

Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología

University teachers' conceptions about science and science learning, and how they address the promotion of scientific skills in Biology teacher-training

Carolina Martínez Galaz
Universidad de Barcelona; Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación.
carolinamartinez@ub.edu

Corina González Weil
Instituto de Biología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
corina.gonzalez@ucv.cl

RESUMEN • Esta investigación indaga en las concepciones de un grupo de profesores universitarios chilenos. Nuestro objetivo fue relacionar sus visiones acerca de qué es la ciencia y cómo esta se aprende. También se analizó información acerca de las competencias científicas que declaran promover los docentes, y su relación con las concepciones señaladas. La investigación es mixta, y mediante la aplicación de un cuestionario y la realización de entrevistas se recoge información de las variables en estudio. Los resultados evidenciaron una relación positiva entre la visión empirista de ciencia y la visión de transmisión-recepción del aprendizaje; también la existencia de una relación positiva entre la visión constructivista del aprendizaje y la declaración del fomento de competencias.

PALABRAS CLAVE: concepciones epistemológicas; concepciones pedagógicas; competencia científica; formación docente inicial; docencia universitaria.

ABSTRACT • This research explores the conceptions about science of a group of Chilean University teachers, with the aim of relating their visions as to what science is and how it is learned. In addition, we analysed information about the scientific skills that they claim to promote in their classes, and how this relates to their conceptions. The study is a mixed investigation, in which the information on the study variables was recorded through a questionnaire and interviews. The results showed the existence of a positive relation between an empirical view of science and the traditional view of science learning; we also found a positive relation between the constructivist view of learning and the teachers' claims that they promote scientific skills.

KEYWORDS: epistemological conceptions; pedagogical conceptions; scientific skills; pre-service teacher education; university teaching.

Fecha de recepción: enero 2012 • Aceptado: marzo 2013

Martínez Galaz, C. P. y González Weil, C. U. (2014). Concepciones del profesorado universitario acerca de la ciencia y su aprendizaje y cómo abordan la promoción de competencias científicas en la formación de futuros profesores de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp. 51-81

INTRODUCCIÓN

Desde que aumentaran los estudiantes en las aulas universitarias y los enfoques acerca de la formación por competencias, el profesorado universitario se ha visto involucrado en nuevos procesos de transformación e innovación (Barnett, 2001). Se comienza a configurar un nuevo perfil docente que debe asegurar una docencia de calidad, para formar profesionales capacitados que actúen como ciudadanos responsables, competentes y comprometidos con el desarrollo social (Bozu y Canto, 2009; Galán, 2007; UNESCO, 1998). El caso del profesorado universitario, que forma a futuros profesores de biología de secundaria, no está exento de esta demanda, lo que ha generado interrogantes al desconocer qué visión de ciencia y de su aprendizaje se está enseñando en las aulas universitarias y si existe alguna vinculación al actual escenario de promoción de competencias científicas que se impulsa desde el sistema escolar. La escasez de estudios que indaguen en las experiencias, perfiles, prácticas y ambientes de formación del profesorado universitario de ciencias (Mellado, 1999) dificultan esta tarea, pero nos impulsan a recoger información que podría resultar relevante en el ámbito de la formación inicial del profesorado de biología de secundaria.

Sabemos que los docentes tienen actitudes y pensamientos que influyen sobre su práctica profesional, las cuales se han ido construyendo desde su paso por la formación inicial, y que son reelaboradas continuamente a lo largo de su experiencia docente (Da-Silva *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2001; Mellado, 1996). Comprendemos en acuerdo con Jones y Carter (2007) y Maiztegui *et al.* (2000), que estas concepciones influyen en la mayoría de las acciones que se llevan a cabo en las aulas; pudiendo condicionar la visión de ciencia que se enseñará a los estudiantes. De esta forma, la concepción de cómo se construye el conocimiento y de cómo creemos que los estudiantes aprenderán la Ciencia, está presente en muchas de las acciones y decisiones que se toman sobre las prácticas (Da-Silva *et al.*, 2007; Jones y Carter, 2007; Gil y Rico, 2003). Es así que el estudio de las concepciones docentes ha centrado su interés en conocer las visiones epistemológicas y pedagógicas del profesorado de ciencias, investigaciones que se han desarrollado mayormente en el ámbito de la educación secundaria ya sea con profesores en formación o en ejercicio (Gil y Rico, 2003; Porlán *et al.*, 1998); pero que son de relevancia para contextualizar la presente investigación y orientar los principales constructos que se abordan.

Acerca de las concepciones, varios autores (De Faria, 2008; Jones y Carter, 2007; Gil y Rico, 2003; Sánchez, 2001) se refieren a las distintas teorías que las personas elaboran respecto de determinados conceptos. Estas construcciones mentales buscan proporcionar explicaciones de los fenómenos, interactuando el conocimiento formal e informal. De este modo, las personas construyen sus concepciones buscando ser capaces de interpretar y comprender el mundo, acción que para Sánchez (2001) es una característica inherente a la condición humana. De Faria (2008) entiende las concepciones como una estructura global que abarca las creencias, los significados y las preferencias; mientras que Gil y Rico (2003) establecen que las concepciones se relacionan con los marcos implícitos de conceptos que son esencialmente de naturaleza cognitiva. Es así que las concepciones cuentan con un carácter de subjetividad menor y se apoyan en las explicaciones lógicas, al mismo tiempo que se constituyen en un conjunto de conocimientos vinculados entre sí, en donde se da respuesta a nuevos cuestionamientos mediante la resignificación (Sánchez, 2001). En el caso del presente estudio se indaga en las concepciones acerca de la ciencia y de su aprendizaje, recogiendo información de las concepciones epistemológicas y pedagógicas (figura 1). Estas concepciones emergen de las experiencias de aprendizaje formales y no formales y sirven de marco para construir y evaluar las propias prácticas de enseñanza (Jones y Carter, 2007). Si bien las concepciones pedagógicas y epistemológicas de los docentes son clave para comprender y reformar la educación en ciencias, aún son poco comprendidas. Por lo anterior, se requieren más investigaciones que ayuden a entender la complejidad de las concepciones docentes y su relación con la práctica docente (Jones y Carter, 2007).

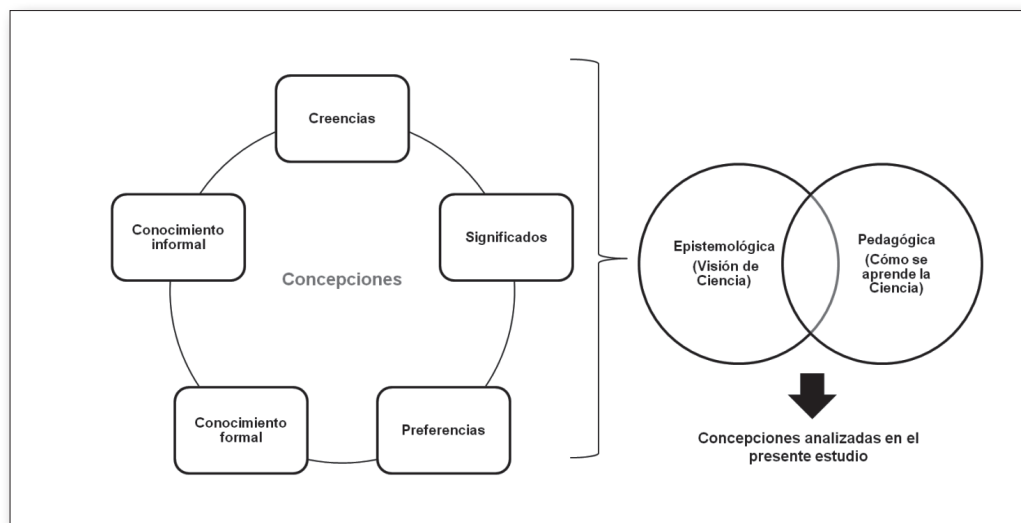


Fig. 1. Esquema con las características de las concepciones y que explicita las concepciones investigadas en este estudio

Algunos antecedentes que orientan este trabajo son las investigaciones realizadas con docentes de educación secundaria ya sea en formación inicial o continua. Estos estudios por lo general, dan cuenta de una tendencia hacia una visión positivista del conocimiento científico (Porlán y Martín del Pozo, 2002; Porlán *et al.*, 1998; Sanmartí 2002; Suárez y López-Guazo 1993). Tal visión de ciencia positivista supone un obstáculo para el proceso de enseñanza de las ciencias desde una mirada constructivista y acorde al desarrollo de la alfabetización en ciencias. Estudios como el de Porlán y Rivero (1998) exponen que la visión del profesorado es cercana a una concepción empirista de la ciencia, la que es predominante en los docentes con más años de experiencia profesional y en aquellos que además se han especializado en el ámbito científico. En la misma línea, Gallagher (1991) sostiene que los profesores tienen una imagen positivista de la ciencia y una visión inductiva y superficial de la metodología científica, donde enfatizan el método científico y la naturaleza objetiva de la ciencia (Jones y Carter, 2007). La investigación de Zelaya y Campanario (2001) con 62 profesores de ciencia de secundaria, también evidenció que los docentes tienden a considerar a la ciencia como el estudio directo de la realidad, cuyo principal argumento es la utilización de un procedimiento rígido y objetivo, como el método científico. Pese a esta tendencia evidente también cabe destacar que, aunque en menor proporción, el propio estudio de Zelaya y Campanario (2001) revela que un grupo menor de profesores conciben al conocimiento científico como el resultado de la interacción entre el pensamiento y la realidad, acercándose a visiones menos tradicionales. Así mismo, Porlán y Rivero (1998) identifican en su estudio visiones menos tradicionales, pero en aquellos sujetos que son estudiantes de pedagogía o profesores con menor experiencia. Mellado (1999) comenta que el profesorado universitario tendría una visión simplista de la ciencia, limitándose a los conocimientos conceptuales y olvidando sus aspectos históricos, sociales o metodológicos.

