

## **Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias**

**John Jairo Briceño Martínez<sup>1</sup> y Alicia Benarroch Benarroch<sup>2</sup>**

**jhonjairo@hotmail.com, aliciabb@ugr.es**

<sup>1</sup>*Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Programa Computadores para Educar. Colombia.*

<sup>2</sup>*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y de Humanidades de Melilla. Universidad de Granada. España.*

### **Resumen**

El estudio de las concepciones y creencias del profesorado ha ido cobrando vigencia en los últimos años, debido a que en ellas radica un potencial importante para cambiar la práctica de la enseñanza. Si bien las investigaciones sobre conocimientos y creencias del profesorado son ya tradicionalmente valoradas en los niveles primario y secundario, en los últimos tiempos se ha dado un impulso sin precedentes a las del profesorado universitario. En este trabajo, se realizan entrevistas semiestructuradas para indagar en las concepciones y creencias de cinco profesores universitarios de ciencias colombianos acerca de A) Naturaleza de la Ciencia, B) Aprendizaje científico y C) Enseñanza de las Ciencias, y complementar la información obtenida sobre estos mismos aspectos con los test de lápiz y papel. Se concluye que son más abundantes las concepciones empiristas frente a las constructivistas sobre la ciencia, las concepciones reduccionistas sobre la enseñanza y un relativo desconocimiento acerca del proceso de aprendizaje.

**Palabras clave.** Concepciones y Creencias, Didáctica de las Ciencias, Profesores Universitarios.

### **Conceptions and beliefs in science, learning and teaching of university teachers**

#### **Abstract**

There have been increasing interests at the present time related to the study and research of conceptions and beliefs in teachers. Although these studies have been analyzed for elementary to high school degrees, nowadays there is an unprecedented boost for analyzing these facts on university professors. In this research we analyze the information taken from semi-structured surveys in five university professors in order to inquire the above mentioned facts. In conclusion from the surveys taken, it seems that empiric over constructivist conceptions are quite common in science. Also the reductionist conceptions on the teaching process and a deep lack of knowledge in relation to the learning process in science didactics are also common.

**Keywords.** Conceptions, Beliefs, Science Didactics, University Teacher.

### **Conceptions et croyances sur le science, L'Enseignement et l'Apprentissage professeurs universitaires des.**

#### **Résumé**

L'étude des conceptions et des croyances chez les enseignants a acquis une grande importance ces dernières années, car c'est en celles-ci que le potentiel pour changer la pratique éducative réside. Même si la recherche sur les connaissances et les croyances des enseignants est appréciée à l'école primaire et secondaire, on constate un intérêt croissant sur celles des professeurs universitaires depuis quelque temps. Dans cette recherche, des entretiens semi-structurés sont faits afin de rechercher dans les connaissances et les croyances de cinq professeurs universitaires en sciences colombiens sur a) nature de la science, b) apprentissage scientifique et c) enseignement des sciences. Ceux-ci vont compléter les données obtenues sur les mêmes thèmes dans les tests papier-crayon. On conclut que les conceptions empiristes de

la science sont plus abondantes que celles qui sont constructivistes et que celles qui sont réductrices sur l'enseignement. On a aussi trouvé une certaine ignorance sur le processus d'apprentissage.

**Mots-clés.** Concepts et croyances, sciences de l'éducation, professeurs universitaires

## **Concepções e crenças sob ciência, aprendizagem e ensino de professores universitários de ciências**

### **Resumo**

O estudo das concepções e crenças dos professores ganhou força nos últimos anos, porque nelas reside um grande potencial para mudar a prática de ensino. Embora as pesquisas sobre o conhecimento e as crenças dos professores são já tradicionalmente valorizadas em níveis primários e secundários, nos últimos tempos tem-se dado um impulso sem precedentes aos professores universitários. Neste trabalho, são realizadas entrevistas semi-estruturadas para investigar as concepções e crenças de cinco professores universitários de ciências da Colômbia sobre: A) Natureza da Ciência; B) Aprendizagem científica; C) Ensino das ciências; para complementar a informação obtida nestes mesmos aspetos com os testes de lápis e papel. Pode-se concluir que são mais abundantes as concepções empiristas frente às construtivas sob a ciência, as concepções reducionistas sobre o ensino e um relativo desconhecimento do processo de aprendizagem.

**Palavras Chaves.** Concepções e crenças, Didática das Ciências, Professores Universitários.

### **1. Introducción**

Las investigaciones dirigidas al desarrollo profesional del docente, progresión (Porlán y Martín del Pozo, 2006, Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres, Azcarate y Pizzato, 2010; Leema y Katherine, 2010) o cambio gradual de concepciones (Mellado, 2003), deben ir acompañadas de los estudios que logran identificar el avance de dichos conocimientos. Estos últimos se engloban dentro de un entramado de complejidades atribuidas al terreno de lo cognitivo y afectivo, pues se sabe que dichos conocimientos están asociados a lo que vamos construyendo, apropiando y resignificando del medio. En ese sentido, las concepciones y creencias del profesorado ofrecen oportunidades importantes en las investigaciones didácticas para caracterizar dichos conocimientos y entender cómo se pueden generar las progresiones deseadas en la formación del profesorado.

El valor de las investigaciones sobre concepciones y creencias del profesorado reside en que contribuyen a comprender mejor la manera en que se desarrollan las prácticas de enseñanza (Doménech, Traver, Moliner y Sales, 2006; Martín del Pozo, Porlán, y Rivero, 2005) y, en la formación del profesorado, ayudan a diseñar actividades formativas fundamentadas en lo que piensa, siente y hace el profesor (Copello y Sanmartí, 2001; Gunstone y Nortehfield, 1994; Sanmartí, 2001).

