

Contenido y naturaleza de las concepciones de profesores universitarios de biología sobre el conocimiento científico

María Basilisa García¹, Mar Mateos Sanz² y Silvia Lucía Vilanova¹

¹Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. E-mails: bagarcia@mdp.edu.ar, svilano@mdp.edu.ar. ²Universidad Autónoma de Madrid, España.

Resumen: Este trabajo describe la naturaleza y el contenido de las concepciones sobre el conocimiento científico en profesores universitarios de Biología desde la perspectiva de las teorías implícitas. Se desarrolló un estudio descriptivo de la variable concepciones epistemológicas, en la que se analizaron dos dimensiones: naturaleza del conocimiento y naturaleza de la adquisición del conocimiento. Se utilizó un cuestionario de nueve dilemas, previamente validado. Los participantes fueron docentes de biología de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. A partir del análisis de los datos se pudo establecer, con respecto al contenido, que las concepciones de los docentes alternan entre el realismo crítico y el relativismo y con respecto a su naturaleza, que no tienen características de teorías implícitas sino de creencias, menos articuladas entre sí.

Palabras clave: representaciones, epistemología, biología, docentes universitarios.

Title: Content and nature of scientific knowledge conceptions of university biology professors.

Abstract: This paper describes the nature and content of the epistemological conceptions of university biology professors, approaching the problem from the perspective of implicit theories. A descriptive study of the variable epistemological conceptions was carried out. The variable was studied as well in two dimensions: nature of knowledge and nature of the acquisition of the knowledge. The instrument was a questionnaire of nine dilemmas, previously standardized. Participants were biology professors and assistants of the National University of Mar del Plata. A quantitative analysis of the data was carried out from which it could be stated that the content of epistemological conceptions alternate between critical realism and relativism and that the nature of those conceptions are closer to beliefs than to theories, as they are less consistent.

Key words: conceptions, epistemology, biology, university professors.

Introducción

Bajo el término Biología se agrupan numerosas disciplinas que tienen como objetivo de conjunto el intento por comprender qué es la vida, estudiando tanto las funciones y estructuras de los seres vivos como su desarrollo y evolución.

El estudio de la biología como conocimiento organizado tiene su origen en la antigua Grecia como parte de la filosofía natural, consistiendo el mismo en la observación, descripción y clasificación del mundo viviente. Esta forma de producción de conocimiento se mantuvo hasta el siglo XVII en el que se configuran los dos modos de hacer ciencia que hoy se utilizan y que implican más que la mera descripción y clasificación: el método inductivo, en el que el científico recoge datos empíricos y a partir de ellos llega a una generalización y el método deductivo (o hipotético-deductivo), en el que el razonamiento va de lo general a lo específico, planteando hipótesis y predicciones comprobables mediante experimentos controlados.

Si bien en el siglo XVIII, los progresos en el campo de la Física y la Química le dan un impulso a la biología experimental, ésta recién se desarrolla en el siglo XIX, cuando se plantean las dos grandes teorías de la disciplina: la teoría Evolutiva de Darwin, de carácter predominantemente experimental y la teoría Celular, de corte teórico. Más tarde, durante el siglo XX, el entendimiento de los fenómenos biológicos desciende al nivel subcelular y molecular llegando, finalmente, al siglo XXI, donde el estudio de los mecanismos hereditarios causan una revolución científica que cambia la imagen del hombre y de la naturaleza, basando la vida en conceptos de código y de información genética.

En síntesis, la Biología como ciencia ha atravesado, a lo largo de su historia, por varias etapas, caracterizadas por el desarrollo de distintos aspectos de esta disciplina y por diferentes aproximaciones metodológicas al conocimiento científico. Si bien, desde un punto de vista epistemológico, la filosofía y la biología no están relacionadas directamente, lo hacen por medio de una disciplina especial e intermedia que, según algunos filósofos es la Metafísica de lo Orgánico y según otros, la Semántica del Lenguaje Biológico; así, los filósofos y biólogos de tendencia especulativa adhieren a la tesis metafísica, mientras que los de tendencia positivista están más cerca de la tesis semántica.

Así como estas diferentes maneras de entender el conocimiento han tenido sus representantes a lo largo de la historia de la biología, en su enseñanza, estas posiciones se encuentran distribuidas a modo de concepciones epistemológicas de carácter más bien implícito en el universo de los docentes de biología.

El estudio que presentamos aquí, cuyo objetivo es analizar el contenido y la naturaleza de las concepciones epistemológicas de los docentes universitarios de biología, es parte de un proyecto de investigación más amplio abocado al estudio de las concepciones sobre el conocimiento científico y sobre el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias exactas y naturales y al análisis de las relaciones entre estas concepciones, el dominio de formación disciplinar y su práctica docente.