En el ámbito de las concepciones acerca del aprendizaje de la ciencia, las investigaciones han identificado predominancia de una visión tradicional entre el profesorado de ciencias de secundaria (Gil y Rico, 2003; Martinic y Vergara, 2007; Sánchez, 2005). Los docentes tienen una visión limitada de su papel como educadores, suponiendo que el aprendizaje implica muchas veces la absorción de conocimiento, en donde la evaluación se utiliza solo para verificar si los estudiantes recuerdan los contenidos entregados por ellos. En este contexto, el estudio de Hewson *et al.* (1999) realizado en estudiantes de último año de pedagogía en biología da cuenta de una concepción de enseñanza-aprendizaje tradicio-

nal. En la investigación, los autores evidencian en los futuros profesores una concepción transmisiva de la enseñanza, donde los conocimientos previos de los estudiantes son ignorados y las metodologías se restringen a la exposición de teorías y prácticas científicas con fines ilustrativos. Así mismo, Porlán y Rivero (1998) identifican en sus estudios la misma tendencia. Los docentes conciben la enseñanza científica desde un paradigma tradicional, en donde sus acciones se fundamentan en la transmisión de los contenidos a los estudiantes. Los investigadores además identifican, en un grupo de profesores, una visión tecnológica del aprendizaje, la que concibe la enseñanza desde la racionalidad instrumental. Esto implica que el profesor es capaz de aplicar en el aula las técnicas preestablecidas a través de la planificación, realizando todas las acciones que estarían definidas. Si bien esta concepción de enseñanza aún se asemeja a la visión más tradicional, los autores de la investigación han optado por diferenciarla de esta última. El estudio de Zelaya y Campanario (2001) también evidencia por parte de los docentes la misma visión de aprendizaje basada en la relación transmisión-recepción, pero a la vez reconoce la existencia de visiones metodológicas asociadas a la construcción de un pensamiento científico que supere el conocimiento cotidiano, proponiendo a los estudiantes la realización de problemas y el trabajo colaborativo como elementos de importancia que hay que promover en el aula. Tal característica, si bien puede resultar contradictoria, muestra la coexistencia y superposición de visiones que tiene el profesorado, y que influyen en su quehacer profesional. Es decir, el docente puede tener una visión tradicional de la enseñanza e implementar en el aula prácticas más cercanas a un modelo constructivista o viceversa. En este mismo contexto, investigaciones como la de Mellado (1996) reafirman la existencia de cierta complejidad en las concepciones pedagógicas, dada esta coexistencia de visiones. Otro estudio como el de Hashwech (1996), quien investiga a 35 profesores de ciencias con diferentes grados de experiencia y de diferentes niveles educativos, encontró que profesores con concepciones más constructivistas respecto del aprendizaje y la enseñanza están más capacitados para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, llevar a cabo un variado uso de estrategias metodológicas, usar actividades para propiciar el cambio conceptual e identificar herramientas de enseñanza efectivas. En el ámbito de la enseñanza universitaria, uno de los pocos estudios identificados en esta temática, reveló que el 35% de los participantes de la investigación (119 docentes de un total de 346) tendrían una concepción de aprendizaje tradicional, lo que contempla a docentes con y sin formación pedagógica (Sánchez, 2005). Mellado (1999) también afirma tal tendencia, pero reconoce que hay profesores universitarios que consideran los conocimientos previos de sus estudiantes en el momento de enseñar. Pese a que esta acción podría acercarse a visiones más constructivistas del aprendizaje, el autor comenta que el profesorado aún responsabiliza al estudiante de su éxito o fracaso en el proceso de aprender.

Con relación a la vinculación de las concepciones pedagógicas y epistemológicas con el fomento de competencias científicas, cabe precisar que no se han encontrado estudios que indaguen en esta temática en el contexto universitario chileno. Pese a esto, lo que sí debemos tener en cuenta es que la adquisición de elementos básicos para una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología es una demanda actual de la educación científica (Macedo y Katzkowicz, 2005), y que de alguna forma los sistemas educativos deben comenzar a promover. De hecho, en Chile, los actuales estándares orientadores para la formación de profesores de biología secundarios (MINEDUC, 2012) indican explícitamente la necesidad de que los profesores de biología de Educación Secundaria presenten ciertas competencias científicas (en Chile llamadas *habilidades de pensamiento científico*) y que además estén capacitados para promoverlas en sus futuros alumnos. De esta manera, señalan que el profesor de biología secundario deberá: «Dominar las habilidades y procedimientos involucrados en el proceso de generación de conocimiento científico, tales como:

- Formular preguntas, distinguiendo aquellas que pueden responderse a través de una investigación científica,
- Plantear hipótesis y elaborar predicciones en base a ellas,
- Identificar variables [independiente(s), dependiente(s), controlada(s)],
- Generar procedimientos de control de variables,
- Medir, recolectar y registrar datos en forma adecuada y pertinente con la pregunta de investigación,
- Analizar e interpretar los datos y evidencia obtenida,
- Elaborar conclusiones y establecer el rango en que las conclusiones de una investigación o experimento pueden considerarse válidas,
- Elaborar modelos y analizar su pertinencia,
- Evaluar conclusiones obtenidas o formular conclusiones alternativas,
- Comunicar sus conclusiones a la comunidad. (MINEDUC, 2012:180-181)

Por otra parte, y al consultar la opinión a profesores y académicos chilenos sobre la importancia de diferentes competencias asociadas a la profesión de profesor de ciencias, las competencias «pensamiento crítico» e «indagación científica», ambas relacionadas con la idea de competencia científica, aparecen dentro de las cinco consideradas como más importantes (Galaz et al., 2010).

Además, según un estudio de Cofré et al. (2010), cerca del 45% de los cursos que se dictan en las carreras de Pedagogía en ciencias para Educación Secundaria corresponden a cursos de ciencias, los cuales deberían ser la instancia por excelencia en donde se desarrollen las competencias científicas de los estudiantes. No obstante, otro estudio señala que, por ejemplo, al analizar el trabajo de laboratorio de los cursos de ciencia que se realizan a nivel universitario con los estudiantes de pedagogía en ciencias, este suele ser tipo «receta de cocina», sin promover procesos científicos de orden intermedio o superior como inferir, formular hipótesis, predecir, diseñar experimentos o formular modelos (González-Weil et al., 2009). Adicionalmente, según Cofré et al. (2010), apenas el 5,7% de los cursos de las carreras de Pedagogía en ciencias en Chile corresponden a cursos de Didáctica de las ciencias. Este resultado señala una clara debilidad de la formación docente, más aun cuando Martínez et al. (2002) señalan en un estudio que contrasta 103 docentes, con y sin formación en didáctica, que este tipo de formación incide en el uso de una mayor variedad de estrategias de enseñanza (menos focalizado en el libro de texto), así como mayor madurez en los planteamientos que realizan los docentes acerca de su labor. Del mismo modo, cursos relacionados explícitamente con Naturaleza de la Ciencia, están totalmente ausentes del currículum (Cofré et al., 2010), lo cual sería negativo, ya que una cierta visión epistemológica del conocimiento científico constituye una necesidad en el profesorado de ciencias (Martínez et al., 2001, 2002).

En consecuencia, investigar si el profesorado universitario declara fomentar competencias científicas en sus estudiantes de pedagogía, y a su vez el conocer cómo estas declaraciones se vinculan con sus concepciones pedagógicas/ epistemológicas, nos permite conocer si efectivamente las concepciones de los docentes universitarios se articulan con los actuales escenarios de alfabetización en ciencias. El impacto que puede tener esta promoción de competencias, una vez que los futuros profesores se insertan en el mundo laboral, podría resultar efectivo para la alfabetización científica de la población, siempre y cuando se haya fomentado en ellos la adquisición de tales capacidades.

OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo del estudio es conocer las concepciones epistemológicas y pedagógicas que tienen los profesores universitarios, además de relacionar estas concepciones entre sí. También se busca relacionar las concepciones pedagógicas y epistemológicas que poseen los docentes con la declaración que ellos

hacen del fomento de competencias científicas que promoverían en sus estudiantes. De esta forma, las preguntas que guían la investigación son:

- ¿Cuáles son las concepciones que tiene el profesorado universitario acerca de la ciencia y de cómo esta se aprende y enseña? ¿Se relacionan ambos tipos de concepciones?
- ¿Qué competencias científicas declaran promover los profesores universitarios en sus clases? ¿Existe alguna relación entre las concepciones pedagógicas y epistemológicas del profesorado y el tipo de competencias científicas que declaran promover?

DISEÑO Y METODOLOGÍA

El presente trabajo corresponde a una investigación mixta, en donde el análisis cuantitativo de datos recogidos a través de un cuestionario se complementó y contrastó con lo analizado de manera cualitativa a través de entrevistas.

Participantes

Corresponden a un grupo de profesores universitarios chilenos, que realizan clases en la carrera de Pedagogía en Biología para Educación Secundaria. En Chile, las carreras de Pedagogía en ciencias son dictadas por universidades y tienen una duración de 4,5 a 5 años. Participan de este estudio 13 docentes de un total de 18.

Los profesores imparten las asignaturas en modalidad teórica o práctica, vinculadas a la formación disciplinar biológica de la carrera, y abordan las áreas de genética, microbiología, evolución, botánica, ecología, anatomía y fisiología humana, biología celular y zoología. Respecto de las características de los profesores, sus edades fluctúan entre los 35 y 60 años, tienen formación biológica, y cuentan con los grados académicos de máster y/o doctorado en esta misma área científica.

En el caso de las entrevistas realizadas, estas fueron aplicadas solo a tres profesores universitarios del total de participantes, los que se desarrollan en las áreas científicas de microbiología, biología molecular y zoología. Además cuentan con una experiencia en docencia universitaria cercana a los 14 años y todos realizan o han realizado trabajo investigativo en sus disciplinas científicas. La participación de los docentes en las entrevistas fue voluntaria.

Instrumentos de recogida de información

Con el objetivo de conocer y relacionar las concepciones epistemológicas y pedagógicas que poseen los docentes universitarios, se diseñó y aplicó un cuestionario. Posteriormente, se realizaron entrevistas en profundidad a tres de los profesores universitarios encuestados.

El cuestionario¹ aplicado recoge información acerca de las *concepciones epistemológicas-pedagógicas y de las acciones que el profesor declara realizar y que fomentan las competencias científicas*. Las dimensiones y subdimensiones consideradas en el instrumento se detallan en la tabla 1. Las preguntas se estructuraron en un formato cerrado y con alternativas de respuestas en escalamiento tipo Likert de cinco categorías. Para el caso de las variables *concepciones epistemológicas y pedagógicas*, las opciones de afirmación en las respuestas fueron: Totalmente de acuerdo; De acuerdo; Medianamente de acuerdo; En desacuerdo; Totalmente en desacuerdo. Mientras que para la variable *acciones del profesor que promueven compe-*

1. Instrumento disponible en el anexo junto a tablas de especificación según preguntas y dimensiones.

tencias científicas, las opciones de afirmación se estructuraron de acuerdo al grado de frecuencia de las acciones del docente, expresándose como: Siempre; Casi siempre; A veces; Ocasionalmente; Nunca.