Aunque teóricamente se pueda distinguir las creencias de los conocimientos por su diferente

carga afectiva y por la diferente necesidad de fundamentación de uno y otro concepto, en la práctica se trata de conceptos difusos y escasamente diferenciados, y se utilizan indistintamente en esta investigación (Briceño, Benarroch y Marín, en prensa). Se podría argumentar que las creencias tienen un fuerte componente afectivo, mientras que las concepciones son de carácter más cognitivo (Llinares, 1991; Pajares, 1992; Thompson, 1992), que las creencias están mucho más ligadas a vivencias personales, transcurridas en la familia y en la escuela (Snider y Roehl, 2007), y que, en consecuencia, tienen un mayor carácter implícito, lo que las hace difíciles de identificar mediante el conocimiento declarativo, pues se manifiestan mejor mediante el conocimiento en acción o conocimiento práctico. Sin negar el valor de estos argumentos, cuando se logra exteriorizar a través de estrategias reflexivas el pensamiento del profesor, en su conformación entran en juego factores subjetivos, biográficos y experienciales, así como aspectos objetivos contextuales en los que es difícil e incluso inútil tratar de diferenciarlos. Juntos forman un sistema idiosincrático de conocimientos, producto de la elaboración personal de sus ideas en un contexto institucional y social determinado (Kansanen, Tirri, Meri, Krokfors, Huso y Jyrhämä, 2000; Libedinsky, 2001; Menin, 2001; Muchmore, 2004).

Si bien las investigaciones sobre conocimientos y creencias del profesorado son ya tradicionalmente valoradas en los niveles primario y secundario (Mellado, 2003), en los últimos tiempos se ha dado un impulso sin

precedentes a las del profesorado universitario (Porlán et al., 2010). Concretamente, este trabajo se centra en concepciones y creencias – sobre ciertos fundamentos de la enseñanza de las ciencias- del profesorado universitario en activo de ciencias, en los que predomina como se ha documentado el conocimiento disciplinar y el rechazo hacia cualquier conocimiento de carácter más psicopedagógico y didáctico (Aciego, Martín y García, 2003; Briceño, et al., en prensa; Briceño y Gamboa, 2011; Campanario, 2003; Gil, Beléndez, Martín y Martínez, 1991; Kember, 1997; Perales, 1998; Pintor y Vizcarro, 2005). Por otro lado, para trabajar con este profesorado en procesos formativos se requiere de personas con cierto liderazgo, altamente cualificadas y con apoyo institucional para así conseguir que los llamados expertos sean reconocidos como tales por profesionales de prestigio y con años de experiencia.

En concreto, en este trabajo se analizan las concepciones y creencias sobre la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza de cinco profesores universitarios del Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Iberoamericana en Bogotá (Colombia). Sus resultados han complementado otros de carácter más cuantitativo documentado en otro lugar (Briceño et al., en prensa) y conjuntamente han servido para diseñar un programa de formación fundamentado en la reflexión sobre su práctica de 3 años de duración que está en estos momentos desarrollándose.

## **2. La formación de profesores universitarios en activo de ciencias**

Desde la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior, y su análogo para América Latina -ALCUE- las instituciones universitarias han tenido que enfrentarse a profundos cambios estructurales, organizativos y docentes, asociados inevitablemente a nuevas competencias para los docentes universitarios. En algunos países, como Reino Unido o USA, existe tradición en programas de formación dirigidos al profesorado universitario novel o principiante, algunos de ellos conocidos como *Beginning Teacher Induction*. Sin embargo, no en todos los países ha existido una tradición o cultura institucional que integre la formación del profesorado universitario. Por ejemplo, en España las iniciativas en formación del profesorado universitario son puntuales y tan sólo se desarrollan en ciertas universidades. Sin embargo, la necesidad de una cualificación docente en el profesorado universitario está sobradamente constatada en una amplia

documentación bibliográfica (Browne, 2010; Bruner, 2009; Gibbs y Coffey, 2004; HEA, 2011).

La preocupación de las universidades sobre la formación y actualización psicopedagógica y didáctica de su profesorado es un fenómeno nuevo que ha chocado de frente con el predominio del conocimiento disciplinar y la especialización de este profesorado especialmente si se trata del área científica (Aciego, et al., 2003; Briceño, et al., en prensa; Briceño y Gamboa, 2011; Campanario, 2003; Gil, et al., 1991; Kember, 1997; Perales, 1998; Pintor y Vizcarro, 2005).

Al mismo tiempo, se advierte de lo urgente de iniciar procesos que profundicen en cómo se aborda la enseñanza de las ciencias en las aulas universitarias, haciéndose necesario iniciar la reflexión en torno a las prácticas de los profesores universitarios en activo de ciencias, así como a sus investigaciones y estrategias de enseñanza (Beltrán y Quijano, 2008; Briceño y Gamboa, 2009, 2011; Briceño y Benarroch, 2011, Callejas, 2002; Mosquera, 2008; Zambrano, 2003; Perafán, Salcedo y Herrera, 1999; Perafán, 1996; Reyes, Perafán y Salcedo, 2003).

En contextos cercanos al colombiano, como el generado por el Primer Congreso de Socialización de Experiencias de Educación en Ciencias Básicas, realizado en Bogotá-Colombia, se concluyó que las instituciones universitarias que encabezan las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias en el ámbito universitario, son las que tienen programas académicos de formación de profesores y facultades de educación. Sin embargo, se ve una clara preocupación por parte de las universidades que dentro de sus programas no imparten esos programas, pero sí ofrecen asignaturas con contenidos de ciencias, y en las que su profesorado no se encuentra adecuadamente formado en pedagogía y didáctica para enseñarlas, entre otros motivos, porque aún impera la idea de que para enseñar bien basta con dominar bien la disciplina (Mellado, 2003; Perales, 1998; Pintor y Vizcarro, 2005). Además de ello, no todo el profesorado universitario en activo de ciencias, tiene que pasar por estos cursos de pedagogía o didáctica para poder ejercer el oficio de enseñar en una universidad.

Estas últimas consideraciones se retoman en la versión del quinto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, realizado en el 2011 en Bogotá-Colombia, donde se pone de manifiesto de nuevo la preocupación acerca

de la formación del profesorado universitario en activo de ciencias y la necesidad de su desarrollo profesional docente.