Desarrollo

Antecedentes de investigación sobre las concepciones epistemológicas de los docentes

El estudio de las concepciones epistemológicas de los docentes ha sido abordado en los últimos años desde diferentes líneas de investigación, tal

como puede verse en las importantes revisiones realizadas por Lederman (1992), Koulaidis y Ogborn (1995), Porlan et.al. (1998), Hofer y Pintrich (2002) y Abd-El-Khalic y Lederman (2000). Sin embargo, la mayor parte de los estudios llevados a cabo han indagado las concepciones de carácter explícito, dando cuenta de las ideas adoptadas de manera fundamentalmente consciente. Otros autores, por el contrario, como Hodson (1994), Fourez (1994) Acevedo et al (2000), Strauss y Shilony (1994), Pecharromán et al (2006), han señalado que las epistemologías personales se forman generalmente de manera implícita, a partir de las propias experiencias y del contexto cultural en el que se desarrolla el individuo, interpretación que podría arrojar resultados diferentes a los obtenidos hasta el momento.

Sin embargo, a pesar de la importante cantidad de estudios realizados, aun persisten discrepancias en los resultados obtenidos. Por ejemplo, trabajos como los de Acevedo (1994) y Lakin y Wellington (1994) señalan que las concepciones de los docentes poseen rasgos empiristas, aunque destacan que no deberían encuadrarse de una manera simplista en un inductivismo radical o un realismo ingenuo. En esta línea podrían ubicarse también los resultados obtenidos por Porlán et al (1998) y Pomeroy (1993) que concluyen que una mayor experiencia docente incide en una visión absolutista de la ciencia, por lo menos en el nivel secundario de enseñanza. Otros autores (Carvajal y Gómez Vallarta, 2002 y Abd-El-Khalick et al, 2000), sugieren que los docentes de niveles superiores, expertos, poseen concepciones constructivistas y más elaboradas. Estos resultados se asocian con las conclusiones de Pecharoman y Pozo (2006) y Aldbrige et al (1997) acerca de que las concepciones se vuelven más complejas a medida que aumenta el grado de instrucción del sujeto. Por último, existen trabajos que señalan que las concepciones que poseen los profesores acerca de la naturaleza del conocimiento científico no pueden encuadrarse dentro de una corriente filosófica particular dado que responden desde diferentes posiciones dependiendo del aspecto particular sobre el que se les consulte (Manassero y Vazquez, 2000; Olafson, et al, 2006).

Estos resultados muestran que el problema es complejo, que aún faltan investigaciones que permitan tener un panorama más claro de la cuestión y que el análisis de las concepciones requiere ser abordado no sólo desde diferentes métodos que converjan, como lo sugieren Hammer y Elby (2002), sino también desde un marco teórico que las interprete más allá del nivel explícito en el que se ha trabajado en la mayor parte de los estudios realizados hasta el momento, ya que lo que los sujetos "dicen" no siempre se corresponde de manera unívoca con sus creencias, de carácter más profundo, más arraigadas, construidas a lo largo de su experiencia y de su propia historia profesional, más allá de la educación formal recibida en relación al tema (Strauss y Shylony, 1994).

Antecedentes de investigación en el campo de la biología

Con respecto al caso particular de los estudios realizados en el campo de la biología, podrían ser divididos en cuatro grupos: (a) aquellos que se han orientado a describir las concepciones epistemológicas de los biólogos, (b) los que han analizado las concepciones que poseen individuos de diferentes disciplinas respecto de cuestiones biológicas (Sinatra et al, 2003, Barajas

Perea et al, 2005), (c) los que se dedican a comparar las concepciones de los individuos en general entre cuestiones biológicas y cuestiones de otros campos del conocimiento (Estes et al, 2003) y (d) trabajos que comparan las concepciones de biólogos con individuos formados en otras ciencias (Langer et al 1993).

De modo similar a lo que ocurre con química, las investigaciones realizadas hasta el momento en el área de las concepciones de docentes universitarios en biología, son escasas. En general, se pueden encontrar trabajos que, o bien indagan las concepciones de estudiantes o indagan las concepciones de docentes, pero ubicando a los biólogos en un conjunto más amplio como lo es el de docentes de ciencias naturales.

En función del análisis de los resultados de investigación obtenidos hasta el momento, se plantearon para este estudio los siguientes objetivos:

1) Describir el contenido de las concepciones epistemológicas de carácter implícito en docentes universitarios de biología.

2) Analizar la naturaleza de las concepciones epistemológicas de carácter implícito en docentes universitarios de biología.

Marco conceptual: contenido y naturaleza de las concepciones epistemológicas

Con respecto al contenido de las concepciones epistemológicas, distintas investigaciones las exploran desde diferentes aspectos como, por ejemplo, la enseñanza, la inteligencia, el aprendizaje y la disciplina (Baxter Magolda, 1992, Hammer, 1994, Schommer, 1990). Sin embargo, la propuesta de Hofer y Printich, (1997), a la que adherimos en este trabajo, limita su contenido a qué es el conocimiento y cómo se conoce, considerando al resto cuestiones periféricas que, si bien son importantes, no hacen al corazón del problema.

