested theory. The results show that the assessment of evidences decreases in quality terms from the consistent to the inadequate ones, and that the explanations drawn account for the complexity of the casual plot.

Keywords: Explanation, Justification, Students, College

Introducción

Las operaciones cognitivas contribuyen no sólo a comprender el mundo circundante, sino también a la construcción de estrategias que promueven habilidades intelectuales orientadas a la producción y procesamiento de contenidos, independientemente de su ámbito de aplicación. Una de estas habilidades es la operación de explicar, la que consiste en englobar sucesos o cosas en un conjunto general aplicable a toda una clase de objetos o sucesos. Dicha forma de entenderla se centra en la cuestión lógica, soslayando que la actividad explicativa, como otras habilidades cognitivas, se desarrolla en contextos específicos donde los significados compartidos asumen especial protagonismo.

Algunos de sus contextos más elocuentes lo son el de la ciencia y el de la formación disciplinar en el marco de la educación, dado el carácter explícito que asume esa operación en dichos ámbitos.

Explicar es poner un hecho, una situación, un fenómeno o una actuación concreta en relación con una idea o sistema de ideas, con la finalidad de encontrar las causas y las consecuencias.

La explicación da razones para comprender un hecho, un fenómeno o un comportamiento, pero sin modificar su valor epistemológico, aunque siempre supone una ampliación cualitativa de esta información (Veslin, 1988).

Marco Teórico

Según Balacheff (2000), en el ámbito de la matemática la explicación se sitúa en el sujeto, el matemático o el estudiante de matemática, quien la concibe como la garantía de validez de una proposición, en tanto se ancla en sus propios conocimientos y en sus propias normas de racionalidad. Cuando la explicación trasciende de las operaciones mentales al discurso, el valor de verdad ya adquirido por quien explica se hace apreciable en ese nuevo acto enunciativo. También se la entiende como orientada al establecimiento de un sistema de objetos más o menos homogéneos, que en su organización define conocimientos novedosos (Miéville citado por Balacheff, 2000)

Leinhardt (citada por Litwin, 1996), en el campo educativo es usual las explicaciones basadas en los campos disciplinares, las que se plantean en torno de cánones puestos en las formulaciones más usuales, en la naturaleza de sus evidencias, en la clases de hipótesis. Para Candela (1997), las explicaciones son expresiones orientadas a la comprensión de fenómenos, hechos, o ideas, que exceden el campo descriptivo y abrevan en las causas que lo determinan. Así, Corral y Piñeyro (2012), en un estudio realizado en el ámbito universitario de ciencias de la educación, afirman que las explicaciones causales predominan sobre las teleológicas, es decir, los estudiantes apelan a conexiones necesarias o altamente probables para dar razón de ciertas situaciones. Del mismo modo, Bar (2012) argumenta que la inclusión de la causalidad en las explicaciones de estudiantes de biología no sólo es un hecho altamente frecuente, sino que a la vez dichas explicaciones se ven fuertemente influenciadas por el paradigma imperante en la disciplina.

Balacheff (2000) afirma que no basta que el estudiante explique una situación, sino que se requiere de otra estrategia que permite distinguirla del sujeto locutor. El autor la denomina “prueba”, entendiéndose ésta como el proceso social mediante el cual un discurso validado subjetivamente, trasciende su valor de verdad a la comunidad; si bien dicho valor no es definitivo y puede modificarse *a posteriori*. Toda prueba es tal en un contexto histórico definido, y tanto la aceptación como el rechazo pueden ser simultáneos en un mismo momento por dos comunidades distintas. En el campo de la matemática, la prueba adopta la forma de una demostración, esto es, un discurso muy fuertemente codificado en una serie de proposiciones organizadas en función de un grupo definido de reglas. No obstante los criterios lógicos sobre los que se sustenta la demostración, no es menos cierto que los procesos sociales devenidos al interior de las comunidades científicas cumplen un rol trascendental. Así, “una demostración se convierte en tal, después del acto social de ‘aceptar que lo es’. Lo mismo sucede en matemáticas, física, lingüística y biología” (Manin, citado por Hanna, 1983, 71).