Es por eso, que en el 2010 y 2012 EDUCyT (la Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología) se propone como objetivo generar una red de investigadores en torno a la teorización y práctica en enseñanza de las ciencias en el país, realizando para ello el segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología y el lanzamiento de la revista de la Asociación, demostrando la clara preocupación por forjar una comunidad académica frente a los problemas de la formación de profesores como una de las líneas fuertes de trabajo de la didáctica de las ciencias. Aunque su objetivo afecta a todos los ciclos educativos, reconoce un sentido especial para el profesorado universitario en activo de ciencias.

Los retos son grandes dado que, ante la necesidad de la profesionalidad docente del profesorado universitario que comienza a aparecer como parte de las agendas y líneas de los últimos congresos realizados, se requieren estudios que particularicen en los contextos profesionales de los docentes y en las características concretas de las materias que imparten, favoreciendo la reflexión sobre su práctica. Dichos estudios requieren períodos de tiempo largos y este podría ser uno de los principales impedimentos para su realización en el ámbito universitario.

Mientras tanto, los denominados cursos de formación para el profesorado universitario en activo de ciencias, deben articularse en torno a la misma dinámica investigativa, incentivando al profesor a reflexionar sobre sus concepciones y creencias, su práctica docente y a identificar los obstáculos (Porlán, Martín del Pozo, Harres, Azcárate y Pizzato, 2011) que podrían estar influyendo en una enseñanza de las ciencias adaptada a las necesidades de los estudiantes, menos dogmática y más acorde a las perspectivas alcanzadas por la investigación en didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002; Campanario, 2003; Gallego, 2004; Marín y Soto, 2012; Vázquez y Manassero, 2012a; 2012b).

En síntesis, el estudio de las concepciones y creencias en el profesorado universitario, articulado a la formación de profesores, es un tema aparentemente reciente en el país. Como se ha dicho con anterioridad, el avance está en que se comienza a reconocer que los profesores universitarios, y no sólo los de primaria y

secundaria, también elaboran concepciones y creencias que guían su conducta en el aula, y que no basta con ser expertos en su disciplina y área de saber para lograr mejores resultados de aprendizaje en sus estudiantes (Callejas, 2002; Gallego, Pérez y Urrea, 1995; Salcedo, Furio, Gil y Pessoa, 1992). Como señala Zambrano:

*[...] en realidad, éste es un campo de investigación en el cual hay mucho por hacer y, por tanto, se requiere el concurso de todos, para iniciar un trabajo conjunto, que poco a poco conduzca a tener en las universidades del país una educación en ciencias de mayor calidad (Zambrano, 2003, p.19).*

Este último autor (2003, p. 21) investiga especialmente al profesorado universitario colombiano y afirma que en este ámbito se “justifican el surgimiento de dos teorías pedagógicas hegemónicas, en el contexto universitario: el positivismo y el constructivismo”.

### 3. Marco teórico

Este trabajo se encuadra en la línea del pensamiento del profesor, que pretende una mejor comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje, de los procesos de reforma y de desarrollo curricular. Todos estos trabajos consideran al profesor como un elemento clave al concebirlo como un profesional reflexivo, que toma decisiones racionales.

Como señalan Adúriz Bravo e Izquierdo (2009, p. 41), “*Cuando los profesores y profesoras de ciencias naturales nos hacemos conscientes de las decisiones a tomar en nuestro trabajo y queremos fundamentarlas, compararlas con las de otros profesores, establecer prioridades entre ellas, gestionarlas para llegar a los fines deseados y comunicarlas a nuestros colegas, encontramos que necesitamos de nuevos conocimientos (provenientes de la epistemología o filosofía de la ciencia, de la pedagogía, de la ciencia cognitiva, de la lingüística y de tantas otras disciplinas); esos conocimientos se “trenzan” con los de las disciplinas científicas a enseñar para diseñar una auténtica actividad científica escolar (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003) en nuestras clases.*”

En nuestro caso, concebimos el desarrollo profesional docente del profesorado de ciencias universitario como la mejora en la coherencia entre sus prácticas docentes y sus concepciones epistemológicas acerca de A) la naturaleza de la

ciencia; B) el aprendizaje científico y C) la enseñanza de las ciencias. Estos tres elementos –naturaleza de la ciencia, aprendizaje científico y enseñanza de las ciencias– conforman el conjunto de los saberes filosóficos, psicopedagógicos, sociales y lingüísticos que fundamentan el acto didáctico de enseñar ciencias. Estructuran, por tanto, el modelo teórico o de referencia. Su interrelación así como la coherencia epistemológica entre ellos, constituye, desde esta perspectiva, un objetivo importante del desarrollo profesional docente.

La coherencia epistemológica es la manifestación de una determinada visión, opinión, interpretación o valoración entre diferentes contextos, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza, pudiendo existir coherencia epistemológica parcial cuando se mantiene cierto grado de coherencia intracontextual (en el mismo o en semejantes contextos) pero no entre contextos diferentes (Benarroch y Marín, 2011).

Parafraseando a Benarroch y Marín (2011), sería deseable saber por ejemplo si un profesor que es constructivista ante la ciencia, lo es también ante el aprendizaje de las mismas o incluso ante su enseñanza. Lo mismo se podría decir respecto a su postura empirista o racionalista. ¿Conserva esta postura al cambiar de contexto, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza o por el contrario, tiene distintas visiones epistemológicas ante el cambio del mismo? A priori, es posible que los profesores tengan una visión muy simple sobre algún aspecto del conocimiento y otra visión más compleja y sofisticada sobre otros aspectos.

Este planteamiento exige caracterizar o modelizar las concepciones más aceptadas y las más reduccionistas sobre los tres elementos del modelo teórico, a saber, Naturaleza de la Ciencia, Aprendizaje de la Ciencia y Enseñanza de la Ciencia. Esto ha sido hecho en trabajos precedentes (Marín y Benarroch, 2009; 2010; Benarroch y Marín, 2011), a los que remitimos al lector para comprender mejor el detalle de estas caracterizaciones. Sintetizamos a continuación algunos de los aspectos más significativos y necesarios para comprender este trabajo:

- Respecto a la Naturaleza de la Ciencia, se distingue entre la concepción *constructivista*, identificada por las visiones más adecuadas sobre la ciencia, y las concepciones *reduccionistas* (empiristas, racionalistas, mecanicistas, realistas, etc.) identificadas como las visiones menos

adecuadas (ver detalle en Marín y Benarroch, 2009; tabla 1).