Con respecto a la naturaleza de las concepciones, pueden encontrarse cinco marcos teóricos relevantes desde donde se ha interpretado el tema: (a) las concepciones como estadios de desarrollo cognitivo, (b) las concepciones como creencias, (c) las concepciones como teorías, (d) las concepciones como recursos y (e) las concepciones como representaciones implícitas.

(a) Las concepciones como estadios de desarrollo cognitivo: los estudios desarrollados bajo esta perspectiva teórica consideran que las concepciones epistemológicas tienen una naturaleza cognitiva evolutiva y pueden ser separables en dimensiones ortogonales (Perry, 1970, Kim y Kitchener, 1994). Se asume que las epistemologías personales se van modificando con el desarrollo a través de una secuencia que progresa en las habilidades para coordinar aspectos objetivos y subjetivos del conocimiento (Hofer, 2002) y en la forma en que se establecen e interpretan las relaciones entre el sujeto y el objeto. De los diferentes trabajos llevados a cabo en esta línea pueden destacarse los realizados por Baxter y Magolda (1992), Belenky et.al (1986) y los ya citados de Perry (1970) y Kim y Kitchener (1994).

(b) Las concepciones como creencias: esta postura teórica entiende que las ideas que las personas poseen sobre el conocimiento tienen carácter de creencias que afectan el proceso cognitivo (Schommer, 1990), pero que no

están organizadas dentro de estructuras complejas ni progresan siguiendo una secuencia determinada. Su naturaleza equivale a "trozos" de conocimiento independientes, constructos cognitivos a los que tiene acceso el individuo, suficientemente consistentes y estables (Hofer, 2004). Los trabajos realizados en esta línea, en general centran su atención en el análisis de las relaciones entre las creencias epistemológicas y cuestiones como la utilización de determinadas estrategias cognitivas (Schommer et. al, 1995), el desarrollo cognitivo (Kardash & Howell, 2000), la motivación (Schoenfeld, 1992), las estrategias de procesamiento de la información (Ryan, 1984), las estrategias de enseñanza (Hashweh, 1996), etc.

(c) Las concepciones como teorías: algunos autores consideran que las ideas respecto de la naturaleza del conocimiento y la cognición forman parte de una estructura coherente, que progresa siguiendo una secuencia lógica relacionada con el proceso de desarrollo mental y organizadas dentro de teorías personales (Hofer y Pintrich, 1997), no separables en dimensiones ortogonales. Son interpretadas como conceptos que se activan y relacionan durante la adquisición de conocimiento como un aspecto de la metacognición (Hofer, 2002).

(d) Las concepciones como recursos: desde este punto de vista, se entiende a las concepciones epistemológicas como recursos cognitivos que inicialmente se encuentran distribuidos en la estructura cognitiva en forma de "finos granos" poco relacionados entre sí, análogos a los p-prims de Disessa (1993). Sólo después de chequear la consistencia, la estabilidad y la articulación en diferentes contextos, se los podría considerar concepciones o creencias epistemológicas; de otra manera, serían sencillamente recursos. A pesar de que esta interpretación de las epistemologías personales como recursos que progresan a creencias adopta la idea de desarrollo, entiende que su devenir puede ser diferente para distintos dominios. Un mismo sujeto, por lo tanto, podría presentar un amplio rango de epistemologías.

(e) Las concepciones como representaciones implícitas: esta perspectiva comparte algunos supuestos tanto con la posición que entiende a las concepciones epistemológicas como teorías, como con la que las interpreta en términos de recursos (Marrero, 1993; Pecharromán et al. 2006). Con la interpretación de las concepciones como teorías comparte la idea de que, si bien no se las puede considerar al mismo nivel de las teorías formales desde el punto de vista de la coherencia e interrelación entre sus ideas constitutivas y conceptos, es lícito aceptar que guardan cierta consistencia respecto de otros criterios, quizás, de menor nivel de complejidad; sin embargo, difiere de este marco conceptual al considerar que no necesariamente se corresponden con niveles representacionales explícitos. Con la interpretación de las epistemologías personales como recursos, comparte la idea de que para diferentes dominios de conocimiento podrían corresponder distintas epistemologías, que en edades tempranas operarían a modo de recursos tácitos; no obstante, difiere en la manera de interpretar su evolución, ya que no considera que ocurra a medida que avanza la experiencia en la adquisición de conocimiento, sino a través de un proceso de redesccripción representacional (Karmiloff Smith, 1994), por medio del cual las representaciones implícitas se redesciben en formatos más

explícitos y más estables. Un ejemplo de trabajo realizado en esta línea es el de Baena (2000), de carácter cualitativo.

En este estudio, se trabajó bajo este último marco teórico, considerando a las concepciones epistemológicas como teorías implícitas.

Aspectos metodológicos

Tipo de estudio y definición de la variable.

Se realizó un estudio de tipo descriptivo de la variable *concepciones epistemológicas* en profesores universitarios de Biología.

Se analizó su *contenido* a partir de las dimensiones siguientes, adaptadas de Hofer y Printich (1997):

1) *Qué es el conocimiento* (ideas asociadas con la *posibilidad* del conocimiento, su grado de provisionalidad y su *esencia*) y

2) *Cómo se conoce* (ideas asociadas con el *origen* y el *método* o forma de acceder al conocimiento).