Tanto explicar como dar pruebas se sustentan en el razonamiento, el que adopta dos acepciones expresadas en el pensamiento de Blanché: “el razonamiento se acerca cada vez más a la intuición en la medida en que se concentra el pensamiento, entendido como acto de la mente. Por el contrario, cuando se detiene en su expresión verbal o simbólica, aparece como una manera de organizar el discurso para convertirse al final en una serie de operaciones formales exactamente ordenadas”. (1973, 39).

En relación con esta afirmación, Balacheff (2000) sostiene que el razonamiento incluye sólo la actividad intelectual que manipula la información disponible para convertirla en nueva, en tanto que esta misma actividad se troca en validación, cuando su finalidad se orienta a otorgar validez a los enunciados producidos, o eventualmente a explicar.

Balacheff (2000) afirma que las pruebas en el contexto de la validación adoptan dos formas, la pragmática y la intelectual. La primera recurre a la ostensión de casos ejemplares formulados en un lenguaje familiar; en tanto que la segunda supone un sujeto locutor que toma distancia de la acción y de la solución del problema, deja atrás el tono familiar en el marco de la lengua natural, y se desliza hacia la formalización.

Siñeriz y Ferraris (2005) resignifican la clasificación de pruebas de Balacheff (2000), en empíricas e intelectuales. A las primeras las subclasifican en prueba ingenua (un caso o un pequeño número de casos), prueba crucial (un ejemplar rigurosamente seleccionado), y prueba genérica (casos que muestran algunos atributos o generalidades). Por su parte, las pruebas intelectuales se categorizan en, experiencia mental (ejemplos como ayuda para la justificación y la argumentación), y deducción formal (inferencias con base en propiedades y definiciones eminentemente sintácticas que trascienden el ejemplo).

De Villiers (1990,1996) afirma que en el contexto educativo la acción de demostrar no se vincula necesariamente con la verificación de enunciados, sino que puede adoptar otras funciones, como explicar, sistematizar, descubrir, comunicar, y aún como reto intelectual. Al respecto, Arsac (1988) hace hincapié en el sentido de la demostración, entendida como su utilidad para ver que lo que se dice sobre un hecho es verdadero, o

bien para ver porqué lo que se afirma sobre un hecho es verdadero. Para Larios Osorio (2002, 48) estas últimas son las más interesantes en el ámbito de la educación, toda vez que "...proporcionan un medio de explicación al alumno sobre la naturaleza de sucesos que ocurren sobre objetos abstractos, y no sólo proporcionan una razón (las más de las veces también abstracta) de que algo es verdadero".

Para Polya (1966), una distinción sustancial entre los procesos de validación matemática y el de otras disciplinas radica en que los primeros son demostrativos, aunque apoyados en intuiciones plausibles; en tanto que en el ámbito del derecho, la historia, la física u otras ciencias empíricas, éstos son exclusivamente plausibles. Ambos razonamientos se diferencian por su capacidad para distinguir una prueba de una intuición, o una demostración válida de una inválida en el primer caso; o intuiciones más razonables de otras menos razonables, en el segundo caso.

Según Godino y Recio (2001), en el contexto de las ciencias experimentales, la demostración se sostiene en prácticas argumentativas que afirman que lo que es verdadero para ciertos casos o muestras, también es probablemente verdadero para la clase entera en circunstancias semejantes.

Así como dichas afirmaciones no son absolutas ni universales tampoco lo son sus contraejemplos, si bien su validez se fortalece en tanto se las vincule con más hechos coincidentes con sus enunciados.