- Respecto al Aprendizaje de la Ciencias, también se distingue también entre la concepción *constructivista* del aprendizaje y las concepciones *reduccionistas* (empiristas, racionalistas o interpretativas, realistas, etc.) (ver detalle en Marín y Benarroch, 2010, tabla 1).
- Por último, en el caso de la Enseñanza de las Ciencias, frente a la concepción más tradicional, eminentemente disciplinar y centrada en la *transmisión-recepción*, se encuentra genéricamente la también llamada visión *constructivista* (ver detalle en Benarroch y Marín, 2011, tabla 1).

Conviene destacar que la visión constructivista relacionada con la Naturaleza de la Ciencia no es la misma que la visión constructivista del Aprendizaje ni de la Enseñanza (Anderson, 2007). Lo mismo podría decirse de las visiones empiristas y de las racionalistas. Aunque un cuestionamiento crítico de este planteamiento exigiría una extensión que sobrepasa las intenciones de este trabajo, como dicen Marín y Benarroch (2000, p. 30): “*desde argumentaciones más breves se puede esgrimir que existen algunas deficiencias e incoherencias teóricas al hacer esta transposición analógica del plano del pensamiento formal al natural: ambos conocimientos poseen connotaciones tan diferentes que limitan notablemente la legalidad de la analogía (Strike y Posner, 1990) y los esquemas de conocimiento como constructos del pensamiento natural no son equiparables con las teorías de las disciplinas formales*”.

Asimismo, se podría argumentar la dificultad de identificar cada una de las concepciones en estos contextos, dada la falta de acuerdo entre las investigaciones de referencia realizadas sobre los respectivos contextos (Marín, Benarroch y Níaz, en prensa). Por ejemplo, sobre la Naturaleza de la Ciencia, aunque filósofos, historiadores y sociólogos de ciencia continúan discrepando en un número importante de aspectos, muchos autores coinciden en señalar que existe suficiente consenso como para establecer las ideas básicas de Naturaleza de la Ciencia y diferenciar las adecuadas o informadas y las inadecuadas o ingenuas. Como señalan Gil, Guisásola, Moreno, Cachapuz, Pessoa, Martínez, Salinas, Valdés, González, Gené Duch, Dumas-Carré, Tricárico y Gallego (2002) “*A pesar de las diferencias, hay una base común en la forma en que autores como Popper, Khun, Lakatos, Fereyabend, Laudan,*

*Giere... conciben la naturaleza de la ciencia, y es esta base común la que debe ser exaltada, en nuestra opinión, para facilitar una mejor comprensión de la construcción del conocimiento científico” (p.563).*

Aunque distintos autores hemos defendido la necesidad de no darnos con satisfechos con estas bases comunes (Niaz, Abd-El-Khalick, Benarroch, Cardellini, Laburú, Marín, Montes, Nola, Orlik, Scharmann, Tsai y Tsaparlis, 2003), es precisamente su existencia pero también su carácter difuso la que nos ha llevado a explicitar de forma rigurosa qué entendemos como visión constructivista (y sus correspondientes visiones reduccionistas) en la naturaleza de la ciencia, en el aprendizaje científico y en la enseñanza de las ciencias. Este detalle se puede encontrar en las tablas referenciadas anteriormente, en las que se sistematizan las concepciones más y menos adecuadas en torno a ciertos subcontextos o áreas dentro de cada contexto (ciencia, aprendizaje y enseñanza). Estos subcontextos se muestran en la tabla 1 de este trabajo. Así, los subcontextos diferenciados dentro de la Naturaleza de la Ciencias son 1. Contexto donde surge y se aplica la ciencia; 2. Fase Privada (actividad en la fase de descubrimiento); 3. Interacción entre Fase Privada y Pública; y 4. Fase de Justificación (la ciencia como producto).

**Tabla 1. Sistemática de contextos**

Contextos y Subcontextos	
Naturaleza de la Ciencia	Contexto sociológico o contexto donde surge y se aplica la ciencia Fase de descubrimiento individual del científico Fase de interacción entre el trabajo realizado y el publicado La naturaleza de la ciencia como producto
Aprendizaje de la Ciencia	Correspondencia entre el conocimiento y la realidad Modelos de organización cognitiva. Certeza del conocimiento Fuentes del conocimiento. ¿Qué se aprende y desde dónde? Contenidos cognitivos y asignación de significados El proceso de aprendizaje y su relación con la enseñanza
Enseñanza de la Ciencia	Creencias sobre cuestiones ligadas a la enseñanza de las ciencias Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias Condiciones de enseñanza más

	favorables para el aprendizaje Intercambio de información entre profesor y estudiante
--	--

Dado el uso frecuente que en el resto del trabajo se va a hacer de términos tales como empirista, racionalista, positivista, etc. abreviadamente se pueden conceptualizar estos términos como sigue:

En el empirismo/positivismo se considera que la verdad existe y que las personas buscamos descubrirla mediante la experiencia. Esta perspectiva supone un enfrentamiento al racionalismo que confía en la capacidad de la razón para alcanzar la verdad.

Desde una perspectiva constructivista, tanto la experiencia como la razón son importantes para el conocimiento sin que se pueda priorizar una sobre otra, pues se admite que las personas construimos interpretaciones de los fenómenos a partir de nuestros conocimientos previos. Desde esta perspectiva, la única verdad de la que tiene sentido hablar es la verdad construida y el conocimiento más válido es el más confrontado (con la experiencia física y también por interacción social, mediante negociación y consenso, con las demás personas). Así, el constructivismo mantiene compromisos ontológicos con el conocimiento-al concebirlo independientemente de la realidad- y compromisos epistemológicos al afirmar que el conocimiento se va construyendo por la interacción entre sujeto y objeto, de modo que da igual importancia a la experiencia personal (enfanzada por el empirismo) y a la actividad racional del sujeto (enfanzadas por el racionalismo).