Para estas dimensiones se establecieron, a su vez, tres categorías, que llamamos Posición I, II y III y fueron definidas a partir de consultas bibliográficas (Hessen, 1972; Ferrater Mora, 1969; Feyerabend, 1975; Kuhn, 1988; Chalmers, 1988; Bunge, 2000) y de la opinión de expertos. La descripción detallada de las mismas se puede consultar en García, M. et al, (2007); la tabla 1 resume los aspectos que caracterizan cada posición.

Categoría	Posturas que predominan
Posición I	dogmatismo, realismo ingenuo, empirismo, objetivismo
Posición II	criticismo, realismo crítico, intelectualismo, objetivismo
Posición III	relativismo, fenomenalismo, apriorismo, subjetivismo

Tabla 1.- Caracterización de las categorías para las dimensiones de la variable concepciones epistemológicas.

Se analizó también la naturaleza de estas concepciones, para determinar si son creencias o tienen consistencia suficiente para ser consideradas teorías implícitas.

Una concepción se considera consistente cuando se activa o se usa de modo similar en situaciones o contextos que comparten rasgos estructurales comunes. Así, desde el marco teórico que entiende a las concepciones epistemológicas como creencias, no se espera encontrar un alto grado de consistencia en ellas dado que prevalece el carácter situado e idiosincrásico de las mismas (Disessa, 1993) y, por lo tanto, la consistencia no es un indicador relevante; en el caso de la perspectiva teórica que las entiende como estadios de desarrollo cognitivo, podría esperarse cierto grado de consistencia si se la evalúa en individuos que han alcanzado un nivel de desarrollo similar entre sí. Desde el enfoque de las teorías implícitas, en cambio, la consistencia es un factor fundamental.

En el presente trabajo, basado en la perspectiva teórica de las teorías implícitas, fue puesta a prueba la consistencia de las concepciones, evaluándola de un modo cuantitativo. Para ello, se utilizó el índice de Gómez Crespo et al. (2001), que es una medida de la consistencia de las respuestas de un sujeto a un test con varios ítems y diferentes categorías de respuesta, similares en cada ítem. Este índice mide la agrupación de las respuestas de una o varias categorías, teniendo en cuenta no sólo la categoría mayoritaria sino también las alternativas, asignando a cada sujeto una puntuación que permite efectuar análisis posteriores. Es una puntuación transformada (desde 0 a 1) de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las frecuencias de utilización de cada categoría de respuesta por cada sujeto:

$$IC = \frac{S - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}} \quad S = \sqrt{\sum f^2}$$

S= medida de la variabilidad del uso de las distintas categorías de respuesta por un mismo sujeto

fi= frecuencia correspondiente a la categoría i

Smin= valor mínimo que puede alcanzar S y que se obtiene cuando las respuestas se dispersan entre todas las categorías posibles.

Smax= valor máximo que puede alcanzar S y que se obtiene cuando las respuestas a todos los ítems se concentran en una única categoría.

Un aspecto relevante es que este índice mide la consistencia en cada sujeto y no entre sujetos, como lo hacen otros. Por otro lado, permite discriminar aquellos individuos que, aún no siendo plenamente consistentes, mantienen ciertas pautas de respuesta (por ejemplo, resulta más consistente el sujeto que alterna de modo sistemático entre dos teorías que el que usa tres o cuatro alternativas). En este estudio, consideramos que un valor mayor a 0.32 en este índice indica un nivel de consistencia adecuado a una teoría, ya que corresponde a un 60% de las respuestas dentro de una misma posición (I, II o III).

Instrumento de recolección de datos

Como el objetivo del estudio fue indagar concepciones implícitas, se utilizó un cuestionario de dilemas que permitió inferirlas a través de respuestas dadas frente una situación contextualizada y no a partir de preguntas directas.

Para su construcción, se analizaron distintos cuestionarios ya elaborados (MCTP, de McGinnis et al, 1997; el BASSSQ, de Aldbridge, Taylor y Chi Chen, 1997; el VASS, de Halloun y Hestenes', 1998 y el MPEX, de Redish et al, 1998) que, si bien fueron tenidos en cuenta para el diseño del instrumento, no se utilizaron tal como se presentaban porque no se ajustaban al objetivo del estudio.

El instrumento definitivo consistió en un cuestionario compuesto por 9 dilemas, cada uno de ellos destinado a evaluar alguna de las dos dimensiones de la variable, con tres opciones de respuesta,

correspondientes a las tres categorías establecidas (Posiciones I, II y III) que fue sometido a un proceso previo de validación (García, M. et al, 2007).

La tabla 2 muestra los ítems del instrumento (dilemas) que fueron seleccionados para indagar cada dimensión de la variable.

	Qué es el conocimiento		Cómo se conoce	
Dilemas	Posibilidad	D5, D7, D8	Origen y Método	D4, D7, D9
	Esencia	D1, D2, D3		

Tabla 2.- Dilemas por dimensiones de la variable.

