

## **Creencias de los estudiantes sobre la ciencia en contextos de formación universitaria**

**Aníbal R. Bar**

Facultad de Humanidades - Universidad Nacional del Nordeste

[anibalrbar@gmail.com](mailto:anibalrbar@gmail.com)

### **Resumen**

El presente trabajo se propone identificar las concepciones de los alumnos de biología en relación con el conocimiento científico, como asimismo interpretar su adscripción a los contextos propios de la formación en la disciplina.

La muestra se halla integrada por dieciocho estudiantes de cuarto o quinto nivel de la carrera de biología de una universidad pública con sede en la ciudad de Corrientes (República Argentina). El instrumento para la recolección de datos se halla conformado por diez cuestiones que solicitan tareas con actividades donde se combinan diferentes clases de demanda, entre las que se incluyen selección de conceptos, elaboración de justificaciones, desarrollos de puntos de vista, selección y producción de metáforas, y elección de propiedades o componentes. Dichas tareas se estructuraron conforme con las siguientes dimensiones: cualidades de la ciencia y capacidades para ejercerla, propiedades del conocimiento científico, las bases sobre la cuales se construye la ciencia, papel de la observación, progreso y finalidad del saber científico.

Los resultados muestran que lo construido por los estudiantes en el marco de la formación se formula explícitamente en términos de una imagen de ciencia de tinte racioempirista, si bien tangencialmente se filtran elementos que la vinculan con situaciones históricas y contextuales. Pareciera que la experiencia empírica en primera instancia, y la racional de modo secundario constituyen lo que los alumnos conciben como rasgos de la biología oficial, una ciencia sustentada en procesos observacionales y lógicos. Dicha concepción dominante no logra inhibir otros elementos que se dan de manera implícita, la resolución de problemas que la ciencia debe resolver, cuestión que no hace sólo a sus fines, sino a su definición o esencia desde la perspectiva de los estudiantes.

## **Introducción**

Desde la perspectiva de Samaja (1995), la investigación científica puede presentarse también como una forma particular de proceso entre el científico y sus creencias, proceso en el cual el investigador pone en juego sus representaciones y conceptos para examinarlos conforme con las representaciones y conceptos de su comunidad, lo que conlleva a transformarlos, tornarlos explícitos y valorarlos. Dichas instancias en el marco de la ciencia positiva moderna, supone dejar atrás la referencia a la autoridad para la validación del conocimiento, y adoptar la experiencia personal como criterio de verdad, entendiéndose ésta como el ejercicio de la intersubjetividad en la *praxis* comunitaria. Así, las creencias subjetivas primero, e intersubjetivas luego, son saberes operantes que se mostrarán de variadas maneras y con diferentes niveles de expresión, matices que configurarán la ciencia objetiva.

El transcurrir desde la subjetividad más acabada hasta la objetividad más plena se sustancia en aquello que Peirce (1988) ha denominado “métodos para fijar creencias”, entendiéndose por éstos a los procesos por los cuales los sujetos generan y justifican su conocimiento. El autor los denomina, método de la tenacidad, método de la autoridad, método de la metafísica y método de la ciencia, cada uno de los cuales encarna distintos niveles de vínculo con el saber en un proceso por el cual la tenacidad da condiciones para la concreción de la autoridad, ésta para la metafísica, y esta última para el método de la ciencia.

Peirce entiende que el método de la tenacidad alude a los procesos por el cual el sujeto biológico resuelve los problemas que el medio le presenta, sin más recursos que lo dado por el mandato genético y sin más límites que los expresados en las estructuras y funciones biológicas. La autoridad por su parte se sustancia en la comunidad, y por ende en la cultura, espacio donde se configuran relaciones con otra clase de sujeto tenaz que detenta mayor saber y poder, el jefe o la encarnación de la autoridad, sujeto desde el cual el conocimiento fluye hacia lo comunitario. El método de la metafísica no excluye la autoridad, pero admite cierta racionalidad, cierto examen de la creencia, cierta discusión sobre lo dado, cuestión que excluye la aceptación lisa y llana del saber. Por último, el método de la ciencia no se basta en la autoridad reguladora, ni en los principios racionales, se afana también por denotar referencias externas en la búsqueda de la verdad de las creencias.

El devenir de una instancia a otra otorga un nuevo marco para entender las creencias. Si bien su sentido cambia con el contexto, éste no desaparece sino que se conserva, pero su génesis recae en la inmediatez y se supera en una nueva creencia más acorde para el contexto emergente. Así, el método de la ciencia o de la eficacia contiene en sí a los demás métodos precedentes, de modo tal que el sujeto que hace ciencia deja atrás pero contiene al sujeto tenaz, al de la comunidad, y al racional.