Estas ideas, aunque sean básicas, no están extendidas. En estudios previos encontramos que *“los profesores universitarios colombianos en activo muestran unas concepciones y creencias sobre la ciencia sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza bastante alejadas de las concepciones más avanzadas sobre estas temáticas. Las mismas tendencias han sido identificadas en colectivos chileno y español de profesores en formación. Concretamente, son bastante abundantes las concepciones empiristas y racionalistas frente a las constructivistas sobre la ciencia, las concepciones reduccionistas sobre la enseñanza y un profundo desconocimiento acerca del proceso de aprendizaje”* (Briceño et al., en prensa).

#### 4. Metodología de la investigación

En este trabajo se afronta la indagación cualitativa de concepciones y creencias de los profesores universitarios colombianos mediante entrevistas semiestructuradas grupales.

En ellas, los profesores tienen la oportunidad de explicitar en sus declaraciones todo aquello que saben y creen sobre las cuestiones indagadas, pero también de construir su conocimiento a partir de las argumentaciones de sus compañeros y de realizar un ejercicio de reflexión consciente sobre sus propias contradicciones, sobre todo cuando se percatan de falta de coherencia en sus respuestas.

Las entrevistas son semiestructuradas porque en ellas se utilizaron como preguntas fijas algunos de los ítems incluidos en los cuestionarios de opciones múltiples que previamente habían sido cumplimentados por los mismos profesores. De esta manera, uno de los autores de este trabajo procedía a la lectura de un ítem y solicitaba a los profesores participantes que justificaran sus respuestas antes y después de escuchar las argumentaciones de sus compañeros.

Se conformaron dos grupos para la realización de las entrevistas, un grupo A con tres profesores y un grupo B con dos profesores. Cada entrevista grupal ocupó aproximadamente un tiempo de 2 horas y 30 minutos, dedicando dentro del mismo un tiempo proporcional a cada uno de los tópicos objeto de esta investigación, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza. Las entrevistas fueron grabadas con audio y realizadas en una sala de juntas de la Facultad

de Educación de la Corporación Universitaria Iberoamericana de Bogotá.

#### 4.1 Momentos

A) Reducción de datos: Se utilizan citas textuales claves con las que los profesores describen sus aportes y donde se deja entrever creencias muy marcadas por las vivencias de los profesores en el “yo creo” y en el “yo siento”, así como también concepciones muy apegadas al conocimiento académico, del tipo “yo sé” o “es así”.

B) Transformación de la información: Basada en una segmentación de la información. Se trata de un ejercicio de selección y agrupamiento. La información cualitativa obtenida para cada una de las categorías definidas se realiza en las tablas 3, 4, y 5.

#### 4.2 Profesores participantes en las entrevistas

La muestra de participantes en las entrevistas grupales está formada por 5 profesores universitarios en activo identificados con los seudónimos: NAL, SOL, ELD, CAL y DAD. Como se muestra en la tabla 2, respecto a la formación de los mismos, cuatro de ellos tienen formación en ciencias e imparten materias complementarias a esta formación disciplinar. El quinto es un psicólogo que imparte docencia sobre metodología de investigación y estadística.

**Tabla 2. Profesores participantes en las entrevistas**

Nº	Nom.	Género	Edad	Experiencia (años)	Formación pregrado	Formación posgrado	Materias que imparte
1	DAD	Masculino	26	2	Psicología	Maestría en antropología social	Metodología de investigación
2	CAL	Masculino	34	6	Biología	Maestría en biología	Biología, bioquímica
3	ELD	Femenino	35	1	Bacteriología	Administración en salud	Biología, microbiología
4	NAL	Femenino	32	5	Fisioterapia	Maestría en administración	Anatomía y patología
5	SOL	Masculino	30	2	Licenciatura matemática (en Colombia, lleva implícito la formación psicopedagógica)	Especialización en matemática aplicada	Matemáticas y cálculo

Ambas entrevistas fueron realizadas en el mismo día. En la entrevista A, realizada por la mañana, participaron NAL, SOL y ELD. En la entrevista B, realizada por la tarde, participaron CAL y DAD.

Estos profesores fueron escogidos por su disponibilidad y buena voluntad para participar en el estudio, factor que consideramos importante para asegurar, en esta técnica de recogida de datos, buenos informantes, sinceros y dialogantes.

#### **4.3 Los cuestionarios y las preguntas de las entrevistas**

Como se dijo con anterioridad, en las entrevistas se utilizaron algunos de los ítems incluidos en tres cuestionarios de opciones múltiples que previamente habían sido cumplimentados por los mismos profesores.

Los cuestionarios COMVdC, COMVdA y COMVdE respectivamente para 'Naturaleza de la Ciencia', 'Aprendizaje Científico' y 'Enseñanza de las Ciencias', están formados por preguntas con tres opciones de respuesta entre las que hay una única correcta. Dicha opción considerada correcta es la más adecuada a las concepciones constructivistas, mientras que los dos distractores contienen visiones menos adecuadas o deformadas.

Estos cuestionarios con sus sistemáticas están descritos con detalle en los trabajos respectivos (Marín y Benarroch, 2009; 2010, para los dos primeros, y Benarroch y Marín, 2011, para el último). Su uso ha permitido mantener una estructura vertebral en el diálogo planteado a los profesores, dado que han minimizado la incertidumbre y el exceso de información, centrando las entrevistas en aquellas cuestiones más relevantes o con más posibilidades para ampliar el debate acerca de la didáctica de las ciencias y sus fundamentos.