El cuestionario se diseñó tomando como referencia para el tema de concepciones docentes el instrumento de Porlán *et al.* (1998) y para la temática de competencias se utilizó como base un cuestionario elaborado por González-Weil *et al.* (2008, en González-Weil *et al.*, 2009), basado en los aportes de Harlen (2002) y la propuesta del programa PISA Ciencias (OCDE, 2006). Posteriormente el cuestionario se validó mediante juicio de expertos y fue aplicado a una muestra piloto, la que estuvo compuesta por 44 docentes con similares características de los participantes en el estudio. El cálculo de confiabilidad del instrumento se obtuvo por la medida de consistencia interna Alfa de Cronbach, cuyo valor fue de 0,825.

Tabla 1.
Dimensiones y subdimensiones del instrumento cuestionario

Variable	Dimensión	Sub-dimensión
Concepciones acerca de la ciencia	Concepción Empirista Una visión más radical considera que mediante la observación de la realidad se induce el conocimiento objetivo y verdadero, mientras que una concepción moderada se acerca a un falsacionismo experimentalista en donde las hipótesis y la experimentación sustituyen a la observación como eje fundamental del proceso científico.	<ul style="list-style-type: none"> - Concepción de ciencia - Conocimiento científico - Metodología Científica
	Concepción menos Tradicional o alternativa La ciencia se visualiza como una actividad condicionada social e históricamente, llevada a cabo por científicos quienes pueden implementar diversas estrategias metodológicas. El conocimiento se construye permanentemente, asignado importancia a la construcción de modelos para representar y explicar los fenómenos naturales.	
Concepciones acerca del aprendizaje de la ciencia	Concepción Tradicional (Transmisión-recepción) Focaliza su atención en la formación disciplinar. Los conocimientos de los estudiantes son ignorados, es común la clase magistral y las actividades prácticas como ilustración de la teoría. El papel del docente es de transmisor de conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Rol del estudiante - Rol del profesor - Rol del contenido
	Concepción Constructivista Aprender ciencias es reconstruir los conocimientos partiendo de las ideas de los estudiantes. El profesor es un mediador de este proceso, además de ser un investigador en su aula. Promueve el trabajo colaborativo y evalúa tanto conceptos como destrezas, así como la capacidad de aplicar lo aprendido a la resolución de nuevos problemas.	
Acciones del profesor que promueven competencias científicas	Capacidades científicas, entendidas como el conocimiento científico y el uso que se hace de él, sobre temas relacionados con las ciencias	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar cuestiones científicas - Explicar fenómenos científicamente - Utilizar pruebas científicas
	La comprensión de los rasgos característicos de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento acerca de la investigación científica - Conocimiento acerca de las explicaciones científicas
	Actitudes hacia la ciencia. Cómo la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural	Interés en desarrollar una comprensión de la Naturaleza de las Ciencias
	Actitudes hacia la ciencia. Implicación en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia	Apoyo a la investigación científica
	Actitudes hacia la ciencia. Actitud positiva hacia la conservación del medio ambiente	Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes

En lo que respecta a las entrevistas, estas fueron abiertas y no estructuradas, donde los ejes temáticos abordados con los participantes fueron: visión de ciencia, generación de conocimiento científico, importancia de la metodología científica, aprendizaje de la ciencia, características del estudiante, profesor y del contenido, promoción de competencias científicas en los estudiantes.

Análisis de la información

Para analizar los resultados del cuestionario se utilizó el software estadístico R (versión 14.0), con el objetivo de obtener matrices de correlaciones. Para graficar se utilizó software estadístico SPSS (versión 15.0). Las variables analizadas comprenden las concepciones epistemológicas y pedagógicas del los profesores, además de la declaración que hacen los docentes de las acciones que realizan para el fomento de competencias científicas.

A partir del análisis de los cuestionarios, se seleccionó a tres docentes, para la realización de entrevistas según su disposición para participar voluntariamente, considerando además que fueran representativos de algunos de los resultados del cuestionario (visión empirista o menos tradicional de la ciencia; visión tradicional o constructivista del aprendizaje). Esta decisión se relaciona con la posibilidad de indagar comprensivamente en las concepciones que tienen acerca de la ciencia y su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las entrevistas se registraron en formato digital y luego se transcribieron al formato Word para su validación por parte de los participantes. Posteriormente, el análisis se inició configurando una unidad hermenéutica para cada uno de los casos. Se analizó la información identificando códigos y creando categorías y metacategorías mediante el método de comparación y contraste de Glaser y Strauss (1967). Los resultados fueron estructurados en redes conceptuales, con el programa Cmaplite (versión 5.05) y se elaboró un informe para cada caso el que contenía ejemplos de las categorías y metacategorías, expresadas en citas textuales de los docentes entrevistados.

RESULTADOS

Cuestionario de concepciones

Los resultados mostraron la existencia de una relación entre las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores universitarios; al mismo tiempo las subdimensiones contenidas para cada grupo de concepciones también se relacionan entre sí.

El análisis de la matriz de correlaciones² evidenció algunas de estas relaciones, lo que se expresa en que la subdimensión *metodología científica inductiva* (MEI) correlacionó positivamente ($r=0,55$) con la *visión del profesor tradicional* (ATP). La *visión de ciencia empirista* (CE) también correlaciona positivamente ($r=0,52$) con la *visión del contenido tradicional* (ATC). En el gráfico de nubes puntos (figura 2) se identifica que la subdimensión metodología científica inductiva (MEI) también se relaciona positivamente con la *visión del contenido* (ACC), *del estudiante* (ACE) y *del profesor* (ACP) *desde una mirada constructivista* (relación 1, figura 2). Adicionalmente, en el análisis fue posible identificar que la concepción pedagógica *visión tradicional del contenido* (ATC) correlacionó positivamente con la *visión tradicional del estudiante* (ATE) (relación 2, figura 2); así también la concepción epistemológica *metodología científica deductiva* (MED) correlacionó positivamente con la *producción de conocimiento científico inductivo* (CCEI) y *deductivo* (CCED) (relación 3, figura 2).

2. Matriz de correlaciones disponible en el anexo 2, tabla 3.

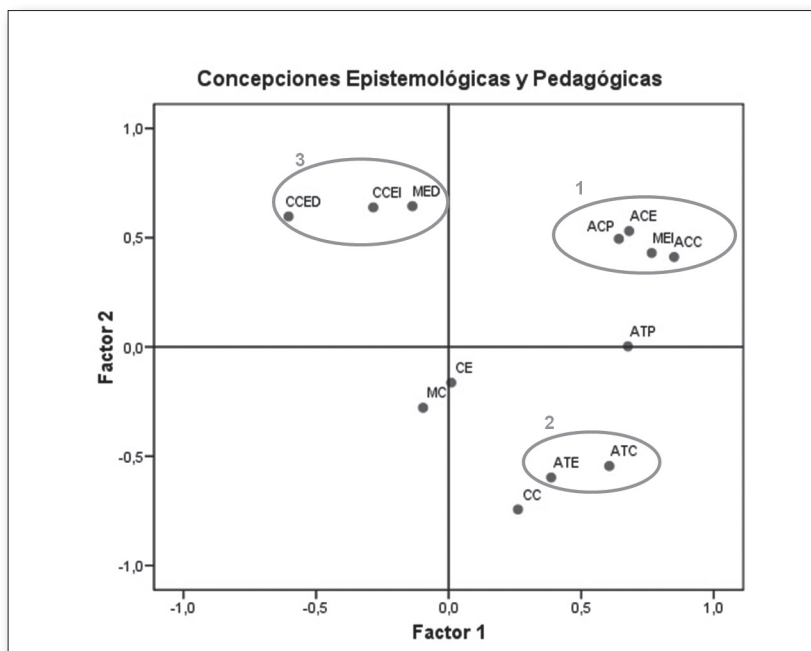


Fig 2. *Relación 1*: MEI (Metodología científica inductiva) correlaciona positivamente con ACC (Visión del contenido constructivista; $r=0,79$), ACE (Visión del estudiante constructivista; $r=0,63$) y ACP (visión del profesor constructivista; $r=0,67$). *Relación 2*: ATC (Visión del contenido tradicional) correlaciona positivamente con ATE (visión del estudiante tradicional; $r=0,77$). *Relación 3*: MED (Metodología científica deductiva) correlaciona positivamente con CCEI (Producción de conocimiento científico inductivo; $r=0,58$) y con CCED (Producción de conocimiento científico deductivo; $r=0,55$).

Al analizar si las concepciones pedagógicas se relacionan con la declaración del fomento de competencias científicas, los resultados obtenidos en la matriz de correlaciones³ evidenciaron una relación negativa ($r = -0,50$) entre la *visión del estudiante según enfoque transmisión-recepción* (ATE) y la *promoción del interés en desarrollar la comprensión de la naturaleza de la ciencia* (INC). Lo mismo ocurre entre la *visión tradicional del profesor* (ATP) y el *fomento del uso de pruebas científicas* (CCU) y *explicar fenómenos científicamente* (CCE); cuyos r son $-0,61$ y $-0,52$, respectivamente.

Adicionalmente, el gráfico de nubes punto (ver figura 3) y las correlaciones obtenidas, muestran que la declaración del fomento de la competencia *utilizar pruebas científicas* (CCU) está correlacionado positivamente con la competencia *identificar cuestiones científicas* (CCI) y *explicar fenómenos científicamente* (CCE). Así mismo, CCU, CCE y AIC están relacionadas positivamente con el fomento de la competencia *conocimiento acerca de las explicaciones científicas* (CEC).