Lo expresado precedentemente permite asumir como supuesto de este trabajo que las creencias de los estudiantes sobre la ciencia se nutren de otros niveles de creencias operantes en los contextos de la tenacidad y de la autoridad, y en este sentido construyen un modelo de ciencia de la formación con aproximaciones y distancias respecto de un verdadero modelo de ciencia.

Si bien una creencia se modifica en virtud de sus construcciones sucesivas a través del devenir de los métodos, la supresión de su génesis obliga a aceptar la inmediatez de su verdad y a atribuirle el carácter de operante y eficiente en un contexto determinado. Que la creencia de un nivel no guarde directa correspondencia con sus precedentes no implica la negación de sus relaciones, sólo el no reconocimiento de su génesis. Dicha situación puede conducir a la dificultad para identificar la relativa inconsistencia del sistema de creencias. Así, Lipman (1997) afirma que las creencias son pensamientos sobre los cuales se está convencido sobre su validez, no obstante la ausencia de discusión o reflexión acerca de su valor de verdad. Del mismo modo, para Richardson (1996), éstas son comprensiones o pensamientos acerca del mundo dados como ciertos.

Ambos conceptos ponen el acento en un tipo de saber cuya validez está fuera de cualquier discusión, lo que implica que al menos en primera instancia, no es pasible de modificación inmediata, ni está abierto a la redefinición de sus sentidos.

A partir de los años setenta el estudio sobre las creencias se hace más elocuente, sobre todo en lo que tiene que ver con los modos en que éstas influyen en lo que se entiende como conocimiento o conocer. Esta perspectiva no se interesa por saber cómo se conceptualiza el conocimiento, sino por cuáles son las acciones que se establecen en pos de solucionar un problema o satisfacer una demanda de tipo cognitiva. Al respecto se reconocen tres líneas de investigación (Hofer, 2000). Una de ellas deposita sus objetivos en los modos en que se interpretan las experiencias en contextos educativos (Perry, 1970; Belenky, Clinchy,

Goldberg y Tarule, 1986; Baxter Magolda, 1987). Otra de éstas se concentra en las maneras en que los supuestos epistemológicos definen modos de pensar reflexivamente (Kuhn, 1991; King y Kitchener, 1994). Un tercer enfoque las aborda desde la idea de que constituyen sistemas con relativa independencia, sin una estructura absolutamente consistente, e influenciados sobre las tareas de dominio académico (Schommer, 1990).

Más allá de la línea de investigación de que se trate, las teorías epistemológicas se muestran multidimensionales y se nutren de nociones en torno del conocimiento como objeto, y del conocer como proceso, siendo ambos sustanciales para explicar el pensamiento sobre la naturaleza de éstas (Hofer y Pintrich, 1997).

El conocimiento como objeto incluye dos componentes, los niveles de certeza y de complejidad. El primero refiere a la fiabilidad que se tiene en él, y se muestra oscilando entre dos valores polares, la certeza más absoluta carente de contexto, y la máxima relatividad en espacio-tiempo situado. El grado de complejidad por su parte se expresa en la gama que va desde la visión acumulativa, a la concepción de interrelación e integración entre partes (Schommer, 1990).

Por su parte, el proceso de conocimiento comprende sus fuentes y modos de justificación. El primero alude al sujeto productor del saber, ya sea éste otro o sí mismo; el segundo refiere a la evaluación y uso de la evidencia, los que oscilan entre las posiciones más inconsistentes y las más razonadas.

Si bien no se sabe exactamente cómo los conceptos y procedimientos para conocer se incorporan y desarrollan en la estructura cognitiva del sujeto, sí se identifican al ambiente y a la educación formal como los contextos necesarios. Al parecer, según los modelos vigentes, dichos ámbitos sólo pueden operar en ese sentido cuando la confrontación de ideas se da en el marco de niveles epistemológicos más elevados, lo que conlleva al conflicto cognitivo y la ulterior transformación de las teorías subjetivas (Marciales Vivas, 2003).

No obstante que los contenidos dados en la educación son variados, los mismos se relacionan en mayor o menor medida con conceptos de raigambre disciplinar. Los contextos educativos, ligado con el grado de escolarización, operan con diferentes niveles de nociones y teorías, algunos como meros dominios de conocimiento, otros como verdaderos conocimientos disciplinares. Si bien ambos refieren al conocimiento

declarativo, procedimental y condicional sobre un campo particular, se diferencian en su extensión y organización, necesariamente más complejos en el conocimiento disciplinar (Alexander, 1992).