El instrumento completo se presenta en el anexo de este artículo.

Participantes

La muestra fue de tipo no probabilístico, con sujetos tipo y estuvo compuesta por 25 docentes universitarios de biología, profesores o asistentes, regulares o interinos, con un año como mínimo de permanencia en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

Resultados

En base al objetivo del estudio, se analizó tanto el *contenido* como la *naturaleza* de las concepciones epistemológicas relacionadas con el conocimiento científico de docentes universitarios de Biología. Los resultados se presentan a continuación, por separado para cada aspecto analizado.

1) Resultados obtenidos acerca del contenido de las concepciones epistemológicas

Como se señaló anteriormente, el contenido de las concepciones sobre el conocimiento científico se indagó en base a dos grandes dimensiones:

- a) Qué es el conocimiento (posibilidad y esencia)
- b) Cómo se conoce (origen y método)

A partir de las respuestas de los docentes al cuestionario se realizaron los siguientes análisis:

Para determinar si la distribución de las respuestas entre las tres posiciones a cada dilema se ajusta a una distribución teórica uniforme, se aplicó la prueba de bondad de ajuste no paramétrica chi-cuadrado. Se comparó la distribución empírica de las respuestas en la variable categórica "Concepciones Epistemológicas" con una distribución en la que las tres categorías tienen la misma frecuencia de respuesta.

Como puede verse en la tabla 3, la distribución de respuestas para las tres posiciones no es uniforme en ninguno de los dilemas, lo que sugiere que en todos los casos, hay al menos una opción de respuesta que predomina sobre el resto.

	D1	D2	D3	D4	D6	D7	D8	D9	D10
Chi-Square (a,b)	17,360	3,240	4,840	14,480	11,560	3,240	7,760	8,240	1,000
Asymp. Sig.	,000	,001	,000	,001	,001	,000	,021	,016	,003

Tabla 3.- Resultados prueba de bondad de ajuste.

Posteriormente se calculó el porcentaje de frecuencia para cada alternativa de los dilemas del cuestionario vinculados a ellas; la figura 1 presenta los resultados obtenidos.

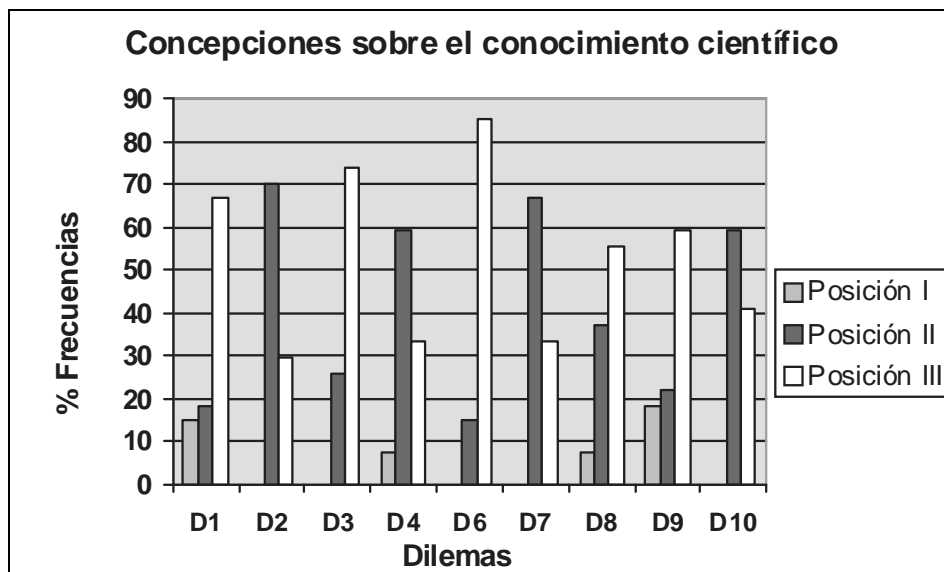


Figura 1.- Contenido de las concepciones epistemológicas de los docentes de Biología sobre la posibilidad, origen y método del conocimiento científico.

Un análisis general de estas dos dimensiones, muestra un predominio de la Posición III (relativista) en los dilemas 1, 3, 5, 7 y 8 y de la Posición II (realista crítica) en los dilemas 2, 4, 6 y 9.

Si se analizan por separado las dos dimensiones de la variable, se puede observar que:

a) Con respecto a la pregunta ¿Qué es el conocimiento?, en los dilemas relacionados con la esencia (1, 2, 3) no aparece una única posición que defina una concepción predominante, ya que mientras que en los dilemas 1 y 3, predomina la Posición III (relativismo), en el dilema 2 lo hace la Posición II (realismo crítico). Con respecto a la posibilidad del conocimiento (Dilemas 5, 7 y 8) claramente predomina la Posición III. La Posición I (dogmatismo) sólo toma valores relevantes en el dilema 1 (14,8%) y en el dilema 8 (18,5%).

b) Con respecto a la pregunta ¿Cómo se conoce? (Dilemas 4, 6 y 9), predomina claramente una postura realista crítica (Posición II).