## **5. Resultados**

### **5.1 Reducción y transformación de datos para la Naturaleza de la Ciencia**

El profesor NAL es fisioterapeuta y trabaja en el sector de la salud, simultaneando esta actividad laboral con la docencia. Su formación en ciencias está muy ligada a su perfil académico y profesional. Sus concepciones y creencias están sobre todo al principio muy relacionadas con posturas empiristas y realistas, especialmente en

lo que se refiere a la existencia de verdades y la asunción de la ciencia como un reflejo de la realidad.

*NAL: en la ciencia...actuar con honradez va a implicar en teoría que va haber algo real, verdadero, si actúo con honradez quiere decir, que la ciencia va a salir bien y otros van a tener algo parecido a lo mío, entonces será un conocimiento verdadero, como que me reafirma lo que yo he hecho.*

Aunque con bastante frecuencia mantiene escasa solidez en sus argumentos y cambia rápidamente de opinión, algunas de sus declaraciones van acomodándose conforme transcurre la entrevista y así su concepción de método científico se va adaptando desde una búsqueda de la verdad absoluta a otra con rasgos más flexibles.

*Investigador: Un músico es aficionado a la observación de las estrellas usando el telescopio; tras una decena de años ha forjado una teoría sobre la expansión del universo. ¿Qué debe demostrar en su publicación para que los expertos le den alguna credibilidad?*

*NAL: que ha seguido con rigor el método científico, aunque de alguna manera veo también que haya podido contrastar muchas veces su teoría con sus observaciones, esas dos respuestas no las separaría tal cual como una muralla, para mí están incluidas, tanto que tenga un punto de vista de unas teorías que ya existan como su contraste de sus hallazgos con esas teorías.*

*NAL: aunque para mí el método científico pues es algo muy camisa de fuerza y muchos de los conocimientos que tenemos ahora salen de ese método y no me parece que hacer ciencia requiera el rigor del método científico.*

En consecuencia, la concepción más generalizada de NAL es la asociación entre el producto de la ciencia con la realidad y verdad objetiva—desde la perspectiva ontológica— así como en la confianza del método científico para alcanzar esa verdad —empirismo epistemológico, aunque si bien avanza durante la entrevista hacia la relativización de la validez de los procedimientos exclusivamente empiristas.

El profesor SOL es licenciado en matemática y su experiencia laboral se limita a la docencia universitaria. De un modo más convencido y recurrente que sus compañeros de entrevista, defiende la visión realista y verdadera del conocimiento científico y la visión empirista de la ciencia a través de la utilización de un método



científico. Para él, el conocimiento está cuidadosamente enterrado bajo la apariencia de la realidad, y conseguir llegar a él es descubrirlo a través de la observación de los hechos de los cuales se han de extraer las leyes y las teorías. (Pozo y Gómez, 1998).

*SOL: Si el investigador está observando algo entonces demuéstrela por medio del método científico y ahí puede afirmar que su teoría está bien; si el investigador está haciendo un teorema y lo demuestra, entonces eso es real, desde que la demostración tenga sus principios matemáticos... Que sea verdadero lo convierte en real.*

*SOL: me puse a pensar un problema de la realidad que no pudiera explicar la ciencia, pero hasta el momento no lo he encontrado, estoy pensando en un ejemplo de la realidad que no explique la ciencia, pero no sé.*

El profesor ELD es bacteriólogo y al igual que NAL, su experiencia laboral está relacionada con el trabajo en el laboratorio en el sector de la salud, que alterna con la docencia universitaria. Este profesor insiste en una de las ideas más persistentes en las concepciones de ciencia que tienen los profesores, altamente asociada a la existencia de la verdad, tendiente a un empirismo sustentado también en un método científico.

*ELD: a la pregunta ¿cuál es la razón principal por la que el científico suele actuar con honradez? La respuesta es: para poder crear conocimiento verdadero... Para mí un científico no es honrado cuando a la manera en que hace sus ensayos procura que los resultados le tengan que dar a beneficio propio de su publicación o de su propuesta o teoría. Esos son resultados no reales, por no decir otra palabra...La verdad sustenta la realidad.*

*ELD: la ciencia sí requiere del método científico. De hecho, es rigurosa en el uso del método científico.*

El profesor CAL es biólogo y su experiencia profesional está unida al trabajo experimental en el laboratorio y la docencia universitaria. Sus concepciones acerca de la ciencia ponen también de manifiesto tendencias empiristas y con cierto predominio por una visión realista, como aquello que se descubre en la realidad. Para CAL, el conocimiento científico se oculta en la realidad y la ciencia se encarga de descubrirlo. La forma más exitosa de hacerlo es mediante el método científico que parte de las observaciones y continúa con la elaboración de

hipótesis, experimentación y enunciado de teorías, tratándose de una concepción con cierto empirismo extremo.

*CAL: yo pensé en el método científico y la precisión y la exactitud es algo que dirige los estudios y la investigación en todas las ramas y ser preciso ha llegado a varios descubrimientos.*

*CAL: pensando en los términos de los fenómenos, la ciencia es el reflejo de la realidad en cuanto los fenómenos que se estudie...El primer paso para iniciar sería observar y caracterizar bien el fenómeno y en ese orden de ideas se puede iniciar la investigación... Donde inicialmente se plantea preguntas, luego plantea hipótesis y luego puede ahondar en la hipótesis, es como el camino para abordar un fenómeno.*

El profesor DAD es psicólogo y su formación en ciencias está relacionada con el hecho de trabajar como profesor de metodología de la investigación con estudiantes universitarios. Sus concepciones y creencias son más complejas que las de sus compañeros; de modo que aunque se refiere constantemente al conocimiento cierto y real, lo hace sin igualar ambas categorías, conocimiento y realidad. Asimismo, el método científico es magnificado pero no como sinónimo de un conjunto preestablecido de pasos sino como el proceso que fortalece y da valor al conocimiento científico.