A pesar de los intentos de distinción entre dominio de conocimiento y conocimiento disciplinar, no queda del todo claro los límites precisos entre ambos. Al respecto expresan Hofer y Pintrich (1997) que dichos términos han sido usados de manera indistinta, lo que dificulta saber cómo inciden, alguno o ambos, en la estructuración de las creencias acerca del conocimiento y el conocer. Sin embargo, tanto los estudios de King y Kitchener (1994), como los de Schommer y Walker (1995) parecen mostrar una consistencia moderada de las creencias epistemológicas, independientemente de los dominios de conocimiento.

Algunas investigaciones sobre las creencias epistemológicas las diferencian en niveles, a saber: generales, académicas y disciplinares (Buehl y Alexander, 2001, 2006; Hofer, 2006; Limón 2006; Muis, Bendixen y Haerle, 2006). Leal Soto (2009) reconoce en estos resultados un carácter progresivo de lo general a lo particular, en relación directa con el grado de escolarización. Así, en jóvenes y adultos estudiantes de carreras universitarias se espera un predominio de creencias académicas y disciplinares por sobre las generales.

Más allá de la influencia posible de los contenidos disciplinares sobre la conformación de las creencias, puede afirmarse que éstas no sólo dan condiciones para las motivaciones y el desarrollo de estrategias, sino también de modo indirecto en el resultado de los exámenes (Schommer, 1990; Schommer, Crouse, y Rhodes, 1992; Hofer y Pintrich, 1997).

Los resultados de las investigaciones en el ámbito educativo dan cuenta de que tanto los estudiantes secundarios como universitarios, expresan por lo general representaciones poco ajustadas con la ciencia real (Mackay, 1971; Aikenhead, 1973; Welch, 1981).

Rubba y Andersen (1978) hallan que buena parte de estudiantes adolescentes atribuyen al conocimiento científico el status de absoluto e irrefutable. Larrochelles y Désautels (1991) hallan que las concepciones más frecuentes se encuadran en términos del inductivismo ingenuo y el empirismo, en tanto que Kouladis y Ogborn (1989) encuentran posturas más contextualistas y eclécticas.

Roth y Roychoudhury (1994) concluyen con que las creencias de los estudiantes se conforman de varias posiciones epistemológicas, muchas de ellas contradictorias entre sí, cuestión que no es advertida como tal ni genera conflicto alguno, y se interpreta como un

compromiso epistemológico de naturaleza provisional (Belenky, Clinchy y Goldberger; 1986) .

Vázquez y Manassero (1999) identifican concepciones más adecuadas, aunque superficiales y muy alejadas de su naturaleza, lo que significa desconocer elementos esenciales que hacen a su esencia epistemológica. En este sentido, Lederman y Zeidler (1987) entienden que la naturaleza de la ciencia comprende al sistema de valores y supuestos en relación con el conocimiento científico, lo que no supone reflexión ni elaboración por parte del estudiante. Se asume en relación con el origen de estas creencias, que se cree en aquello que de algún modo les fue dado por los docentes en el aula (Lederman, 1992).

En lo referente a investigaciones educativas sobre los formadores o futuros formadores en el ámbito de la biología, Ravanal Moreno y Quintanilla Gatica (2010) afirman que los docentes de esta disciplina no han logrado desvincularse de una imagen de ciencia con vertientes de índole claramente empiristas o racionalistas, por ende, sin relación con el mundo y sin posibilidades reales de insertar a sus estudiantes en temáticas sociocientíficas que contribuyan a su rol de futuros ciudadanos. Este modo de entender la cuestión conlleva un versión absoluta de la ciencia, más preocupada por la justificación o validación del conocimiento, que por su producción y valoración. Estudios posteriores de García, Mateos Sanz y Vilanova (2011) coinciden con los autores antes mencionados y con Bunge (2001) en cuanto a la visión racio-empirista de los profesores de biología, pero discrepan en lo que hace a la visión absoluta sobre la ciencia, acercándose más a posturas relativistas; resultado coincidente con los hallazgos de Thomaz, Cruz, Martins y Cachapuz (1996) para estudiantes de profesorado.