Vale expresar que la acción de justificar suele adoptar la forma de caso o de ejemplo. Según González De Requena Farré (2008), cuando cada entidad del mundo combina sólo con una nominación, se está en presencia de un caso; en tanto que cuando ningún modelo concuerda de modo absoluto con algún nombre, se está ante un ejemplo. Este último constituye al decir de Austin (1978) una expresión realizativa que vincula con un acto expositivo, esto es, su uso está ligado con opiniones o argumentos en el marco de interacciones comunicativas.

Gutiérrez (2000) enuncia su tesis sobre la evidencia en el marco de las disciplinas, entre las cuales incluye la ciencia, el arte y la sabiduría. Para este autor, dicha clasificación obedece a su grado de referencia a la evidencia empírica de primera, segunda o tercera persona.

La evidencia empírica es de primera persona cuando refiere a la experiencia personal del sujeto; en tanto es de segunda, cuando ésta surge de procesos dialógicos donde la justificación se sostiene en un marco de intercambio entre dos personas. La evidencia de tercera persona es aquella proporcionada por un tercero, quien aporta los medios para dar validez a las proposiciones en evaluación. De las disciplinas nominadas por Gutiérrez (2000), la ciencia adopta una perspectiva muy particular, pues se sustenta primordialmente sobre evidencia de tercera, la que deberá tornarse en evidencia de primera y de segunda en los sujetos constituyentes de las comunidades científicas, para que puedan operar más allá de sus contextos de producción original.

En el ámbito de la educación la evidencia empírica de tercera (la del maestro) sólo será significativa en la medida que se internalice y se transforme en evidencia de primera

y/o de segunda (la de los alumnos). Si esto no ocurriera, la validación seguirá siendo un referente externo sin posibilidad de anclaje en el sujeto que aprende (Gutiérrez, 2000).

Si bien todas las ciencias fácticas hacen gala de la evidencia empírica a la hora de validar sus conceptos, particularmente la biología la explota al máximo al disponer de un formidable aparato observacional al servicio de su cuerpo teórico. Dicha propiedad de la disciplina se traslada también al ámbito formativo, toda vez que en los procesos de instrucción disciplinar, estas operaciones aparecen una y otra vez, aunque mediadas por los dispositivos pedagógicos pertinentes. Así, no sólo el justificar, sino la explicación precedente se expresan elocuentemente en lo que Echeverría (1989) denomina contexto de educación.

En el ámbito educativo de la biología, la explicación se recrea en diversas situaciones áulicas como clases teóricas, trabajos prácticos y evaluaciones; en tanto que la justificación tiene importante presencia sobre todo en laboratorio como evidencia favorable de la explicaciones, en vez de pruebas contrarias a éstas (Bar, 2005).

Así, si el contexto de educación reproduce, aunque no literalmente, las explicaciones y justificaciones de la ciencia, es dable preguntarse qué modos asumen dichas operaciones en el contexto formativo, en función de lo cual, es propósito del presente trabajo, reconstruir las modalidades de explicación y justificación en uso por parte de estudiantes de biología, como asimismo, analizar concordancias y diferencias en relación con las establecidas en el quehacer cotidiano de esa disciplina.

Metodología

Para el logro de lo propuesto, se constituyó una muestra de veintiséis alumnos de ambos sexos (14 mujeres y 12 varones) de entre 21 y 26 años de edad, del último año de dos carreras de Biología (profesorado y licenciatura) de una universidad de gestión pública, que prestaron su conformidad para la resolución de las tareas propuestas. Este criterio de inclusión se definió sobre el supuesto de que dichos sujetos, por ser estudiantes avanzados, conocían debidamente los contenidos específicos, como asimismo las operaciones que la disciplina inculca durante la formación, y en tanto tales, eran referentes o informantes idóneos a tal fin.

Los datos para el análisis se recabaron de la información generada durante la ejecución de dos tareas realizadas por los estudiantes. La primera de ellas se inició con la lectura un texto que describía el estado crítico de la biodiversidad en el planeta, situación que se explicaba haciendo mención a cinco agentes causales: la explotación de los espacios naturales, las grandes obras de infraestructura, la introducción de especies exóticas, la caza furtiva, y el desinterés por la cultura conservacionista en el ámbito educativo.