*DAD: el compromiso del investigador es generar conocimiento, lo más certero, lo más real posible.*

*DAD: el método científico lo que hace es que la ciencia sea ciencia, la fortaleza de la ciencia es una cuestión metodológica, tenemos ciencia siempre y cuando lo que hagamos tenga ese rigor científico.*

*DAD: uno puede explicar un problema siempre y cuando lleve un método científico, así sea un sentimiento, de magia, mirando las realidades de primer, segundo y tercer orden y seguir desde ahí un método científico.*

Conviene destacar que los profesores en ambas entrevistas se mostraron muy de acuerdo unos con otros y se reforzaban mutuamente en sus juicios y comentarios.

Una síntesis de los mismos se detalla en la tabla 3 y son en líneas generales coincidentes con los reportados en la bibliografía (Lederman, 1992; Marín et al., en prensa; Vázquez y Manassero 2012a; 2012b).

**Tabla 3. Resumen de la información acerca de las concepciones y creencias sobre la Ciencia**

Contexto: Naturaleza de la Ciencia	
Subcontextos	Análisis cualitativo
Contexto sociológico o contexto donde surge y se aplica la ciencia	Aunque hay vínculos con la sociedad y la tecnología, la falta de relaciones claras con la historia de las ciencias y la confianza en la fortaleza de la ciencia es tal que supera las ligaduras que estos vínculos puedan ocasionarle; así pues, para los profesores de las entrevistas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ciencia es un conocimiento acumulativo a lo largo del tiempo</li> <li>• La ciencia “es independiente” del contexto histórico y social del momento</li> </ul>
Complejidad de la ciencia / Fase de descubrimiento individual del científico	Ninguno de los profesores desarrolla argumentos que permitan apreciar una diferenciación entre la actividad individual del científico y el conocimiento formal científico. La excepción se refiere a la honradez del científico, de manera que los únicos condicionantes para alcanzar la verdad científica no son de tipo cognitivo sino moral. Por tanto, los profesores conciben que: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El científico se puede ver afectado por sus compromisos e intereses personales, lo que le podría llevar a falsificar los datos de modo intencionado.</li> </ul>
Concepción de método científico / Fase de interacción entre el trabajo realizado y el publicado	De acuerdo con lo dicho en la fase anterior, asimismo, tampoco hay argumentos que permitan apreciar que los profesores son conscientes del proceso complejo de regulación que la comunidad científica ejerce sobre las aportaciones individuales. En consecuencia, para estos profesores: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las aportaciones individuales se incorporan por simple acumulación.</li> <li>• Éstas las hacen principalmente genios espontáneos, iluminados o superdotados.</li> </ul>
La naturaleza de la ciencia como producto	En este apartado es donde se centran la mayor parte de los comentarios y argumentos, mostrando unas posturas sobre la ciencia bastante acordes con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desde el punto de vista ontológico, la ciencia es el reflejo de la realidad</li> <li>• Desde el punto de vista epistemológico, el método científico valida la ciencia y hace que sea el conocimiento más certero que existe.</li> </ul>

### 5.2 Reducción y transformación de datos para el Aprendizaje de la Ciencia

El profesor NAL cree que hay que motivar a los estudiantes bastante y saber llegar a ellos con actividades interesantes “*hay que hacer las clases interesantes*”, pero pone el acento para la motivación y para el aprendizaje únicamente en las condiciones externas dependientes del profesor. Así, insiste en la importancia de las explicaciones correctas y lógicas, sin discernir entre significatividad lógica y psicológica. Bajo estas condiciones, aprender es apropiarse de significados externos transferidos por el docente y es, en definitiva, un proceso fácil.

*NAL: porque el estudiante puede estar atento pero puede no estar entendiendo nada, entonces la misma bobada, entonces las explicaciones correctas son las que más me ayudan a aprender, si uno no tiene lógica pues está enseñando mal.*

El profesor SOL concibe el aprendizaje como un proceso de descubrimiento de la realidad externa; dicho proceso puede ser paulatino hasta

que la apropiación coincide con dicha realidad, momento en que finaliza el aprendizaje.

*SOL: entre más uno estudia algo, empieza a conocer más de eso y su imagen se vuelve más nítida, ya no sabría si en algún momento ya la ve bien, como que ya no hay nada que descubrirle*

*SOL: a uno le sirve la memoria para muchas cosas, digamos que así como yo me aprendo el número de mi celular, me puedo aprender una fórmula, porque en sí son numeritos, pero de ahí a aplicar la fórmula en un problema ya tiene que saberla relacionar que es lo difícil.*

*SOL: si uno aprende algo es porque lo vive, lo descubre, es un aprendizaje más significativo, entonces ese aprendizaje se vuelve más sencillo y uno ya lo entiende porque es algo como de uno.*

El profesor ELD insiste durante toda la entrevista en la importancia del aprendizaje por recepción de significados, y, en consecuencia, de la instrucción por encima de la propia experiencia, manifestando que:

*ELD: uno aprende más por tradición oral que por auto-aprendizaje.*

*ELD: por ejemplo lo que más me influyo para contar objetos, fue la instrucción de los mayores...Digamos que con mi papá siempre era la misma pregunta: cuántos carros hay, cuántas gallinas, eso es generalmente instrucción de mayores.*

En últimas, quizás ELD sea de uno de los profesores que más priorizan el aprendizaje como un proceso pasivo y acumulativo, donde el estudiante recibe contenidos por parte del profesor, y no muestra signos de conciencia de la necesidad de los procesos internos (asimilación, acomodación, reorganización cognitivas) que implica el aprendizaje.

*ELD: en últimas lo que se está haciendo es añadir un conocimiento que uno ya tiene.*

El profesor CAL, posiblemente influido por su perfil académico y profesional de biólogo, pone de manifiesto la importancia en el aprendizaje de las predisposiciones genéticas y de las influencias ambientales, estas últimas ayudando al desarrollo de las primeras. En esta concepción, destaca el papel de la acción y de las interacciones físicas en el desarrollo de las estructuras genéticas.