Al calcular la moda para las dos dimensiones de la variable, con el objetivo de determinar si existen variaciones en la posición que más veces

se selecciona al cambiar la naturaleza de lo que se pregunta, se obtuvo para qué es el conocimiento era 3 y para cómo se conoce 2.

Los resultados indican que los docentes universitarios de biología adoptan posiciones predominantemente relativistas respecto de la posibilidad y la esencia del conocimiento científico, pero asumen posiciones intelectualistas o realistas críticas con relación al proceso de adquisición de ese conocimiento.

2) Resultados obtenidos acerca de la naturaleza de las concepciones epistemológicas.

Se calculó el índice de consistencia - según la fórmula detallada anteriormente - para cada sujeto y luego se determinó el promedio entre todos los índices obtenidos, lo que arrojó el resultado de 0,27417431

En base al criterio adoptado (un resultado superior a 0,32 se considera consistente), puede decirse que las concepciones sobre el conocimiento científico de los docentes universitarios de biología que participaron del estudio, no alcanzan el índice mínimo esperado para ser consideradas teorías implícitas, adquiriendo características de creencias con un menor grado de consistencia interna.

Conclusiones

En este estudio se ha analizado el *contenido* y la *naturaleza* de las concepciones epistemológicas de docentes universitarios de biología.

Los resultados mostraron, con respecto al *contenido*, que los docentes poseen concepciones epistemológicas implícitas que oscilan entre la Posición II (correspondiente al Realismo Crítico) y la III (correspondiente al Relativismo).

El siguiente análisis descriptivo permite caracterizarlas con más detalle:

Desde el punto de vista de la *posibilidad del conocimiento*, adhieren al relativismo, al considerar que no existen verdades universalmente válidas; la realidad es una construcción consensuada por una comunidad, donde se produce una apariencia de objetividad. La realidad de los seres vivos está en la biología, como la percepción y la construcción de la realidad. En relación con esto, Rebollo (1998) ha proporcionado resultados que muestran que prácticamente la totalidad de las personas de su investigación, licenciados en Biología o en Química, admite el cambio de conceptos y teorías científicas, concediendo un estatus temporal al conocimiento científico. Esta visión dinámica del conocimiento científico es asumida también por una gran mayoría de estudiantes de profesorado (Thomaz et al., 1996).

Con respecto a la *esencia del conocimiento*, no se los puede encuadrar dentro de una posición en particular ya que las concepciones oscilan entre el realismo crítico y el fenomenalismo. Todo parece indicar que el tema sobre el cual se pregunta influye en la respuesta, ya que cuando los dilemas se relacionan con temas de física o química, las respuestas son relativistas mientras que en temas más asociados a la biología (como la discusión mente/cerebro), sus posiciones se ubican en el realismo crítico. Esta

combinación de categorías según cambia la dimensión en que se indagan las concepciones en docentes universitarios, fue encontrada también por Acevedo Díaz y Acevedo Romero (2000). A su vez, el caso particular de concepciones que unen posiciones relativistas con ciertos rasgos del inductivismo ha sido descrito por Kouladis y Ogborn (1989) en docentes en formación. Resultados similares en cuestiones relacionadas con la esencia del conocimiento se encuentran en los trabajos de Manassero y Vázquez (2000) y Pesa et al. (2000). En otros trabajos, como el de Acevedo (1994), si bien encuentran las dos posturas descritas, predomina la posición realista desde el punto de vista ontológico.

Otra explicación para este resultado compartido entre dos posiciones filosóficas podría plantearse dentro de la biología misma, a partir de "la doble mira epistemológica" planteada por Piaget (1979) en su libro *Epistemología de la Biología*. Para Piaget, aparece cierta ambigüedad al definir a la biología como ciencia que resulta, no de la vaguedad de los términos utilizados sino de la realidad biológica en sí. Por un lado, se puede abordar lo viviente en la medida en que es, precisamente un "ser", es decir una totalidad identificable, o bien en la medida en que es el foco de un gran número de "fenómenos". Estos dos criterios se inspiran en dos tipos diferentes de inteligibilidad: uno aristotélico y el otro cartesiano. Cabe destacar que los dilemas relacionados con aspectos biológicos han sido planteados fundamentalmente desde el segundo criterio y esto puede haber tenido alguna incidencia en el tipo de respuestas dadas por los docentes.

Con respecto al *origen del conocimiento* suponen que si bien se comienza por la experiencia, luego interviene la razón para extraer conceptos generales. Para los docentes que participaron del estudio, tanto la razón como la experiencia son necesarias, aunque no suficientes por separado, para obtener conocimiento científico, aproximándose así al "racioempirismo" descrito por Bunge (2000). Resultados similares respecto del papel fundamental de la experiencia, especialmente la percepción sensorial en la formación de las ideas, fueron encontrados por Barajas Perea et al (2005) que indagaron también a profesores universitarios de biología. Comparando los resultados obtenidos aquí con los de otros estudios sobre el tema, se puede decir que este trabajo aporta evidencia empírica en línea con las investigaciones que señalan que, a mayor grado de instrucción, las posiciones son más informadas (Pecharomán et al, 2006; Aldbrige et al 1997) ya que si bien las concepciones de los docentes que compusieron la muestra no responden a una línea filosófica en particular, en ambas dimensiones se puede considerar que las concepciones poseen cierto grado de elaboración.