A continuación se presentó una secuencia de hechos para que se examine su relación con la explicación propuesta, la cual se hallaba redactada de la siguiente manera:

- El desmonte del Amazonas con fines agrícolas ha resentido notoriamente la biodiversidad.

- En las aduanas y otras áreas de migración se desarrollan controles exhaustivos a fin de contrarrestar la intromisión de especímenes ajenos a la flora y la fauna local.
- La Fundación Patagonia publicó un documento sobre la influencia del medio ambiente en el ciclo reproductivo de los delfines.
- Los ministerios de educación, tanto nacionales como provinciales, monitorean permanentemente el desarrollo curricular en relación con la conservación de las especies.
- El manejo del turismo pone en peligro la vida de las ballenas de la Antártida Argentina.
- La quema de pastizales realizada por los agricultores y tolerada por el gobierno, influye decisivamente en la destrucción de especies autóctonas.
- Los organismos provinciales vinculados con la conservación de la fauna y la flora, se hallan expresamente abocados a evitar de modo concluyente la depredación de dichos recursos.
- La caza indiscriminada del yacaré redujo notablemente su población.
- Los cultivos de vid en la zona de Cuyo incrementaron su producción de manera notable en los últimos años.
- Los informes elaborados por organismos técnicos ha demostrado de modo absoluto la ausencia de contaminación en ríos ubicados en áreas próximas a las papeleras.
- Las escalas de peces, de uso habitual en las represas energéticas, no son recursos suficientes para su paso, pues muchos de ellos mueren en el intento de travesía.
- La Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Nación es el organismo responsable de la conservación y protección de la biodiversidad del MERCOSUR.
- La liebre europea (*Lepus capensis europaeus*) introducida en la República Argentina se distribuye actualmente en casi todo el país, en tanto que las autóctonas ocupan espacios más restringidos.
- En el sur de Brasil los agricultores desmontaron extensiones de selva sin reducciones significativas en la calidad y cantidad de especies locales.

Al finalizar la descripción de cada situación referida se solicitó valorarlas en relación con el texto explicativo, a través de la elección de una de las tres respuestas alternativas siguientes: “evidencia a favor”, “evidencia conflictiva”, o “evidencia insuficiente”. Cabe mencionar que previo a la solicitud de elección por alguna de las opciones, en el propio instrumento se hizo referencia a las nociones que diferenciaban las pruebas favorables, de las conflictivas y las insuficientes, de manera tal que dichas expresiones no quedaran libradas a la libre interpretación de los estudiantes.

La segunda tarea propuso la elaboración de una explicación alternativa a la ya explícita en el texto, requiriéndose luego se enuncien tres situaciones o hechos que pudieran officiar como evidencia de la explicación ensayada.

En función de las respuestas dadas por los estudiantes, se agruparon dichas explicaciones conforme con la complejidad del vínculo causal enunciado, como asimismo, la naturaleza de los factores intervinientes. Lo primero aludía a las maneras en que se relacionan causas y efectos, e implicaba desde modos sencillos o lineales, hasta

formatos reticulares o complejos. La naturaleza de los factores refería al origen de los elementos incidentes en el fenómeno, los que adoptaban formatos exclusivamente físicos, ambientales o de acción directa; o bien, incorporaban además la acción humana, como actividad individual o colectiva, en el marco de las políticas del Estado.

Agrupadas las explicaciones, se procedió a relacionarlas con las evidencias propuestas en favor de la tesis ensayada.

Resultados y su análisis

Primera tarea: análisis de evidencias en relación con la explicación presentada en el texto

La mayoría de los estudiantes no ha logrado una adecuada evaluación de los hechos presentados como evidencias, dado que 58% respondió correctamente menos del 60% de las cuestiones planteadas. El mayor número de alumnos que sí logró superar ese valor (27%) contestó acertadamente de 9 a 11 (de las 14) situaciones.