Los antecedentes reseñados dan cuenta de que tanto la formación académica en general como la disciplinar en particular, moldean las creencias epistemológicas de los estudiantes. Si esto es así vale interrogarse cómo incide la formación disciplinar en biología en la construcción de las creencias y cuál es el contenido de éstas; cuestión que orienta a plantearse como objetivo del presente trabajo, identificar las concepciones de los alumnos de biología en relación con el conocimiento científico, como asimismo interpretar su adscripción a los contextos propios de la formación en la disciplina.

## **Materiales y Métodos**

La muestra se halla integrada por dieciocho estudiantes de cuarto o quinto nivel de la carrera de biología de una universidad pública con sede en la ciudad de Corrientes (República Argentina). Los criterios de selección se fundamentan en que dichos alumnos, como estudiantes avanzados, conocen debidamente las características y procesos propios de su campo disciplinar, y en tanto tales son informantes calificados a tal fin.

El instrumento para la recolección de datos se halla conformado por diez cuestiones que solicitan tareas con actividades donde se combinan diferentes clases de demanda, entre las que se incluyen selección de conceptos, elaboración de justificaciones, desarrollos de puntos de vista, selección y producción de metáforas, y elección de propiedades o componentes. Dichas tareas se estructuraron conforme con las siguientes dimensiones: cualidades de la ciencia y capacidades para ejercerla, propiedades del conocimiento científico, las bases sobre las cuales se construye la ciencia, papel de la observación, progreso y finalidad del saber científico.

El análisis de los resultados requirió primeramente la codificación de las respuestas derivadas de preguntas abiertas para luego estimar las frecuencias, tanto de éstas como de las originadas de las respuestas codificadas *a priori*. Lo respondido por los estudiantes se agrupó por identidad temática, para finalmente procederse a interpretar sus elecciones ante las cuestiones de opciones múltiples, como asimismo de los discursos emergentes de las preguntas sin alternativas de selección.

Lo resultante del análisis de la información recabada no pretende ser un insumo para la validación de supuestos sino más bien persigue fines heurísticos, lo que implica aportar al conocimiento sobre las creencias epistemológicas de los estudiantes tal como se presentan en el contexto formativo de una disciplina monoparadigma cual es la biología.

## **Resultados**

### **Cuáles son las cualidades la ciencia**

La consigna solicitaba identificar las cualidades del saber científico y del cotidiano en una lista de once propiedades, aclarando que cada una de éstas podía pertenecer sólo a uno o a ambos saberes.

La mayoría de los estudiantes atribuye al saber científico más cualidades que el cotidiano, lo que podría vincularse con la idea de mayor complejidad de éste.

En cuanto a las propiedades predominantes, lo “observacional” y “reflexivo” se expresan como lo más frecuente para el saber científico, lo que muestra una concepción sustentada no sólo en la empiria, sino también en procesos racionales. Por su parte, las calificaciones de “conservador” y “local” se expresan como las menos relacionadas con la ciencia, cuestión previsible para la biología en tanto ciencia positiva con pretensiones de universalidad.

Llama la atención la alta frecuencia de aceptación para con la concepción del saber científico como “fiel a los hechos”, pues se presenta casi en idéntica frecuencia que “probable”. En principio se esperaría que ambas propiedades se expresen en distintas tendencias, pero es posible que se entienda a la fidelidad a los hechos como el “deber ser”, aquello que se busca o se pretende, y que la probabilidad sea la propiedad que efectivamente opere al momento de generar conocimiento científico.

En lo que hace al saber cotidiano, su vinculación frecuente con lo “práctico” y “local” parece coherente con lo que se espera de estudiantes formados en ciencias naturales, disciplinas ubicadas en las antípodas del conocimiento singular. Sin embargo, sí parece extraño que más de la mitad de los alumnos lo relacionen con “cierto”, pues lo estaría aproximando al conocimiento de la ciencia.

Las denotaciones de “práctico” y “probable” se expresan con alta frecuencia y en valoraciones similares para ambos saberes. Dicha semejanza en la calificación parece mostrar alguna distancia de ciertas concepciones que ponen el acento de práctico en el conocimiento cotidiano, y de probable en el científico.

### **Cuáles son las capacidades que se requieren para ejercer la ciencia**

De modo similar a la tarea sobre las cualidades de la ciencia, la consigna solicitaba identificar las capacidades requeridas para poner en juego el saber científico y el cotidiano en una lista de once propiedades, con la aclaración de que cada una de éstas podía pertenecer sólo a uno o a ambos saberes. De modo similar a lo ya expresado en relación con las cualidades de la ciencia, resulta claro que la mayor parte de los alumnos denota al

conocimiento científico más cualidades que el cotidiano, cuestión que también podría vincularse con la atribución de mayor complejidad del primero.