3. Matriz de correlaciones disponible en el anexo 2, tabla 4.

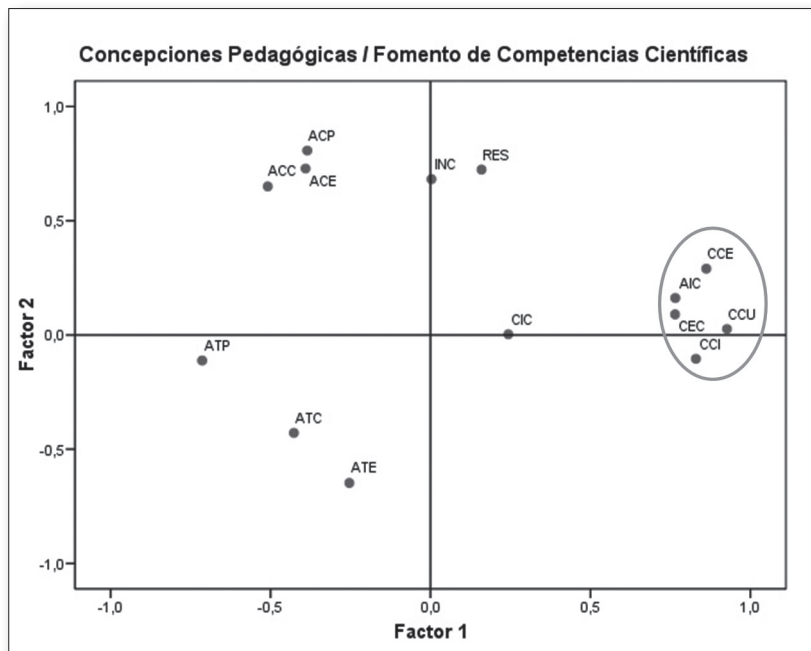


Fig. 3. CCU (Competencia utilizar pruebas científicas) correlaciona positivamente con CCI (Competencia identificar cuestiones científicas; $r=0,77$) y CCE (Competencia explicar fenómenos científicamente; $r=0,83$). También CEC (Competencia conocimiento acerca de las explicaciones científicas) correlaciona positivamente con CCU ($r=0,65$), CCE($r=0,5$) y AIC ($r=0,63$).

Finalmente, al analizar la relación entre las concepciones epistemológicas y la declaración del fomento de competencias científicas, los resultados obtenidos en la matriz de correlaciones⁴ evidenciaron que la visión de la *metodología científica menos tradicional y más alternativa* (MC) correlaciona positivamente con la *competencia de promover la investigación científica* (CIC), con $r=0,76$. Al observar el gráfico de nubes puntos (figura 4) se identifica la misma relación.

MC también se relaciona positivamente con la competencia de *apoyo a la investigación científica* (ACI), con $r=0,54$. La visión del conocimiento científico desde una mirada *empirista deductiva* (CCED) también se relaciona positivamente ($r=0,59$) con la competencia de *apoyo a la investigación científica* (AIC). Mientras que la visión del *conocimiento científico empirista inductivo* (CCEI), se relaciona positivamente ($r=0,53$) con la competencia del *conocimiento acerca de las explicaciones científicas* (CEC).

4. Matriz de correlaciones disponible en el anexo 2, tabla 5.

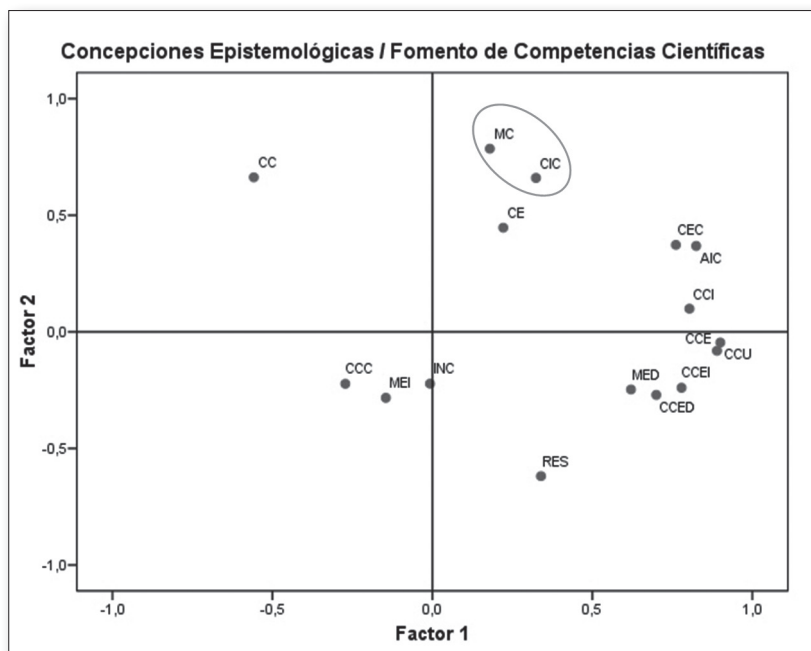


Fig. 4. MC (Visión de la Metodología Científica menos tradicional y más alternativa) correlaciona positivamente con CIC (Competencia de promover la investigación científica), con $r=0,76$.

Entrevistas

Con el objetivo de organizar y sintetizar la información obtenida desde las entrevistas, cada tema abordado se explica mediante tablas de síntesis (tablas 2 y 3). Acompañan este análisis de conceptos, citas textuales del profesor que ejemplifican las categorías identificadas.

Concepciones epistemológicas

Se aborda la temática de cómo se produciría el conocimiento científico y la metodología que se debe seguir para lograr este conocimiento. También se explicita el rol y el trabajo de los investigadores en la ciencia. La siguiente tabla 2 resume las principales ideas abordadas por los profesores entrevistados con relación a las categorías de ciencia, producción de conocimiento científico, metodología científica y el rol del investigador.

Tabla 2.
Síntesis de principales ideas expuestas por los profesores
en las entrevistas acerca de sus concepciones sobre la ciencia.

Categorías de análisis	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
Visión de ciencia	- Empirista deductiva-falsacionista - Rasgos de visión menos tradicional de la ciencia/ importancia de la utilización de modelos para explicar los fenómenos naturales - Mixtura en las concepciones	No comentado	- Empirista deductiva - Rasgos de visión menos tradicional de la ciencia/ importancia de la utilización de modelos para explicar los fenómenos naturales - Mixtura en las concepciones
Producción de conocimiento científico	- Empirista deductiva-falsacionista - Rasgos de visión menos tradicional de la ciencia/ importancia de la utilización de modelos para explicar los fenómenos naturales - Mixtura en las concepciones	Empirista deductiva	Empirista deductiva
Metodología Científica	Empirista deductiva-falsacionista	Empirista deductiva	Empirista deductiva
Rol del investigador	Influencia de las propias visiones y experiencias	Trabajo con pares Liderazgo Trabajo en equipo	Influencia de las propias visiones y experiencias

Las visiones del profesorado acerca de la ciencia son cercanas a una concepción *empirista/deductiva con énfasis en la falsación*; destacándose la importancia de la fundamentación bibliográfica de las ideas y de la experimentación como forma de demostrar y comprobar los fenómenos naturales. Al mismo tiempo, dos de los profesores (docentes 1 y 3) reconocen que la ciencia no es estática, sino que cambia y evoluciona, acercándose a visiones menos tradicionales, lo que se asume como mixtura en sus concepciones. En lo que respecta a la visión que tienen los profesores acerca de la metodología científica, ésta se caracteriza por una visión empírico-deductiva. Los docentes ven la metodología como una secuencia de pasos y procedimientos para comprobar y demostrar hipótesis, y por ende para construir el conocimiento. Es así que la rigurosidad de los procedimientos científicos son importantes, sobre todo en el trabajo experimental. Al consultar a los profesores por el rol de los investigadores y de cómo se asume esta tarea investigativa, ellos comentan que los investigadores por lo general están impregnados de teorías e influenciados por sus experiencias. Características como constancia, paciencia, rigurosidad, trabajo en equipo y liderazgo, son atributos que los docentes utilizan para describir a los investigadores. Algunos ejemplos discursivos de estas concepciones se reflejan en comentarios como:

Profesor 1: «No porque esté escrito es cierto. Es cierto hasta alguien no demuestre lo contrario».

«La ciencia es una actividad dinámica, una actividad que se construye constantemente».

«Por ejemplo en lo metodológico, en la secuencia de eventos del diseño experimental es vital la metodología. Si tú haces cualquier cosa, tienes cualquier resultado».

«Somos seres históricos, tenemos nuestras historias y en nuestro hacer, esto incide. Aunque nos cueste decir, nadie es objetivo. Hay unos menos subjetivos que otros. Uno está, al igual que los organismos; los organismos evolucionan de acuerdo a lo que tienen. El diseño de un organismo actual es producto de su proceso evolutivo en función de lo que tenían sus ancestros. Y ahora es fruto de las modificaciones históricas. Nosotros operamos igual, como fruto de la cultura, somos fruto de nuestra formación, somos fruto de nuestra opción religiosa o política. Y nuestra manera de aprender y enseñar la ciencia es producto de ello».

Profesor 2: «Tienen que dudar de todo, no por el hecho de que se lo digan es verdad... La idea es que duden de lo que están viendo, las cosas van más allá de lo que perciben. No existen las cosas únicas».

«Si uno ha buscado todos los antecedentes con rigurosidad, si uno ha planificado el experimento con rigurosidad, si ha hecho todos los pasos bien, quiere decir que tiene que estar ahí lo que estoy buscando».

Profesor 3: «La ciencia, y la Biología en especial, no es una ciencia con límites, ni definida como es la física o la matemática por ejemplo. Entonces es mucho más interactiva, es mucho más móvil, es mucho más creativa».

«En cuanto al método yo creo que sí es necesario, es necesario un orden, una rigurosidad... el método tiene que tener una estructura, algo que sea reproducible, confiable, más seguro».

Concepciones pedagógicas

Los profesores enmarcan sus visiones refiriéndose a las características de los estudiantes y del profesor; también hablan de la importancia del contenido disciplinar y del fomento de competencias científicas que promoverían entre sus estudiantes. Sus principales pensamientos al respecto se resumen en la tabla 3:

Tabla 3.
Síntesis de las principales ideas expuestas por los profesores
en las entrevistas acerca de sus concepciones acerca del aprendizaje de la ciencia.