Cantidad de estudiantes	%	N° de respuestas correctas	%
15	58	0 - 8	≤ 59
7	27	9 - 11	60 - 79
4	15	12 - 14	80 - 100

Cuadro 1.

Cantidad de estudiantes (n: 26) clasificados según número de respuestas correctas.

De los catorce hechos presentados a fin de evaluarse como evidencias de la explicación aportada, cinco de ellos constituían pruebas a favor (ítemes 1, 6, 8, 11, y 13); cinco, conflictivas (ítemes 2, 4, 7, 10 y 14); y cuatro, insuficientes (ítemes 3, 5, 9 y 12).

Los estudiantes identificaron más fácilmente los hechos considerados como evidencia a favor, alcanzando las valoraciones más altas en los ítemes 1 (*El desmonte del Amazonas con fines agrícolas ha resentido notoriamente la biodiversidad*) y 8 (*La caza indiscriminada del yacaré, redujo notablemente su población*) con 88% de respuestas correctas; y el más bajo en el ítem 13 (*La liebre europea, *Lepus capensis europaeus*, introducida en la República Argentina, se distribuye actualmente en casi todo el país, en tanto que las autóctonas ocupan espacios más restringidos*) con 65%.

En cuanto a las situaciones que pueden entenderse como conflictivas, los alumnos lograron menores grados de acierto que las favorables, correspondiéndole al ítem 14 la puntuación más alta (*En el sur de Brasil los agricultores desmontaron extensiones de selvas, sin reducciones significativas en la calidad y cantidad de las especies locales*) con 65%, y al 2 la más baja (*En las aduanas y otras aéreas de migración se desarrollan controles exhaustivos a fin de contrarrestar la intromisión de especímenes ajenos a la flora y la fauna local*) con 19%. En este ítem el resto de las respuestas se dispersaron entre las otras opciones, aunque con predominio claro de “evidencia a favor”, lo que

resulta extraño toda vez que tal como se halla redactado, es una evidencia claramente conflictiva con la tesis que sostiene que la reducción de la biodiversidad autóctona se debe a la intromisión de especies exóticas a la fauna y flora local.

Por su parte, cuando la evidencia fue insuficiente, la redacción de los ítemes daba cuenta de dos clases de situaciones, por una parte los que invocaban factores ajenos a los citados en la explicación, y por otra, los que referían a hechos vinculados con la tesis, pero cuya descripción no daba cabal cuenta de ser prueba en un sentido u otro. En estos casos el mayor nivel de acierto se dio en el ítem 3 (*La Fundación Patagonia publicó un documento sobre la influencia del medio ambiente en el ciclo reproductivo de los delfines*) con 46%, y el menor en el 5 (*El manejo del turismo pone en peligro la vida de las ballenas de la Antártida Argentina*) con 31%. En este último caso, la opción “evidencia insuficiente” es correcta en tanto el turismo no se halla mencionado como causal de reducción de la biodiversidad en la explicación, como del mismo modo, tampoco se especifica la manera en que este factor puede incidir en tal efecto. Por su parte, la opción “evidencia conflictiva” resultó mayoritaria entre las respuestas erradas.

De los datos precedentes se infiere que la atribución de favorable a las evidencias no muestra mayores dificultades, no obstante este nivel decrece cuando éstas son conflictivas, y más aún cuando son insuficientes. Particularmente estas últimas muestran mayor dispersión de respuestas que las evidencias favorables y conflictivas, lo que da cuenta de un mayor grado de incertidumbre a la hora de determinar sobre su valor como prueba.