Con respecto a la *naturaleza de las concepciones*, el análisis de consistencia muestra que las concepciones epistemológicas de los docentes que participaron de este estudio no pueden ser consideradas como teorías implícitas sino como creencias ya que tienen menor grado de articulación, es decir, menor coherencia interna, menor organización conceptual de los contenidos y menor estabilidad (Rodrigo, 1993). Sin embargo, niveles de consistencia aceptables han sido encontrados en los trabajos realizados por Pesa et al. (2000), Dunkin, (2002); Fox, (1983); Pratt, (1992); Sherman et al. (1987) y Norton, et al. (2005), aunque cabe aclarar que los mismos han sido medidos de otra manera, en forma cualitativa o cuantitativa, y a través

de métodos descriptivos, comparando porcentajes de respuestas intersujeto o analizando las concepciones en distintos contextos o, como en el caso de Norton et al. (2005).

Para finalizar, puede señalarse que si bien el modo y la intensidad de la influencia que ejercen las concepciones epistemológicas de los profesores sobre su práctica docente es un tema aún en debate (Lederman y Druger, 1985; Lederman y Zeidler, 1987; Gess-Newsome y Lederman, 1995), diversas investigaciones muestran que restringen el tipo de representaciones a activar frente a una situación particular, haciendo que transmitan a sus alumnos una visión de la ciencia desde la perspectiva de sus propias concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico (Duschl & Whight, 1989; Nespor, 1987; Pajares, 1992 y Porlan, 1994, Schoenfeld, 1988).

Referencias bibliográficas

Abd-el-Khalic, F. y N.G. Lederman (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.

Acevedo Díaz, J. y G. Acevedo Romero (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. *Bordón*, 52, 1, 5-16.

Acevedo, J.A. (1994). Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125.

Aldridge, J.; Taylor, P. y Ch. Chi Chen (1997). Development, Validation and Use of the Belief about Science and School Science Questionnaire. En: <http://www.chem.arizona.edu/tpp/basssq.pdf>.

Baena, M.D. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 2, 217-226.

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., 3036.

Baxter Magolda, M.B. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-relates patterns in students' intellectual development*. San Francisco: Jossey Bass.

Belenky, M.F., Clinchy, B.M., Goldberger, N.R., y J.M. Tarule (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice and mind*. New York: Basics Books.

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

Carr, W. y S. Kemmis (1990). *Teoría crítica de la Educación*. Barcelona: Laertes.

Carvajal Cantillo, E. y M.R. Gómez Vallarta (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la

naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7, 16, 577-602.

Chalmers, A. (1988). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Buenos Aires: Siglo XXI.

Disessa, A. (1993). Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225.

Duchl, R. A. y E. Wright (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 6, 467-501.

Dunkin, M. (2002). Novice and award-winning teachers' concepts and beliefs about teaching in higher education: Effectiveness, efficacy and evaluation. En: N. Hativa y J. Goodyear (Eds.) *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education* (pp.41-58). United States: Springer.

Estes, D. Chandlerb, M. Horvath, K. y D. Backus (2003). American and British college students' epistemological beliefs about research on psychological and biological development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 23, 6, 625-630.

Ferrater Mora, J. (1969). *Diccionario de Filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.

Feyerabend, P. (1975). *Against method: outline of an anarchistic theory of knowledge*. London: New Left Books.

Fourez, G. (1994). *La Diversidad de Metodologías Científicas*. Madrid: Narcea.

Fox, D. (1983). Personal theories of teaching, *Studies in Higher Education*, 8, 151-163.

Fraser, B. y K. Tobin (1998). *International Handbook on Science Education*. London: Kluber Academic Publishers.

Gabel, D.L. (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Mac Millan.

García, M., Mateos, M. y S. Vilanova (2007). Las concepciones epistemológicas de los profesores universitarios de química. *Educación Química*, 18, 2, 174-180.

Gess-Newsome, J. y N.G. Lederman (1995). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 301-325.

Gil, D. y A.M. Pessoa (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias. *Educación Química*, 11, 2, 244-251.

Gomez Crespo, M.A. y J.I. Pozo (2001). La consistencia de las teorías sobre la naturaleza de la materia: una comparación entre las teorías científicas y las teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 24, 4, 441-459.

Halloun, I. y D. Hestenes (1998). Interpreting VASS dimensions and profiles. *Science & Education*, 7, 6, 553-577.

Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12, 2, 151-183.

Hammer, D. y A. Elby (2002). On the form of a personal epistemology. En B. K. Hofer y P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: the psychology of beliefs about knowledge and knowing*, (pp. 169-190). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hashweh, M.Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 47-63.