Categorías de análisis	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
Estudiante	Constructivista	Transmisión-recepción	Constructivista
Profesor	Constructivista	Transmisión-recepción	Constructivista
Contenido	Constructivista	Transmisión-recepción	Mixtas Constructivista y transmisión-recepción
Fomento de competencias científicas	- Identificar y explicar fenómenos científicos - Utilizar pruebas científicas - Conocimiento acerca de la investigación científica	No comentado	Utilizar pruebas científicas y conocimientos acerca de la investigación científica

En este ámbito se evidencia, en general, que dos de los profesores (docente 1 y 3) presentan concepciones cercanas a una visión constructivista del aprendizaje. Acerca de sus estudiantes, declaran conocerles, reconociendo en ellos la existencia de diversas habilidades y capacidades, así mismo son conscientes que los contenidos pueden ser dificultosos. También valoran el respeto que tienen los estudiantes por el ambiente de clases y por el trabajo en equipo; pero le atribuyen a éste la responsabilidad del proceso de enseñanza/aprendizaje. En el caso del profesor 2, con una visión más tradicional de la enseñanza de las ciencias, este declara en varias ocasiones que los estudiantes han perdido la motivación por estudiar en profundidad los contenidos biológicos, atribuyéndole gran valor a la conceptualización. Para el profesor 3, el aprendizaje de contenidos es secuencial y estructurado, aproximándose a visiones transmisivas.

Acerca de la visión del profesorado y de su labor docente, los profesores la relacionan con la planificación detallada de las actividades de enseñanza, así como con la importancia de evaluar continuamente su impacto. Los docentes establecen con sus estudiantes acuerdos y normas que guían el proceso de aprendizaje y el propio desarrollo de la asignatura que imparten, reconociendo que muchas veces es difícil comprender por qué a los jóvenes les cuesta cumplir dichos acuerdos. En lo que respecta a

la evaluación, es vista como una herramienta que les permite analizar y visualizar qué conocimientos y habilidades van adquiriendo los estudiantes a lo largo de un curso, correspondiendo a instancias de aprendizaje que complementan el trabajo desarrollado en el aula o en el laboratorio. Esta última visión es característica en el discurso del profesor 1, el que se acerca a visiones más constructivistas.

Por último, respecto del fomento de competencias científicas que los docentes declaran promover, destacan las de observar y describir como etapas importantes en los procesos científicos, también el planteamiento de hipótesis, análisis de datos, búsqueda de explicaciones y exposición oral de sus ideas. Solo los docentes 1 y 3 abordan esta temática en la entrevista.

Algunos ejemplos de sus comentarios en relación a las concepciones pedagógicas y a las competencias científicas se destacan en las siguientes afirmaciones:

Profesor 1: «a veces nos cuesta acomodarnos un poco a la realidad de nuestros alumnos».

«hacia final del curso se trata que los alumnos analicen datos y resultados, que sean capaces de plantear explicaciones. La idea es que cuando se llega al final del curso, en el examen, el alumno esté en condiciones de dar explicaciones a problemas biológicos complejos de biología animal. Las herramientas que necesita para dar respuesta a esas problemáticas de biología animal surgen de los contenidos tratados en el curso. La idea de nosotros es desarrollar las dos cosas al mismo tiempo (en referencia al contenido y competencias)».

«El cierre viene en el examen, el cual es una instancia de aprendizaje también. Los exámenes son aplicaciones, y por lo tanto uno aprende en el examen. A veces los estudiantes no tienen todos los elementos, pero uno los puede ayudar y logran dar una explicación».

Profesor 2: «hasta hace un tiempo los veía (refiriéndose a los estudiantes) con un interés por la conceptualización bastante alta, es decir, muy atentos a aprender conceptos, por lo tanto tenían mucha avidez por saber bien las cosas».

«yo creo que una persona que va hacer algo tiene que formarse igualmente en su disciplina; si yo voy a enseñar Biología debo saber bien Biología y desde donde empieza; desde las moléculas hasta los elefantes y los ecosistemas».

«veo que en los últimos cinco años, por ejemplo, el tipo de estudiante de pedagogía en Biología se ha empeorado, en cuanto a que antes por lo menos tenía cierta rigurosidad en la conceptualización; por lo menos uno se sentía exigido a decirles las cosas con claridad. Ahora pienso que eso ha caído y que les cuesta mucho, hay mucha lejanía con mi asignatura».

Profesor 3: «son un poco inmaduros en comparación con mi otro grupo (de estudiantes) que tengo de agrónomos y de biólogos; son bastantes más inmaduros, en cuanto al... digamos al asumir las tareas».

«Bueno, primero el conocimiento, yo asumo que ellos se tienen que encargar de eso, pero la comprensión, la aplicación, porque las actividades son principalmente de ejercitación, de aplicar cosas, de entender los conceptos, de eso... el tener que hacer exposiciones orales es muy importante. Que sean capaces de sintetizar, de ordenar las ideas».

«Yo creo que se parte por lo básico, por lo sencillo, digamos como una graduación de conocimiento; de lo más simple. Recordando un poco de Biología celular, de los procesos más sencillos más básicos y después nos vamos complejizando».

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

A continuación se discuten los principales resultados obtenidos según los objetivos planteados.

Identificación de concepciones epistemológicas y pedagógicas

Al indagar en las *concepciones epistemológicas*, se evidencia que las ideas respecto de la producción de conocimiento científico están asociadas con las características inductivas y deductivas, como parte de un proceso cíclico de construcción de conocimiento, lo que se acompaña por una metodología deductiva, focalizada en la comprobación de teorías, la experimentación, la demostración y la secuencia lógica de los procedimientos. Esta concepción tradicional de ciencia se relaciona con las investigaciones desarrolladas por Porlán y Martín del Pozo (2002) y Porlán *et al.* (1998), quienes dan cuenta de la predominancia de la visión empirista. Lo mismo ocurre en la investigación Wallace y Kang (2004) y de Zelaya y Campanario (2001).

Otros resultados interesantes encontrados en las entrevistas, son las visiones menos tradicionales acerca de la ciencia, al considerar por ejemplo, que los investigadores están cargados de sus propias historias, visiones y experiencias al momento de hacer ciencia y generar nuevo conocimiento; lo que abre nuevos escenarios a las descripciones existentes hasta ahora.

Con relación a la identificación de las *concepciones pedagógicas* de los docentes universitarios, los resultados del cuestionario evidencian que un grupo de profesores relaciona y asocia positivamente las subdimensiones del estudiante, profesor y contenido tradicional, lo cual coincide con algunas investigaciones como la de Sánchez (2005) y Martinic y Vergara (2007). En el caso del profesor 2, participante de las entrevistas, se observa la misma tendencia. Así, también se reconoce que otro grupo de profesores vincula positivamente las subdimensiones del estudiante, profesor y contenido constructivista. Ambos tipos de visiones han sido caracterizadas por algunos autores (Fernández *et al.*, 1997; Jiménez-Aleixandre en Perales y Cañal, 2000; Sanmartí, 2002), quienes explican que para el caso de la concepción constructivista, los docentes con esta visión fomentarán el análisis crítico y la resolución de problemas, al mismo tiempo que incrementarían el desarrollo de habilidades y destrezas científicas.

Relación entre concepciones epistemológicas y pedagógicas

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del cuestionario, se evidencia una relación entre las concepciones epistemológicas y pedagógicas, ya que por ejemplo la visión de ciencia empirista se correlaciona positivamente con visión tradicional del profesorado y del contenido. Los resultados obtenidos coinciden con algunas otras investigaciones, como las realizadas por el grupo de Porlán *et al.* (1998) y la de Tsai (2007). De manera complementaria, los resultados obtenidos en las entrevistas visualizan que los profesores con visiones más constructivistas acerca del aprendizaje y enseñanza de la ciencia tendrían mixtura en sus concepciones epistemológicas, ya que si bien tienen una mirada empírica de la ciencia, al mismo tiempo se declaran cercanos a la idea de que la ciencia no es estática y a la importancia de utilizar modelos para explicar los fenómenos naturales. La mixtura y complejidad en las concepciones del profesorado es un resultado que coincide con los descritos por Mellado (1996).

Concepciones pedagógicas, epistemológicas y el fomento de competencias científicas

Acerca de la relación entre las *concepciones pedagógicas* y la *promoción de las competencias científicas*, las correlaciones negativas identificadas en el cuestionario muestran que la aproximación a la visión tradicional del aprendizaje (transmisión/recepción) por parte de los profesores no contempla la promoción

de competencias como utilizar pruebas científicas, promover el interés en desarrollar una comprensión de la naturaleza de la ciencia y el conocimiento acerca de las explicaciones científicas. En este sentido y de forma proyectiva, la articulación de una docencia universitaria en la formación de profesores de biología de secundaria que incorpore la mirada del fomento de competencias sería exitosa y más sencilla de implementar con aquellos docentes cercanos a concepciones pedagógicas menos tradicionales. Un ejemplo de esto es el caso del profesor 1, que se aproxima a visiones constructivistas del aprendizaje, quien explica cómo en su asignatura va potenciando la adquisición de habilidades y de destrezas necesarias para comprender la ciencia.

Ahora bien, en aquellos docentes con visiones más tradicionales, los esfuerzos a realizar para articular el fomento de competencias científicas serán seguramente mayores, ya que como se ha descrito, las concepciones son estables y poco reactivas al cambio (Da-silva *et al.*, 2007; Jones y Carter, 2007; Mellado, 1996). Pero pese a esto, las actividades que propicien la reflexión y el diálogo entre los docentes universitarios para compartir visiones y experiencias (Loughran, 2007; Maiztegui *et al.*, 2000) son acciones favorables que permitirán en el largo plazo insertar directrices y orientaciones en las actividades pedagógicas de las aulas universitarias.

En lo que respecta a las *concepciones epistemológicas y su vinculación a las competencias científicas*, se evidencian algunas relaciones según la información contenida en los resultados del cuestionario. De esta forma, aquellos docentes que tienen una visión menos tradicional de la metodología científica (visión de ciencia alternativa) promoverían las competencias de comprender las características de la investigación científica y el desarrollo de actitudes hacia ella. De la misma forma, aquellos profesores con una visión de la producción de conocimiento empirista, promoverían en sus estudiantes la competencia de explicar los fenómenos científicamente, desarrollando habilidades y destrezas como la observación y experimentación.

Comentarios finales

Si bien en este estudio no se analizan las prácticas docentes, se reconoce la importancia de proyectar la investigación para abarcar este ámbito. Las concepciones epistemológicas y pedagógicas de los profesores podrían influenciar sus prácticas de enseñanza en las aulas universitarias, ya que algunos antecedentes de la literatura exponen la existencia de algún grado de relación entre las concepciones y prácticas (Verjovsky y Waldegg, 2005; Mellado 1996). De esta manera, un desafío por abordar es evidenciar si esta relación se da en la práctica de aula, aspecto que puede dar cabida a investigaciones futuras.