Segunda tarea: elaboración de explicaciones alternativas y propuesta de evidencias a favor

Dadas las actividades propuestas, consistentes en elaborar explicaciones alternativas a la obrante en el texto y nominar evidencias en favor de éstas; una minoría (8%) no logró estructurar un discurso coherente que diera cuenta de ello. Por su parte, la mayoría de los integrantes de la muestra (92%) sí lo hizo, expresando los siguientes resultados:

1. La mayoría (58%) recurre a redes causales complejas a la hora de explicar, en tanto que el resto (35%), invoca cadenas simples o lineales.

2. 61% nomina factores físicos y humanos como determinantes de la reducción de la biodiversidad, y 31%, los físicos exclusivamente.

En cuanto a la mención de hechos o situaciones que puedan considerarse evidencia a favor, 42% de los alumnos pudo nominar tres evidencias; 27% invocó dos; 23% sólo una, y 8%, ninguna.

Las explicaciones generadas por los alumnos en relación con sus evidencias, dieron lugar a la conformación de cuatro grupos, ordenados según su nivel de logro:

1. El grupo de mejor logro, o sea el que explica en función de redes causales complejas y puede dar cuenta de la intervención de factores físicos y humanos en los fenómenos a explicar (42%).

2. El grupo que invoca la complejidad causal, pero no alcanza a percibir la intervención de la acción humana (15%)

3. El grupo que concibe fenómenos de modo lineal o simple, aunque comprende que los mismos dan participación a factores humanos y físicos (19%).

4. El grupo menos favorecido, que además de concebir causalidades simples, supone que sólo las variables físicas inciden en los hechos o situaciones en estudio (15%).

En lo que hace a la propuesta de evidencias en favor de la tesis, debe hacerse explícito que en los dos primeros grupos, 48% de los alumnos propuso de una a tres evidencias en favor de su tesis, en tanto que 7% no mencionó situaciones que puedan obrar como elementos evidentes de la misma.

Por último, la totalidad de estudiantes que conforman el tercero y cuarto grupo nominan de uno a tres hechos que dan cuenta debida de la tesis presentada.

Conclusiones

Las valoraciones realizadas por los estudiantes sobre las posibles evidencias, a diferencia de lo que es habitual en el contexto formativo de la biología, no se hicieron sobre hechos reales sino sobre situaciones referidas en un texto, lo cual obliga a una evaluación discursiva en vez de un riguroso examen del comportamiento de variables empíricas. Así, palabras y términos operantes en el discurso dan elementos para imaginar modos y relaciones entre componentes fácticos. Ante la imposibilidad de abreviar en lo factual, sólo queda el texto como único recurso para asignar valor de verdad a situaciones que quedan fuera de la observación del evaluador.

En la ponderación de pruebas favorables a la tesis, los estudiantes demuestran cierta solvencia, si bien los mayores niveles de respuestas correctas se expresan en aquellas proposiciones donde la covariación se hace explícita a través de la nominación de dos variables vinculadas en una relación causal. Por ejemplo: *“el desmonte... ha resentido... la biodiversidad”*, o bien *“la caza... redujo... la población”*. Por su parte, cuando las correlaciones sólo se expresaron por medio de presencia/ausencia o mayor número/ menor número sin especificar claramente la incidencia de un factor sobre otro, este nivel descendió; por ejemplo: *“la liebre europea... se distribuye en todo el país... las autóctonas ocupan espacios más restringidos”*. Lo señalado parece dar cuenta de que las selecciones de los estudiantes se apoyan más firmemente en las referencias a aquellos hechos donde los requerimientos inferenciales son inmediatos, y la causalidad se percibe sin mayores exigencias cognitivas.

La valoración de situaciones conflictivas con la explicación mostró cierta dificultad en el desarrollo de conductas “falsacionistas” por parte de los estudiantes, lo que podría vincularse con deficiencias en la adquisición y el ejercicio de dicha habilidad durante la formación, cuestión que parece solidaria con los hallazgos de Bar (2005) cuando afirma que la evidencia empírica en el contexto formativo de la biología opera más de las veces como buenas pruebas de las teorías, que como hechos conflictivos con ellas.