En este contexto, la “observación”, la “interpretación”, la “reflexión” y el “razonamiento” constituyen capacidades requeridas *sine qua non* para hacer ciencia, y la “imaginación”, la “intuición” y la “sensibilidad”, para el logro del conocimiento cotidiano. Esta imagen parece bastante clásica en lo que hace a relacionar la ciencia con propiedades reflexivas y observacionales, y alejarla de sentimientos con implicancias subjetivas como intuir o imaginar. No obstante, vincular la ciencia con la “interpretación”, como del mismo modo con la “invención” no es una cuestión menor, dado que se está admitiendo, concientemente o no, que los datos científicos no emergen de la observación lisa y llana, sino de un acto interpretativo puesto sobre la descripción devenida del ejercicio de la observación.

Llama la atención la alta selección de la “comprensión” para el saber científico, pues dicha capacidad se relaciona sobre todo con conocimientos enactivos y analógicos, frecuentemente asociados con la producción de saberes cotidianos.

Salvo la “valoración”, coincidente en las elecciones para ambos saberes, puede observarse que en general hay gran divergencia entre las decisiones de los alumnos sobre las propiedades de uno u otro.

### **Con qué propiedades se vincula el conocimiento científico**

Para la indagación sobre las propiedades del conocimiento científico se recurrió al uso de metáforas presentadas en cuatro parejas de imágenes:

Primer par: Frágil como el cristal / Sólido como una roca.

Segundo par: Árido como un erial / Fértil como un huerto.

Tercer par: Resbaladizo como suelo helado / Firme como un camino llano.

Cuarto par: Cambiante como las dunas del desierto / Estable como una cadena montañosa.

Una tendencia recurrente es asimilar la ciencia con la idea de fertilidad y cambio, lo primero ligado con la producción de conocimiento, y lo segundo con la dinámica de dicha producción. Las opiniones se dividen cuando la opción se dirime entre frágil o sólido, y firme o resbaladizo. Entender la ciencia como frágil puede parecer poco apropiado para denotar el conocimiento, pues lo frágil implica directamente con lo débil y quebradizo, sin embargo no parece ser esto lo entendido por los alumnos. Al parecer lo que se rompe o se quiebra admite la posibilidad de otra cosa, da condiciones para que emerja lo nuevo. En lo

que hace a una ciencia firme, parece vincularse con la estabilidad de su conocimiento, lo cual se entiende como una virtud de ésta. La concepción de resbaladizo, si bien se puede asimilar a inestable, más parece relacionarse con la negación de la certeza absoluta, o bien con la no aceptación al cierre de las discusiones en torno de su valor como conocimiento.

### **Una metáfora sobre el conocimiento científico**

Luego de la elección anterior, los estudiantes debieron elaborar una metáfora propia acerca del conocimiento científico. La mayoría de las metáforas se relacionaron con la propiedad del cambio, aunque con matices. Asociadas a esta propiedad aparecen las ideas de reemplazo, o permeabilidad selectiva. Ejemplo 1: *“Dinámico, fluido, cambiante, semipermeable como membrana plasmática”*. Ejemplo 2: *“Cambiante como el clima”*

Las demás metáforas mencionan otras propiedades como las siguientes: amplitud, productividad, confiabilidad, ductilidad, acumulativo, pesado, y como virtud a descubrirse. Ejemplo 1: *“Acumulativo como la edad”*. Ejemplo 2: *“Pesado como el plomo”*.

En lo que hace a las temáticas elegidas para la elaboración de la metáfora: un poco más de la mitad optó por la naturaleza, algunas de ellas en relación con la biología; otros seleccionaron artefactos u otros elementos. Ejemplo 1: *“Es tan amplio como el universo”*. Ejemplo 2: *“El conocimiento científico es como un ser vivo que nace, se desarrolla, permite reproducir ideas semejantes a él, pero de un tiempo es reemplazado por otro nuevo”*. Ejemplo 3: *“Es como un barco grande atravesando olas en el océano, de vez en cuando una ola lo da vuelta y se lo repara para que siga flotando, o se construye uno nuevo”*

### **Cuáles son las bases sobre las cuales se construye la ciencia**

En la consigna se afirmaba que la ciencia marcha al mismo tiempo sobre “cuatro patas”, en distintos momentos históricos y en diferentes campos disciplinares (teorización, imaginación, observación, verificación), luego de lo cual se preguntaba cuál de ellas es la más importante en su ámbito de formación.