Finalmente, otro de los aspectos sobre el que se reflexiona es la importancia de conocer las concepciones docentes. Como se ha comentado anteriormente, las concepciones son estables en el tiempo y resistentes al cambio, producto de la propia experiencia personal y profesional. El hecho de conocerlas e identificarlas permitiría afrontar mejor la formación de los futuros docentes de biología de secundaria, con el fin de articular algunas intervenciones curriculares con aquellos profesores universitarios que sean cercanos a visiones constructivas del aprendizaje y al interés en fomentar el desarrollo de competencias científicas. Para esto se requiere generar ambientes de diálogo entre los profesores universitarios, destinados a reflexionar acerca de sus propias prácticas profesionales y visiones en torno a la ciencia y a su aprendizaje. Estos espacios de diálogo debieran desafiar las concepciones de los propios docentes acerca de sus prácticas, examinar y difundir el aprendizaje que emana de sus experiencias y buscar las maneras de asegurar que la práctica y la teoría se informen mutuamente (Loughran, 2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, R (2001). Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad. Barcelona. Editorial Gedisa.
- BOZU, Z y CANTO, P. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 2(2), pp. 87-97. Disponible en: http://webs.uvigo.es/refedu/Refedu/Vol2_2/arti_2_2_4.pdf. (Última consulta, 19 de enero de 2011).
- COFRÉ, H., CAMACHO, J., GALAZ, A., JIMÉNEZ, J. SANTIBÁÑEZ, D. y VERGARA, C (2010). La Educación Científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos*, 36(2), pp. 279-293.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- DA-SILVA, C., MELLADO, M., RUIZ, C. y PORLÁN, R (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), pp. 461-491.
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.20183>
- DE FARIA, E. (2008). Creencias y Matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en Educación Matemática*, 3(4), pp. 9-27. Disponible en: http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/cuaderno4/cuaderno4_c1.pdf. (Última consulta, 20 de noviembre de 2009).
- FERNÁNDEZ, J., ELÓRTEGUI, N., RODRÍGUEZ, J.F. y MORENO, T (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique*, 12, pp. 87-99.
- GALÁN, A. (2007). El perfil del profesor universitario. Madrid: Ediciones Encuentro.
- GALAZ, A., SANTIBÁÑEZ, D., CAMACHO, J., JIMÉNEZ, J., VERGARA, C. y COFRÉ, H. (2010). Cap. 9: Competencias para una enseñanza efectiva de las ciencias: ¿qué opinan los profesores y los formadores de profesores? En H. COFRÉ (ed). *Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile*. Ediciones UCSH: Santiago de Chile.
- GALLAGHER, J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' Knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Journal science Education*, 75(1), pp. 121-133.
- GIL, D. y RICO, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Investigación Didáctica*, 21, pp. 27-47.
- GLASER, B. y STAUSS, A. (1967). The discovery of Grounded Theory. Chicago: Aldine.
- GONZÁLEZ-WEIL, C., MARTÍNEZ-LARRAÍN, M., MARTÍNEZ-GALAZ, C., CUEVAS-SOLÍS, K. y MUÑOZ-CONCHA, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios pedagógicos*, 35(1), pp. 63-78.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>
- HARLEN, W. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OECD para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las Ciencias* 20(2), pp. 209-216.
- HASHWECH, M. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of research in science teaching*, 33(1), pp. 47-63.
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199601\)33:1<47::AID-TEA3>3.3.CO;2-T](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<47::AID-TEA3>3.3.CO;2-T)
- HEWSON, P., TABACHNICK, B., ZEICHNER, K. y LEMBERDERGER, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83(3), pp. 373-384.
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199905\)83:3<373::AID-SCE6>3.3.CO;2-V](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199905)83:3<373::AID-SCE6>3.3.CO;2-V)
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. en PERALES y CAÑAL (2000). Capítulo VII Modelos didácticos. En *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Editorial Marfil Alcoy S.A.

- JONES, M. y CARTER, G. (2007). Science Teacher Attitudes and Beliefs. En S. Abell y N. Lederman (eds.). Handbook of Research on Science Education. New York: Routledge.
- LOUGHRAN, J. (2007). Science Teacher as Learner. En S. ABELL y N. LEDERMAN (eds.). Handbook of Research on Science Education. New York: Routledge.
- MACEDO, B. y KATZKOWICZ, R. (2005). Alfabetización científica y tecnológica: Aportes para la reflexión. Publicación digital de OREALC/UNESCO Santiago. Disponible en: http://www.unesco.cl/medios/alfabetizacion_cientifica_tecnologica_aportes_reflexion.pdf. (Última consulta, 3 de mayo de 2007).
- MAIZTEGUI, A., GONZÁLEZ, E., TRICÁRICO, H., SALINA, J., PESSEA DE CARVALHO, A. y GIL, D. La formación de profesores de ciencias en Iberoamérica [en línea] 2000. *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, pp. 163-187. Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie24a07.PDF>. (Última consulta, 20 de agosto de 2008).
- MARTÍNEZ, M.M., FERNÁNDEZ, M.P., GUERRERO, A., MARTÍN, R., RODRIGO, M. y VARELA, M.P (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 67-87.
- MARTÍNEZ, M.M., MARTÍN, R., RODRIGO, M., VARELA, M.P., FERNÁNDEZ, M.P. y GUERRERO A (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la «acción docente» de los profesores de ciencias en educación secundaria. Parte II. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), pp. 243-260.
- MARTINIC, S y VERGARA, C. (2007). Gestión del tiempo e interacción del profesor-alumno en la sala de clases de establecimientos con jornada escolar completa en Chile. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 5(5e). Disponible en: <http://www.rinace.net/arts/vol5num5e/art1.htm>. (Última consulta, 20 de diciembre de 2010).
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302.
- MELLADO, V. (1999). La formación didáctica del profesorado universitario de ciencias. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado* 34 (1) 231-241
- MINEDUC (2012). Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media. Disponible en: <http://www.cpeip.cl/usuarios/cpeip/File/librostandaresvale/libromediafinal.pdf>. (Última consulta, 5 de abril de 2013).
- OECD. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A framework for PISA 2006. [en línea] 2006. Información disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>. Citado Diciembre 20, 2008
- PORLÁN, P y MARTÍN DEL POZO, R (2002). Spanish Teachers' epistemological and Scientific Conceptions: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 25(2), pp 151-169. <http://dx.doi.org/10.1080/0261976022000035683>
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Sevilla: Diada Editorial SL.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288.
- SÁNCHEZ, L. (2005). Concepciones de aprendizaje de profesores universitarios y profesionales no docentes: Un estudio comparativo. *Anales de Psicología*, 21(2), pp. 231-243.
- SÁNCHEZ, L. (2001). Concepciones sobre los enfoques asociacionista y constructivista del aprendizaje de docente universitarios y profesionales universitarios y profesionales no docentes. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/377Sanchez.PDF>. (Última consulta, 28 de agosto de 2009).
- SANMARTÍ, N (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. España: Editorial Síntesis S.A.
- SUÁREZ, L y LÓPEZ-GUAZO (1993). Metodología de la Enseñanza de las Ciencias. *Perfiles Educativos*, Universidad Nacional Autónoma de México, 63.

- TSAI Chin-Chung (2007). Teachers' Scientific Epistemological Views: The Coherence with Instruction and Students' Views. *Science Education*, 91, pp. 222-243.
- UNESCO. Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XI: Visión y acción, 1998. Disponible en: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm#declaracion (Última consulta: 15 de marzo de 2013).
- VERJOVSKY, J., WALDEGG, G. (2005). Analyzing Beliefs and Practices of a Mexican High School Biology Teacher. *Journal of research in science teaching*, 4(42), pp. 465-491.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20059>
- WALLACE, C y KANG, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 936-960.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20032>
- ZELAYA, B. y CAMPANARIO, J. (2001). Concepciones de los profesores nicaragüenses de Física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. *Revista electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4(1). Disponible en: <http://www.aufop.com/aufop/revistas/arta/digital/104/668>. (Última consulta, 10 diciembre de 2010).

ANEXO 1.

Cuestionario de Concepciones docentes y tablas de especificación de preguntas según dimensiones

Tabla 1.
Especificación de preguntas según dimensiones
para concepciones acerca de la ciencia y concepciones acerca de su aprendizaje

Variable	Dimensión	Sub-dimensión	Número pregunta Cuestionario
Concepciones acerca de la ciencia	Concepción Empirista	- Concepción de ciencia	20, 39, 29, 31
		- Conocimiento científico empirista inductivo	34, 61, 14, 16, 2, 21, 38
		- Conocimiento científico empirista deductivo	42,51,47,5,18
		- Metodología Científica empirista inductiva	37,43,27
		- Metodología Científica empirista deductiva	62,28,8,54
	Concepción menos Tradicional o Alternativa	- Concepción de ciencia	41, 33, 13
		- Conocimiento científico	19, 64,4,11,48,52
		- Metodología Científica	45,23,58,1
Concepciones acerca del aprendizaje de la ciencia	Concepción Tradicional (Transmisión-recepción)	- Rol del estudiante	57,67,35,46,59
		- Rol del profesor	36,22,24,68,17
		- Rol del contenido	40,44,26,15,50,32
	Concepción Constructivista	- Rol del estudiante	65,55,60,63,7,30
		- Rol del profesor	6,3,69,56,12,25
		- Rol del contenido	10,9,49,53,66

Cuestionario de concepciones

Parte I

Instrucciones

A continuación se presentan una serie de afirmaciones relacionadas con la concepción de ciencia y de aprendizaje. Debe contestar a cada afirmación según el grado de acuerdo o desacuerdo, marcando con una X la alternativa elegida. No existen respuestas correctas o incorrectas, recuerde ser sincero/a al contestar.