Cuando la evidencia es insuficiente para la aceptación de la explicación, la incertidumbre es la expresión más frecuente a la hora de responder. La conducta manifiesta

por los estudiantes en este sentido muestra cierta dificultad para distinguir una prueba favorable o inconsistente con la tesis, de otra que no admita una justa valoración de la explicación, lo que parece corresponderse con lo ya señalado en relación con las evidencias conflictivas, esto es la escasa presencia de dicha habilidad en los procesos formativos (Bar, 2005).

Las explicaciones elaboradas por la mayoría de los estudiantes dan cuenta de dos cuestiones, que identifican debidamente factores de distinta naturaleza, y que los pueden relacionar en una trama causal con cierto nivel de complejidad, lo que significa que no sólo se aperciben de la presencia de las variables físicas que inciden de modo directo, sino también de cómo la acción humana puede actuar sobre éstos, ampliando o reduciendo su impacto. Este dato no es menor, toda vez que expresa un análisis de situación que no se detiene en la acción inmediata, sino que puede ir más allá, contextualizándolo en el espacio social.

Cuando son los propios estudiantes los que proponen hechos en favor de sus explicaciones, se sustentan sobre todo en evidencia empírica de tercera persona, aunque con pretensión de asimilarse a la de primera, toda vez que son ellos quienes las proponen como tales (Gutiérrez, 2000). De la misma manera, éstas constituyen pruebas pragmáticas (Balacheff, 2000); y en este marco, genéricas en su mayoría, o ingenuas (Siñeriz y Ferraris, 2005). Desde la perspectiva de González De Requena Farré (2008), dichas pruebas son en mayoría ejemplos.

Independientemente de cualquier otra consideración acerca de las modalidades en que se expresan las evidencias, no puede soslayarse que el acto de justificar es ante todo un acto social (Hanna, 1983), y en este acto las pruebas aportadas por los alumnos persiguen dos fines, la verificación de su explicación, y la comunicación de sus resultados (De Villers, 1990, 1996).

Así, la justificación de los estudiantes da cuenta de que un hecho es verdadero, pero no porqué es verdadero (Arsac, 1988), del mismo modo, ésta no cumple función demostrativa alguna, pues es sólo plausible (Polya, 1966). En este contexto, dar pruebas se expresa en argumentos, que aunque no absolutos, resultan válidos en tanto se relacionan con hechos a favor (Godino y Recio, 2001).

De la confrontación de las dos tareas, se puede afirmar que los estudiantes pueden proponer pruebas de sus propias explicaciones sin mayores dificultades, pero diferente es la situación cuando lo que se requiere es la evaluación de evidencias en relación con explicaciones ajenas. En este caso sólo las pruebas favorables resultan evidentes como tales, en tanto que las conflictivas e insuficientes suscitan mayores dificultades en su evaluación. Lo hallado parece contradictorio con los hallazgos de Bar (2012) en relación con otras temáticas de contenido biológico. La diferencia entre ambos estudios parece no estar puesta en el contenido de las explicaciones y evidencias, sino en cuestiones propias de la tarea. En el caso mencionado, la evidencia empírica no refería a hechos particulares como en el presente, sino a situaciones genéricas amparadas a la luz de estudios validados en la tradición disciplinar, por lo que el planteo se realizó sin referen-

cias espaciotemporales y la ponderación como evidencia favorable resultó sencilla; pero cuando lo solicitado está puesto sobre hechos que requieren de procesos de interpretación más complejos, la tarea de atribución de prueba resulta más complicada.

En síntesis, los primeros son hechos que al decir de Kuhn (1972) operan como ejemplares compartidos, y en este sentido son los casos paradigmáticos instituidos por la tradición disciplinar; los segundos, son casos cuyo valor como evidencia no están dados para revolver problemas, no al menos en el sentido kuhniano del término.