Las opciones más elegidas fueron la observación y la verificación como bases propias de la ciencia. La teorización se ubicó en un segundo plano, y la imaginación no ha tenido cabida

alguna. Lo hallado parece solidario con los rasgos distintivos de la formación en biología que favorecería poco la especulación y las elucubraciones sin fundamento empírico.

### **Qué es la observación**

La opción más elegida hace referencia a su rol como mediadora entre datos y conceptos, no obstante un grupo menor la identifica como la roca firme sobre la que se construye el conocimiento, lo que constituye una versión más próxima a los enfoques positivistas o empiristas. Las opciones escasamente seleccionadas son aquellas que aluden a su capacidad absoluta para dirimir el valor de las teorías, o bien la que la concibe como el producto de prácticas encarnadas en las instituciones.

### **Qué metáfora retrata mejor la observación**

La consigna requería seleccionar una metáfora gráfica que reflejara el papel de la observación. Cuando los estudiantes hacen sus opciones dejan de lado la fotografía y la pintura abstracta, asumiendo una posición intermedia entre la pintura clásica y la impresionista. Cualquiera de ambas son sólo representaciones de la realidad, aunque difiriendo en el nivel de precisión para reflejarla. Estas elecciones dejan atrás tanto la idea de que la observación rescata literalmente lo observado, como la concepción de que refiere a un proceso cargado de connotaciones subjetivas.

### **Cómo progresa la ciencia**

El progreso de la ciencia se aborda desde dos perspectivas, el avance del conocimiento por una parte, y las maneras en que se pone de manifiesto la evolución del mismo, por otra.

La primera pregunta indaga sobre el modo en que avanza la ciencia, cuestión que pone énfasis en la forma en que ésta va modificando su acervo en el tiempo

En cuanto al progreso del conocimiento científico no hay acuerdo unánime, si bien las elecciones más frecuentes se relacionan con la producción de instrumentos para la predicción y el control exitoso de la realidad, y con la aproximación a la verdad; una de ellas hace hincapié en cuestiones más pragmáticas, la otra en asuntos éticos. La primera de ellas se sostiene sobre la idea de que el desarrollo del conocimiento requiere de la construcción de un aparato metodológico que posibilitará no sólo su justificación, sino

primordialmente su uso en pos de manipular lo real. La segunda concepción se asimila a una versión de ciencia al estilo de los griegos clásicos, donde el conocimiento es un valor en sí mismo, independientemente de cualquier cuestión ligada con su aplicación.

### **Cómo se pone de manifiesto la evolución del conocimiento científico**

A continuación de la cuestión anterior, se interrogó sobre la manera en que se pone en evidencia el incremento del saber científico, lo que tuvo como respuesta mayoritaria que éste se pone de manifiesto en el surgimiento y comprobación de nuevas hipótesis.

### **Cuáles son los fines de la ciencia**

La cuestión planteaba la distinción entre objetivos y finalidades, haciendo hincapié en que estas últimas están orientadas por las razones, los propósitos y las intenciones que se tienen para la acción. A continuación se solicitaba la redacción de un texto breve que expresará la opinión de los estudiantes mediante dos preguntas: ¿Qué sentido tiene producir ciencia? Para qué o por qué producimos ciencia?

Las respuestas posibilitaron clasificar a los estudiantes en tres clases, las dos primeras mayoritarias, y la última con escasa representación:

La que entiende que la finalidad es pragmática. En todos los casos se habla de la búsqueda de soluciones a los problemas, algunos de ellos de naturaleza práctica.

Ejemplo 1: *“Producimos ciencia para resolver los problemas de la realidad y para satisfacer las necesidades humanas”*. Ejemplo 2: *“Producimos ciencia para emprender aun más en la realidad, para así promover acciones que estén respaldadas con información válida y verdadera”*.

La que asume que la finalidad es cognitiva. Alude a la necesidad de conocer, entendiéndose ello como explicar, comprender, predecir, justificar. Ejemplo: *“Para poder conocer el mundo en el cual nos encontramos inmersos”*

La que identifica una finalidad ética. Refiere a la búsqueda de la verdad. Ejemplo:

*“Para dar cuenta del mundo o parte de él, y de esa manera aproximarse a la verdad”*.