N.º	Afirmaciones	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	A veces es necesario romper las reglas metodológicas para que la ciencia progrese					
2	Al analizar un fenómeno el investigador no tiene prejuicios siendo objetivo en su interpretación					
3	Al enseñar ciencias, un profesor debe indagar en las concepciones previas de sus estudiantes					
4	El conocimiento científico es temporal y relativo					
5	La ciencia consiste no solo en la confirmación de teorías sino en pruebas para ver si las hipótesis son falsables					
6	Al enseñar ciencias, un profesor debe mediar, guiar el proceso de construcción de conocimiento de sus estudiantes					
7	Al interpretar un fenómeno científico un estudiante siempre utilizará modelos para interpretar la realidad					
8	El método científico es fundamental en la producción de conocimiento					
9	Cuando un estudiante aplica algún contenido, significa que ha aprendido					
10	El aprendizaje científico no solo debe abarcar datos o conceptos, sino también los procesos característicos del quehacer científico					
11	El conocimiento científico cambia y se desarrolla permanentemente					
12	La metodología de resolución de problemas es una estrategia potente que promueve el aprendizaje efectivo en los estudiantes					
13	La ciencia transforma el mundo, además de comprenderlo					

N.º	Afirmaciones	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
14	El conocimiento científico es objetivo y verdadero					
15	En la clase de ciencia, los contenidos deben ser siempre estructurados y secuenciados					
16	El conocimiento científico es un conocimiento superior en relación a otros tipos de conocimientos					
17	Los alumnos aventajados de la clase deben ser premiados, mientras que los menos brillantes no recompensados					
18	Una teoría será científica si puede ser falsada por medio de la experiencia o por medio de su contradictoriedad					
19	El conocimiento es producto de la mente humana					
20	La ciencia es un conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento					
21	El conocimiento está en la observación de los fenómenos naturales, por tanto en la realidad					
22	El discurso del profesor, referido a su visión de la disciplina y contenidos que enseña, es indispensable en toda clase de ciencia					
23	El método dentro de la investigación científica es igual de importante que una hipótesis o el planteamiento de un problema					
24	El orden y el silencio en la clase es responsabilidad del profesor y un aspecto necesario para la realización de la clase					
25	El profesor debe propiciar el trabajo colaborativo entre los estudiantes al interior del aula					
26	El texto de estudio o guía de contenidos es un apoyo infaltable en toda clase de ciencias					
27	La metodología científica garantiza la objetividad en el estudio de la realidad					
28	La producción de conocimiento científico depende de la rigurosidad del método					
29	La ciencia es conocimiento exacto y profundo de algo					

N.º	Afirmaciones	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
30	Un estudiante es responsable de su propio aprendizaje, siendo el protagonista en este proceso					
31	La ciencia es un cuerpo cerrado de conocimientos que crece por acumulación					
32	Los alumnos suelen deformar involuntariamente las explicaciones verbales del profesor y la información que leen en los libros					
33	La ciencia está condicionada social e históricamente					
34	Mediante la observación de un fenómeno se produce el conocimiento					
35	Los errores conceptuales de los estudiantes deben ser corregidos por el profesor en clases					
36	Para que los alumnos comprendan los conceptos científicos, el profesor debe exponerlos en forma clara y ordenada					
37	Todo fenómeno observable es reflejo de la realidad					
38	La observación basta para producir conocimiento científico					
39	La ciencia ha evolucionado a través de la historia mediante la acumulación de teorías sucesivas					
40	Los contenidos conceptuales son el aspecto más relevante al momento de enseñar y aprender ciencias					
41	La ciencia siempre avanza					
42	Una teoría es científica sí y solo si es susceptible de ser falseada					
43	La observación es un eje fundamental en el proceso científico					
44	Los contenidos conceptuales de la ciencia deben seguir la estructura y lógica disciplinar					
45	Para hacer ciencia las personas pueden poseer diferentes estrategias metodológicas					
46	Una evidencia de que los estudiantes aprenden en clases es cuando son capaces de responder acertadamente a las interrogantes que les plantea el profesor					
47	La observación siempre está impregnada de teoría					

N.º	Afirmaciones	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
48	La producción de conocimiento científico es un acto creativo					
49	Los contenidos en lo posible deben ser aplicables a situaciones de la vida cotidiana					
50	Los errores conceptuales de los estudiantes deben corregirse inmediatamente, explicando la interpretación correcta tantas veces como sea necesario					
51	Toda teoría científica es válida hasta que no se demuestre lo contrario					
52	La producción de conocimiento científico está influenciada por la experiencia del científico que lo genera					
53	La reconstrucción de modelos científicos es un concepto importante de enseñar a los estudiantes					
54	Las etapas del método científico deben contemplar principalmente observación, hipótesis, experimentación y enunciado de teorías					
55	Para que los estudiantes aprendan es importante que sientan que son capaces de hacerlo por sí mismos					
56	Si fuese necesario en una clase de ciencias, un profesor debe ser capaz de modificar las actividades de la clase de acuerdo a los requerimientos de sus estudiantes en ese instante					
57	Si los estudiantes están atentos en clase, fácilmente comprenderán los conceptos científicos que el profesor enseña					
58	Las etapas del método científico no son lineales ni rígidas, por el contrario son flexibles					
59	Los estudiantes deben aprender los conceptos científicos tal y como la ciencia los ha formulado					
60	Los estudiantes logran comprender un contenido nuevo si pueden relacionarlo con conocimientos previos que poseen					
61	Mediante la observación de un fenómeno se puede lograr el conocimiento objetivo					
62	Todo proceso científico debe contemplar hipótesis y experimentación					

N.º	Afirmaciones	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Medianamente de acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
63	Los estudiantes no son páginas en blanco, razón por la cual siempre tendrán alguna concepción previa de algún fenómeno					
64	Toda producción de conocimiento científico contempla la creación intelectual, validación empírica y selección crítica					
65	Los estudiantes tienen la capacidad para elaborar concepciones acerca del mundo natural que les rodea					
66	Los procesos científicos son un aspecto importante de enseñar a los estudiantes					
67	Si un estudiante desea aprender un concepto científico, debe esforzarse por recordarlo y guardarlo en su memoria					
68	Todo docente de ciencias debe manejar su disciplina científica con experticia, el conocimiento pedagógico es secundario					
69	Un profesor debe conocer los intereses de sus estudiantes					

Tabla 2.
Especificación de preguntas según dimensiones
para acciones que promueven las competencias científicas

Variable	Dimensión	Sub-dimensión	Número pregunta Cuestionario
Acciones del profesor que promueven competencias científicas	Capacidades científicas, entendidas como el conocimiento científico y el uso que se hace de él, sobre temas relacionados con las ciencias	- Identificar cuestiones científicas	8, 4, 1, 2,16
		- Explicar fenómenos científicamente	6,14,21
		- Utilizar pruebas científicas	24,7,3,25
	La comprensión de los rasgos característicos de la ciencia	- Conocimiento acerca de la investigación científica	12,9,18,19,10,20,23
		- Conocimiento acerca de las explicaciones científicas	17,15,11
	Actitudes hacia la ciencia. Cómo la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural	Interés en desarrollar una comprensión de la Naturaleza de las Ciencias	22,5
	Actitudes hacia la ciencia. Implicación en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia	Apoyo a la investigación científica	13
	Actitudes hacia la ciencia. Actitud positiva hacia la conservación del medio ambiente	Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes	26

Parte II

Instrucciones

A continuación se presentan una serie de afirmaciones relacionadas acciones del profesor en la sala de clases o laboratorio. Debe contestar a cada afirmación según la frecuencia de ejecución de la acción, marcando con una X la alternativa elegida. No existen respuestas correctas o incorrectas, recuerde ser sincero/a al contestar.

N.º	Afirmaciones	Siempre	Casi siempre	A veces	Ocasionalmente	Nunca
1	Acostumbra a solicitar a sus estudiantes que propongan cómo comprobar algún fenómeno científico					
2	Al momento de experimentar, solicita a los alumnos que identifiquen y/o seleccionen variables					
3	Cuando trabaja con los estudiantes en el laboratorio, solicita a ellos que justifiquen las conclusiones que obtienen de una actividad experimental					
4	Cuando trabaja con los estudiantes en el laboratorio, solicita a sus estudiantes que expresen qué se quiere probar en una experimentación					
5	Cuando un alumno muestra curiosidad, lo incentiva a buscar información o investigar por sí mismo					
6	Durante sus clases, plantea situaciones en donde sus estudiantes tengan que predecir resultados					
7	Durante sus clases, solicita a sus alumnos que extraigan conclusiones a partir de un conjunto de datos					
8	En clases, se preocupa de que sus alumnos realicen preguntas acerca de un fenómeno					
9	Enseña a los alumnos procedimientos científicos y/o técnicas					
10	Enseña a sus alumnos cómo recopilar datos y utilizarlos					
11	Enseña a sus estudiantes cómo interpretar gráficos, tablas y/o datos					
12	Explica a sus estudiantes en clases acerca de los tipos de investigación científica existentes					

N.º	Afirmaciones	Siempre	Casi siempre	A veces	Ocasionalmente	Nunca
13	Promueve entre los alumnos la importancia de contar con una diversidad de explicaciones a un mismo fenómeno científico					
14	Solicita a sus estudiantes que formulen hipótesis o que expliquen por qué ocurrió un fenómeno determinado					
15	Trabaja en clases junto a sus estudiantes el análisis de tablas y gráficos					
16	Enseña a sus estudiantes a seleccionar y discriminar información bibliográfica					
17	Ha enseñado a sus estudiantes como representar datos					
18	Ha narrado en clases de qué manera se llevan a cabo las investigaciones científicas					
19	Acostumbra a describir/enseñar/explicar el método científico o alguna parte de él					
20	Acostumbra a realizar preguntas desafiantes que promueven respuestas críticas o creativas en los estudiantes					
21	Acostumbra a solicitar en clases a sus alumnos que describan algún fenómeno científico					
22	Destaca entre sus estudiantes la importancia del uso de evidencia científica en las explicaciones que pueda darse a algún fenómeno					
23	Ha enseñando a sus alumnos como realizar búsquedas bibliográficas					
24	Promueve el análisis de datos y la generación de conclusiones por parte del alumno					
25	Solicita a sus alumnos que identifiquen los supuestos que se han asumido para llegar a una conclusión.					
26	Trabaja tópicos que promueven la responsabilidad ambiental y/o cuidado personal entre sus alumnos					