Por último, vale decir que las cuestiones ligadas con la reducción de la biodiversidad en el planeta, temática sobre la que estructuraron las tareas desarrolladas por los estudiantes, son hoy cuestiones de agenda política, y en este sentido, todo lo que a ellas atañe resulta significativo para los alumnos. Así, dicho modo de entender la cuestión podría aportar tanto un plus que derivaría en mejores niveles de logro por parte de los estudiantes; como del mismo modo, podría inducir sesgos importantes a la hora de explicar y justificar.

Referencias bibliográficas

- 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, 247-280.
- Austin, J. L. (1978).** ¿Cómo hablar? Algunos medios sencillos En: Ernest Coumet; Oswald Ducrot; Jean Gattégno. (Compiladores). *Lógica y lingüística*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Balacheff, N. (2000).** *Procesos de prueba en los alumnos de matemáticas*. Una empresa docente. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Bar, A. (2005).** *Textos de Biología y Modelos de Explicación. Los fenómenos biológicos desde la bibliografía universitaria y escolar*. Corrientes: Editorial Moglia S.R.L.
- (2012). Argumentar y explicar en el contexto de la formación universitaria en biología. *Revista Argentina de Educación Superior*, 4, 92-113.
- Blanche, R. (1973).** *La epistemología*. El ámbito. Barcelona: Editorial Oikos-Tau S.A.
- Candela, A. (1997).** La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria en la actividad experimental. México: CINESTAV/SEP.
- Corral, N. y Piñeyro, N. (2012).** Modalidades explicativas y estrategias de justificación ¿Cómo construyen un punto de vista los estudiantes universitarios de Ciencias de la educación próximos a egresar? *Educación, Lenguaje y Sociedad*, 9, 163-197. [En línea] Consultado el 10 de septiembre del 2015. URL: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/ieles/v09a08corral.pdf>
- De Villiers, M. (1990).** The role and function of proof in mathematics. *Pythagoras*, 24, 17-24. [En línea] Consultado el 05 de septiembre del 2015. URL: <http://mzone.mweb.co.za/residents/profmd/proof.pdf>
- (1996). The future of secondary school geometry. Conferencia "Geometry imperfect". Universidad de Sudáfrica. Pretoria, Sudáfrica. [En línea] Consultado el 02 de agosto del 2015. URL: <http://www.cabri.net/Preuve/Resumes/deVilliers98/deVilliers98.html>
- Echeverría, J. (1989).** *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Godino, J. D. y Recio Á. M. (2001).** Significados institucionales de la demostración. Implicaciones para la educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 405-414.
- Hanna, G. (1983).** *Rigorous proof in mathematics education*. Toronto: OISE.
- González De Requena Farré, J. A. (2008).** Por ejemplo: sobre el sentido discursivo, epistemológico y práctico de los ejemplos. *ALPHA*, 27, 29-50. [En línea] Consultado el 30 de junio del 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22012008000200003>
- Gutiérrez Nagel, G. (2000).** Diez tesis sobre la evidencia empírica. [En línea] Consultado el 3 de mayo del 2015. URL: http://200.26.134.109:8080/endeporte/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_1471.pdf
- Kuhn, T. S. (1972).** *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Larios Osorio, V. (2002).** Demostraciones y conjeturas en la escuela media. *Revista Electrónica de Didáctica de las Matemáticas*, 2, 45-55.
- Litwin, E. (1996).** El campo de la didáctica: La búsqueda de una nueva agenda, en Camilloni, A. et al. Corrientes didácticas contemporáneas, 91-116. Buenos Aires: Paidós.
- Polya, G. (1966).** *Matemáticas y razonamiento plausible*. Madrid: Tecnos.
- Siñeriz, L. 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. [En línea] Consultado el 3 de junio del 2015. URL: <http://www.pucrs.br/famat/vialli/orientacao/leituras/artigos/ALME18.pdf>
- Veslin, J. (1988).** ¿Quels textes scientifiques espere-t-on voir les élèves écrire?. *Aster*, 6, 91-127.