Los estudiantes que asumen que la finalidad de la ciencia es cognitiva aluden sobre todo a operaciones ligadas con el conocimiento acabado del mundo, como si lo verdaderamente importante fuera el ejercicio de la cognición como proceso, y el conocimiento como

producto final. No se espera en este caso que dicho producto se vuelque en la realidad, ni que sirva para definir las cuestiones del mundo, sólo que lo muestra como es. En este sentido si el fin es conocer, lo fundamental será producir conocimiento que esté en consonancia con lo real, es decir conocimiento verdadero. Si esto es así, los estudiantes que lo asumen acuerdan en algún punto con los que entienden que el fin de la ciencia es la búsqueda de la verdad, aunque en este último caso la finalidad no está puesta en la necesidad de conocimiento del contenido que resultará en la valoración de la cognición en juego, sino más bien en la necesidad de la verdad de éste, independientemente de qué habilidades o ejercicios de conocimiento se hayan desarrollado para lograrlo.

Los alumnos que identifican finalidades pragmáticas en la ciencia no pueden soslayar los procesos de cognición, pero no se detienen allí, ya que lo verdaderamente relevante es que el conocimiento producido resuelva algo de la realidad. No debe entenderse en este caso que el vínculo con lo real esté dado en la eficacia práctica, también puede afectar a los problemas de mero conocimiento, y de este modo el sentido de pragmático es mucho más amplio pues abarca diferentes niveles de resolución de problemas, los más básicos o de conocimiento, y los más complejos o relacionados con el contexto sociocultural.

## **Discusión**

El modelo de ciencia de la formación disciplinar en biología desde la perspectiva del sujeto que aprende muestra semejanzas y diferencias respecto con lo hallado en otras investigaciones para contextos similares. Vázquez Alonso y Manassero Mas (1997) afirman que en apariencia una mayoría de los estudiantes participantes de sus investigaciones (perteneciente a todos los niveles educativos) admiten al conocimiento científico como cambiante y en evolución, pero que éstos mismos parecen no advertir que ello constituye su carácter sustancial. Lo dicho no parece coincidente con lo encontrado en el presente estudio, cuyos resultados están más acordes con las afirmaciones de Acevedo Díaz (2000), quien expresa que los profesores de ciencias naturales conciben una ciencia cambiante en virtud de cierto contexto histórico, lo cual no impide que pueda abordarse la realidad con alguna exactitud en pos de la objetividad.

Los hallazgos de Rebollo (1998) para licenciados en biología y química, y los de

Thomaz, Cruz, Martins y Cachapuz (1996) para estudiantes de profesorado muestran que normalmente se admite el cambio de teorías y conceptos, lo que implica dotar de *status* temporal al conocimiento científico. En este mismo sentido, Petrucci y Dibar Ure (2001) afirman que los estudiantes de biología y geología, aunque en una versión ingenua, acuerdan en que las teorías se reemplazan o corrigen como simple sustitución.

Lo afirmado también es coincidente con los hallazgos de García, Mateos Sanz y Vilanova (2011) cuando afirman que los docentes universitarios de biología adhieren al relativismo en la convicción de que no existen verdades universalmente válidas, y que conciben la esencia del conocimiento desde una postura realista crítica.

Tal vez la diferencia entre las investigaciones de Vázquez Alonso y Manassero Mas y las posteriormente nominadas devenga de las distintas edades y niveles de formación de los sujetos comprendidos en dichos estudios. Si esto es así, a mayor edad y mejor formación, mejor comprensión sobre la dinámica de la ciencia; resultado que podría respaldar las afirmaciones de quienes sostienen que los niveles de escolarización se corresponden con los niveles de creencias, (Buehl y Alexander, 2001, 2006; Hofer, 2006; Limón 2006; Muis, Bendixen y Haerle, 2006; Leal Soto, 2009)

A diferencia de los resultados de las investigaciones antes citadas, Rabanal Moreno y Quintanilla Gatica (2010), hallan que las concepciones epistemológicas de los profesores en biología son de carácter absolutista, a la vez que centradas fundamentalmente en la justificación del conocimiento, más que en su construcción.

Los resultados de algunas investigaciones en relación con el origen del conocimiento muestran que los sujetos conciben a la empiria como formadora de ideas, y atribuyen un papel importante a la percepción en este proceso, (Kouladis y Ogborn, 1989; Barajas Perea *et al*, 2005). A diferencia de éstos, en el presente los resultados muestran que se concibe a la observación, tanto como generadora de conocimiento, como mediadora entre la teoría y los hechos, resultado que guarda semejanza general con lo encontrado por otras investigaciones que afirman que los sujetos suponen un doble origen del conocimiento, racional por una parte, empírico por el otro, aunque valorando especialmente este último, (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2000; Vázquez Alonso, Acevedo Díaz y Manassero Mas, 2004; García, Mateos Sanz y Vilanova, 2011).