ANEXO 2

Matriz de Correlaciones

Tabla 3.
Concepciones epistemológicas frente a concepciones pedagógicas

	ACC	ACE	ACP	ATC	ATE	ATP	CC	CCC	CCED	CCEI	CE	MC	MED	MEI
ACC	1.000.000.000													
ACE	0.64845938	1.000.000.000												
ACP	0.72498277	0.653048679	1.000.000.000											
ATC	0.23695935	0.005641889	0.04119318	1.000.000.000										
ATE	0.03356647	-0.276923348	-0.36761876	0.776084050	1.000.000.000									
ATP	0.57741091	0.267784771	0.16433622	0.429802412	0.46239734	1.000.000.000								
CC	0.02286172	-0.052867717	0.04029115	0.341035790	0.32532413	0.12806021	1.000.000.000							
CCC	0.49159664	0.46338655	0.12835298	0.197466123	0.08951058	0.47838634	-0.21718630	1.000.000.000						
CCED	-0.18820299	-0.089887995	-0.33522225	-0.434233046	-0.40813826	-0.04056043	-0.42413145	0.13342749	1.000.000.000					
CCEI	0.02244041	0.159887955	0.17514404	-0.039548654	-0.30812446	-0.15084034	-0.70112270	-0.12342228	0.34599190	1.000.000.000				
CE	-0.04901961	-0.002801120	-0.34133430	0.524695699	0.29650379	0.23849581	0.11716629	0.34593838	0.43399048	0.31183744	1.000.000.000			
MC	-0.11989015	0.368133273	0.08806818	0.178977273	-0.09859507	-0.38485575	0.33671888	-0.15233101	-0.02970324	-0.01129962	0.311714380	1.000.000.000		
MED	0.17927171	0.116246499	-0.07193409	-0.114248257	-0.04335669	0.35704636	-0.42437080	-0.03501401	0.55337297	0.59064573	0.273109244	-0.26516879	1.000.000.000	
MEI	0.79013531	0.634094224	0.67715391	0.302862088	0.11474239	0.55940239	-0.12735500	0.22980596	-0.10100074	0.36365984	-0.015604108	-0.01714314	0.46528614	1.000.000.000

Tabla 4.
Concepciones pedagógicas frente a competencias científicas

	ACC	ACE	ACP	AIC	ATC	ATE	ATP	CCE	CCI	CCU	CEC	CIC	INC	RES
ACC	1.000.000.000													
ACE	0.64845938	1.000.000.000												
ACP	0.72498277	0.653048679	1.000.000.000											
AIC	-0.17227430	0.005889720	-0.27729307	1.000.000.000										
ATC	0.23695935	0.005641889	0.04119318	-0.11566235	1.000.000.000									
ATE	0.03356647	-0.276923348	-0.36761876	-0.25437436	0.776084050	1.000.000.000								
ATP	0.57741091	0.267784771	0.16433622	-0.34310998	0.429802412	0.46239734	1.000.000.000							
CCE	-0.11354373	0.018684410	-0.07960888	0.50619016	-0.392254662	-0.43344658	-0.52097908	1.000.000.000						
CCI	-0.37988975	-0.051676179	-0.48806866	0.59026573	-0.153312634	-0.08926090	-0.43810891	0.81695434	1.000.000.000					
CCU	-0.25454570	-0.300699595	-0.30846172	0.55580062	-0.070425050	-0.05307263	-0.61281575	0.83818810	0.77126993	1.000.000.000				
CEC	-0.17432058	-0.190038011	0.00000000	0.63842607	0.155408714	-0.11272196	-0.45817097	0.50209840	0.41036301	0.65920942	1.000.000.000			
CIC	0.14705882	0.427170868	0.19887660	0.50209860	0.435935944	0.13428587	-0.02510482	0.21127756	0.35614664	0.24055968	0.4800960	1.000.000.000		
INC	0.24442337	0.195833180	0.22094475	0.15634675	-0.369229811	-0.50619018	0.18035268	0.12541428	-0.16445214	0.04705190	-0.1487157	-0.29448598	1.000.000.000	
RES	0.23563852	0.091214910	0.23883719	0.03516172	-0.18984948	-0.26263541	-0.19529321	0.49298752	0.14553676	0.45999150	0.3505178	-0.22347653	0.3388311	1.000.000.000

Tabla 5.
Concepciones epistemológicas frente a competencias científicas

	ANC	CC	CCC	CCE	CCED	CCEI	CCI	CCU	CE	CEC	CIC	INC	MC	MED	MEI	RES
ANC	1.000.000.000															
CC	-0.15322226	1.000.000.000														
CCC	-0.19583318	-0.21718630	1.000.000.000													
CCE	0.50619016	-0.54957129	0.01006084	1.000.000.000												
CCED	0.59653600	-0.42413145	0.13342749	0.22484362	1.000.000.000											
CCEI	0.37462211	-0.70112270	-0.12342228	0.37133413	0.34599190	1.000.000.000										
CCI	0.59026573	-0.47163249	0.03212303	0.81695434	0.22129199	0.26573660	1.000.000.000									
CCU	0.55580062	-0.45231469	-0.15384630	0.83818810	0.11380549	0.30252220	0.77126993	1.000.000.000								
CE	0.50651589	0.11716629	0.34593838	-0.12791635	0.43399048	0.13183744	0.21388798	0.03776227	1.000.000.000							
CEC	0.63842807	-0.23032070	-0.48868917	0.50209840	0.06877807	0.53800435	0.41036301	0.65920942	0.13574144	1.000.000.000						
CIC	0.50209860	0.19289573	-0.12885154	0.21127756	-0.20786599	0.19354858	0.35814664	0.24055968	0.33193277	0.48009603	1.000.000.000					
INC	0.15634675	0.07510895	0.40191737	0.12541428	0.48009040	-0.17104159	-0.16445214	0.04705190	0.02344860	-0.14871572	-0.23448598	1.000.000.000				
MC	0.54124049	0.33671888	-0.15233101	0.11289887	-0.02970324	-0.01129962	0.26583567	0.19437314	0.31171438	0.38996076	0.76588646	0.146802214	1.000.000.000			
MED	0.34896589	-0.42437060	-0.03601401	0.06180228	0.55337297	0.58064573	0.11033563	-0.06293712	0.27310924	0.07144286	0.05742297	-0.28938528	-0.004474045	0.46528614	1.000.000.000	
MEI	-0.14018675	-0.12735500	0.22980596	-0.23146091	-0.10100074	0.36365984	-0.401774594	-0.32297858	0.01560411	-0.05499420	0.28938528	-0.004474045	0.46528614	-0.26516879	1.000.000.000	
RES	0.03516172	-0.74136064	0.18395007	0.48298752	0.13568271	0.51760994	0.14553676	0.45999150	-0.31469144	0.35051779	-0.22347653	0.338831119	-0.21434107	0.00000000	0.214029614	1.000.000.000

University teachers' conceptions about science and science learning, and how they address the promotion of scientific skills in Biology teacher-training

Carolina Martínez Galaz

Universidad de Barcelona; Universidad Metropolitana Ciencias de la Educación.

carolinamartinez@ub.edu

Corina González Weil

Instituto de Biología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

corina.gonzalez@ucv.cl

Since the increase in the number of students in university classrooms and the advent of the concept of training for scientific literacy, university teachers have been involved in new processes of change and innovation (Barnett, 2001). A new profile has been developed to ensure quality teaching, in order to train professionals who will act as responsible, competent citizens, committed to social development (Bozu and Song, 2009; Galán, 2007; UNESCO, 1998). University teachers who train future secondary school Biology teachers are by no means exempt from this demand, and this has generated questions in the absence of knowledge of what views of Science and Science learning are being taught at university, and whether there is any link with the current promotion of scientific literacy in the school system.

The aim of the study is to investigate the epistemological and pedagogical conceptions of university teachers, and to relate these conceptions to each other. We also relate the pedagogical and epistemological conceptions of university teachers with the scientific skills that they claim to promote in their students. The research questions are: What are university teachers' conceptions about Science and how it is learned and taught? Do they relate these two types of conceptions? What scientific skills do university teachers claim to promote in their classes? Is there any relationship between the pedagogical and epistemological conceptions of university teachers and the type of scientific skills that they claim to promote?

This research is mixed, with quantitative analysis of data collected through a questionnaire being complemented by qualitative analysis of data obtained through interviews. The participants are a group of 13 Chilean university teachers, who teach students on courses to become secondary school Biology teachers. The interviews were done with only three of the participating university teachers, and their participation was voluntary.

To collect the information, we designed and applied a questionnaire. This instrument was validated by expert opinion and was applied to a pilot sample of 44 participants, from which the reliability was calculated by Cronbach's Alpha (0.825). The interviews were open and unstructured. The results of the questionnaire were analysed using R statistical software and SPSS statistical software. The interviews were recorded digitally and later transcribed to Word format for validation by the participants. We analysed the information by identifying codes and categories, and created meta-categories using the comparison and contrast method of Glaser and Strauss (1967).

Some of the main results show that the ideas of university teachers about knowledge production are associated with inductive and deductive features as part of a cyclical process of knowledge construction. This traditional view of Science is related to the research done by Porlán and Martín del Pozo (2002) and Porlán et al. (1998), who report the predominance of the empiricist view. Other interesting results found in the interviews are less traditional views about Science; for example that researchers are burdened with their own histories, views and experiences when they carry out scientific work and generate new knowledge, a view not described in the literature. In relation to the identification of the pedagogical conceptions of university teachers, the questionnaire results show that one group of teachers relates positively the sub-domains of student, teacher and traditional content, consistent with the research of Sanchez (2005) and Martinic and Vergara (2007).

A relationship is also found between the epistemological and pedagogical conceptions, for example the empiricist view of Science is positively correlated with the traditional view of teachers and content. The results obtained coincide with other investigations, such as Porlán et al (1998) and Tsai (2007). To complement this, the results of the interviews show that teachers with constructivist views of learning have mixed epistemological conceptions.

In terms of the relationship between pedagogical conceptions and the promotion of scientific skills, negative correlations in the questionnaire show that the teachers' traditional view of learning (transmission/reception) does not include the promotion of skills such as how to use scientific evidence, or promoting interest in developing an understanding of the nature of Science and knowledge of scientific explanations. For the relation between epistemological and scientific processes, the evidence shows that professors who have a less traditional view of scientific methodology (alternative view of Science) would promote the skills of understanding the characteristics of scientific research and the development of attitudes towards it. In the same way, teachers with an empiricist view of knowledge production would promote the skill of explaining phenomena scientifically, developing abilities and skills such as observation and experimentation.