Hativa, N. (2000). Teacher thinking, belief, and knowledge in higher education: an introduction. *Instructional Science*, 28, 331-334.

Hessen, J. (1972). *Teoría del conocimiento*. Buenos Aires: Espasa Calpe.

Hodson, D. (1994). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science education*, 14, 541-562.

Hofer, B.K. y P.R. Pintrich (Ed.) (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hofer, B.K. (2004). Epistemological understanding as a metacognitive process: Thinking aloud during online searching. *Educational Psychologist*, 39, 1, 43-56.

Hofer, B.K. y P.R. Pintrich (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 1, 88-140.

Hofer, B.K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378-405.

Kardash, C.M. y K.L. Howell (2000). Effects of epistemological beliefs and topic-specific beliefs on undergraduates' cognitive and strategic processing of dual-positioned text. *Journal of Educational Psychology*, 92, 524-535.

Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la Modularidad*. Madrid: Alianza.

Kim, P.M. y K.S. Kitchener (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.

Koulaidis, V. y J. Ogborn (1989). Philosophy of Science: an Empirical Study of Teachers' views, *International Journal of Science Education*, 11, 2, 173-184.

Koulaidis, V. y J. Ogborn (1995). Science Teachers's Philosophical Assumptions: How well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17, 3, 273-283.

Kuhn, T. (1988). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Lakin, S. y J. Wellington (1994). Who will teach the "nature of science"? Teachers' view of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 2, 175-190.

Langer, J.A. (1993). Teaching disciplinary thinking in academia coursework. En J.N. Mangieri y C.C. Block (Eds). *Creating powerful thinking in teachers and students: Diverse perspectives* (pp. 82-109). New York: Harcourt Brace.

Lederman, N.G.; Schwartz, R.; Abd-el-Khalick, F. y L. Bell (2001). Pre-Service teachers' understanding and teaching of Nature of Science: An intervention study. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 1, 2, 135-160.

Lederman, N.G. y M. Druger (1985). Classroom factors related to changes in students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 649-662.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 9, 771-783.

Lederman, N.G. y D.L. Zeidler (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education*, 71, 721-734.

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

Marrero, J. (1993). Las teorías implícitas del profesorado: vínculo entre la cultura y la práctica de la enseñanza. En M. J. Rodrigo, A. Rodríguez y J. Marrero (Ed.) *Las teorías implícitas: Una aproximación al conocimiento cotidiano* (pp.243-276). Madrid: Visor.

Mc Ginnis, S., Greber A. y T. Watanabe (1997). Development on an instrument to measure teachers candidates' attitudes and beliefs about the nature of and the teaching of mathematics and science. En: *Annual meeting of the National association for Research in Science teaching*, (pp.21.24). Oak Brook Illinois, March.

Medina, A. Zimancas, K. y C. Garzon (1999). El pensamiento de los profesores universitarios en torno a la enseñanza y demás procesos implícitos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2, 1, 1-8.

Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 4, 317-328.

Norton L., Richardson J. y J. Hartley (2005). Teachers' beliefs and intentions concerning teaching in higher education. *Higher Education*, 50, 4, 537-571.

Olafson, L. y G. Schraw (2006). Teachers' beliefs and practices within and across domains. *International Journal of Educational Research*, 45, 1-2, 71-84.

Pajares, M.F. (1992). Teachers' belief and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.

Pecharromán, I. y J.I. Pozo (2006). ¿Cómo sé que es verdad? Epistemologías intuitivas de los estudiantes sobre el conocimiento científico. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11, 2, 88-98.

Perry, W.G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Piaget, J., Meyer, F. y S. Paper (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico: Epistemología de la Biología*. Paidós: Buenos Aires.

Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77, 3, 261-278.

Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. y R. Martín del Pozo (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 2, 271-288.

Porlán, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores. El caso de los estudiantes de magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22, 67-84.

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.

Redish, S.R. y S. Jeffery (1998). Student Expectations in University Physics: MPEX. The Maryland Physics Expectations Survey En: <http://www.physics.umd.edu/rgroups/ripe/perg/expect/mpex.htm>

Ryan, M.P. (1984). Monitoring text comprehension: Individual differences in epistemological standards. *Journal of Educational Psychology*, 76, 1226-1238.

Schoenfeld, A. (1988). When a good teaching leads to bad results: The disasters of "well taught" mathematics classes. *Educational Psychology*, 23, 145-166.

Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. En: D.A. Grows (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-379). New York: MacMillan.

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.

Schommer, M. y K. Walker (1995). Are epistemological beliefs similar across domains? *Journal of Educational Psychology*, 87, 3, 424-432.

Sherman, S., Judd, Ch. y P. Bernadette (1987). Social Cognition. *Annual Review of Psychology*, 40, 281-326.

Sinatra, G.M.; Sutherland, S.A., McConaughy, F. y J.W. Demastes (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.

Strauss, S. y T. Shilony (1994). Teachers models of children´s minds and learning. En Hirschfeld y Gelman (Ed.), *Mapping the mind* (pp. 455-473). Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

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.