Los estudiantes entrevistados en la presente investigación asumen dos posturas claras respecto de cuáles son los fines de la ciencia, el más importante, la resolución de problemas; el segundo, el conocimiento del mundo, resultado concordante con lo hallado por Thomaz, Cruz, Martins y Cachapuz (1996) para estudiantes de profesorado, y los de Petrucci y Dibar Ure (2001) para alumnos de biología y geología.

## **Conclusiones**

El modelo de ciencia de la formación disciplinar desde la visión del sujeto que aprende, aunque en algunos aspectos insuficiente para dar cuenta del conocimiento científico, muestra una versión con aproximaciones y distancias de lo que se puede considerar ciencia actual.

Lo que los resultados muestran es que lo construido por los estudiantes en el marco de la formación se formula explícitamente en términos de una imagen de ciencia de tinte racioempirista, si bien tangencialmente se filtran elementos que la vinculan con situaciones históricas y contextuales. Pareciera que la experiencia empírica en primera instancia, y la racional de modo secundario constituyen lo que los alumnos conciben como rasgos de la biología oficial, una ciencia sustentada en procesos observacionales y lógicos. Dicha concepción dominante no logra inhibir otros elementos que se dan de manera implícita, la resolución de problemas que la ciencia debe resolver, cuestión que no hace sólo a sus fines, sino a su definición o esencia desde la perspectiva de los estudiantes.

No obstante los aportes de la lógica y de la observación en la construcción y validación del conocimiento, queda claro para los estudiantes que éstas no alcanzan para dotar del *status* de absoluto al saber logrado, ya que éste será irremediablemente provisorio, dados los límites de la empiria y la razón.

Lo señalado precedentemente dificulta la posibilidad de adscribir los sujetos en formación a algunas de las categorías habitualmente utilizadas para caracterizar las creencias sobre la naturaleza de la ciencia. En este sentido más bien parecen mostrar atributos mixtos, donde se amalgaman características del relativismo y del pragmatismo, y en menor medida del realismo (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

La visión ecléctica de los alumnos sobre la ciencia puede expresarse en dos

proposiciones, que según Eflin J. T. Glennan S. y Reisch R. (1999), muestran el acuerdo de casi todas las corrientes epistemológicas: “*En el mundo hay un orden fundamental que la ciencia pretende describir de la manera más simple y comprensiva posible*” y “*La ciencia es cambiante, dinámica y provisional*” (pp. 108); y en otra en la que habitualmente hay desacuerdo: “*La verdad de las teorías científicas viene determinada por aspectos del mundo que existen independientemente de los científicos (realismo ontológico)*” (pp. 109). Si bien no se afirma que todas las creencias del estudiantado hayan sido dadas en la formación, sí puede alegarse que la mayoría de ellas, dado el contexto, poseen el rango de académicas y/o disciplinares, y en este sentido deberían guardar relación más o menos estrecha con la concepción de biología operante en ese ámbito formativo.

### **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.

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.

Buehl, M. y Alexander, P. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13(4), 385-417.

## **VII Encuentro Nacional y IV Latinoamericano de la Universidad como objeto de investigación**

136

Buehl, M. y Alexander, P. (2006). Examining the dual nature of epistemological beliefs. *International Journal of Educational Research*, 45(1-2), 28-42.

Bunge (2001). *La ciencia: su método y su filosofía.* Buenos Aires: Sudamericana.

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. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 10, (1), 23-39.

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.

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. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.

King, P., y Kitchener, K. (1994). *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), 173-184.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument.* Cambridge: Cambridge University Press.

Larochelle, M. y Désautels, J. (1991). «Of course, it's just obvious»: Adolescents' ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 13 (4), 373-389.

Leal Soto F. (2010). Creencias epistemológicas generales, académicas y disciplinares en relación con el contexto. *Universitas Psychologica*, 9 (2), 381-392.

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), 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), 721-734.

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. (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), 57-66.

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*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Manassero Mas M. A. y Vázquez Alonso A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.

Muis, K. R., Bendixen, L. D. y Haerle, F. C. (2006). Domain-general and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18, 3-54.

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*. 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.

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. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9, (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*. Murcia: DM.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *The Handbook of research on teacher education*. New York: Macmillan.

Roth, W.M. y Roychoudhury, A.(1994). Students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (1), 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), 449-458.

Samaja J. (1995). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Bs As: Eudeba.

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.

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.

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.

Vázquez, A., Acevedo .A. Manassero, M.A. y Acevedo P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica* 4, 135-176.

Vázquez, A., Acevedo, 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.campusoei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>

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.