*CAL: si lo vemos en términos científicos hay una información que aporta la genética a las construcciones de pensamiento que tiene el sujeto, pero también el componente ambiental hace que esa experiencia se transforme haciendo que ese componente permita generar ciertos niveles, sin embargo, las aporta la herencia en parte y que se van llenando.*

*CAL: porque si estamos aprendiendo a montar en bicicleta, pues muchas veces nos vamos a caer: instinto heredado para andar lo mismo que lo anterior, hay un componente genético y un componente ambiental, pero lo que más motiva aprender andar es cómo llegar a tener esa estructura que tienen los mayores, eso es lo que lo impulsa a uno, el desplazarse de un sitio a otro, en ese afán de querer ser grandes es lo que va afectar a que aprendamos a andar, el gateo y cuando ya se pone en pie.*

También el profesor DAD, como psicólogo que es, comparte con CAL estas ideas y añade expresiones que muestran concepciones y creencias sobre el aprendizaje algo más elaboradas que las de los restantes compañeros, lo que puede ser debido a su formación en aspectos claves de la cognición y el aprendizaje. De hecho, es el que aporta argumentaciones más congruentes, defiende la idea de que no se puede alcanzar a conocer toda la realidad, y que hay elementos personales que influyen en el aprendizaje.

*DAD: si existe una realidad yo no la puedo conocer completamente, hay que tener en cuenta la limitación de los sentidos, yo no veo todo el espectro electromagnético, no veo los rayos infrarrojos, sin embargo me puedo mover por todo ese mundo externo porque he construido una serie de cosas que me permiten moverme en el.*

*DAD: aprender a montar bicicleta es un proceso un poquito más duro para uno, más difícil, es un proceso lento, pero por ese mismo proceso lento hace que sea más duradero.*

En la tabla 4 se resumen algunos de los aspectos más destacados de las concepciones y creencias del profesorado sobre el aprendizaje científico.

**Tabla 4. Resumen de la información acerca de las concepciones y creencias sobre el Aprendizaje de las Ciencias**

Contexto: Aprendizaje de las Ciencias	
Subcontextos	Análisis cualitativo
Correspondencia entre el conocimiento y la realidad	Salvo un profesor psicólogo, los restantes muestran implícitamente la tendencia ingenua de que se puede acceder a la realidad externa, existiendo una correspondencia entre conocimiento y realidad.
Modelos de organización cognitiva. Certeza del conocimiento	Entrevista A: Hay un gran desconocimiento acerca del aprendizaje y de los modelos de organización cognitiva. Incluso el papel de las ideas previas es minimizado cuando se trata de contrastar sus efectos netos. Quizás por ello hay una tendencia en desplazar el protagonismo hacia la enseñanza y las condiciones externas que favorecen la recepción pasiva de significados.

	Entrevista B: Explicación cercana a la piagetiana acerca del aprendizaje y los modelos de organización cognitiva, justificando el papel de la acción y de las experiencias físicas en el aprendizaje.
Fuentes del conocimiento. ¿Qué se aprende y desde dónde?	Ciertos profesores, con formación psicológica o biológica, dan argumentos de tipo piagetiano en cuanto al origen del conocimiento, admitiendo que la construcción cognitiva es un proceso genético con influencias ambientales. Asimismo, son también más conscientes de la importancia de la acción y de las interacciones físicas en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, los profesores con otras formaciones académicas carecen de conocimientos al respecto y conciben únicamente que los significados puedan ser recibidos externamente e incorporados interiormente.
El proceso de aprendizaje y su relación con la enseñanza	Entrevista A: Aprender es fácil. Únicamente hay que organizar lógicamente el contenido de aprendizaje. Dicho contenido se va internalizando acumulativamente en la mente de los aprendices. Aunque a veces se nombran, se minimiza la importancia de las ideas previas. Sin embargo, junto a la importancia de este aprendizaje vicario, el profesorado también intuye que la experiencia es importante, por lo que, aunque no la definen con seguridad, la utilizan para mencionar que también se aprende por vivencias personales e interacciones físicas, cuya importancia frente a la recepción de significados es variable.  Entrevista B: Aprender es construir significados, lo cual implica la reorganización cognitiva en las mentes de las personas. En dicho proceso son importantes tanto las experiencias físicas como las vicarias y simbólicas.

### 5.3 Reducción y transformación de datos para la Enseñanza de las Ciencias

El profesor NAL concede gran importancia a la enseñanza transmisiva fundamentada en la organización lógica del contenido como forma de lograr un buen aprendizaje del mismo.

*NAL: las explicaciones correctas son las que más me ayudan a aprender, si uno no tiene lógica pues está enseñando mal.*

Aunque pudiera parecer por la expresión anterior que distingue entre enseñanza y aprendizaje, un análisis más detallado de la visión que posee acerca de esta relación, revela que ésta es simple, directa e interpretativa.

*NAL: Enseñar bien conlleva a aprender bien igual, en que si existe dependencia, más no es bastante.*

El profesor SOL muestra también una fuerte tendencia a privilegiar el dominio disciplinar y la enseñanza de contenidos, y refuerza la idea de que enseñar bien implica aprender bien hasta el punto de no apreciar el valor de la formación didáctica.

*SOL: si yo enseño bien todos van a aprender bien...yo no sé qué tiene que ver con que se*

*tenga la formación didáctica, si la tiene o no la tiene debe mantenerse en una lógica de lo que explica.*

Asimismo, defiende la posición hegemónica del profesor para enseñar adecuadamente, siendo tal vez, el profesor más tradicional de todos los profesores entrevistados. Se presume que su formación en pedagógica y didáctica no haya sido de valor, por la manera como la subvalora.

*SOL: para mí el que se tiene que equivocar es el estudiante, no el docente cuando está explicando, ahí el que valora más el error es el estudiante, hay cosas que no es tanto como el modo de enseñar con certeza porque uno si podría enseñar algunas cosas mostrando en qué fue en lo que se equivocaron los estudiantes.*

En el profesor ELD predomina el interés y seguimiento del aprendizaje de sus estudiantes, lo que hace de modo intuitivo, cometiendo errores adrede durante sus explicaciones.

*ELD: generalmente hago ejercicios en clase y equivocarme a propósito, lo hago mucho, pero es con el fin de medir qué tanto están comprendiendo, qué tanto caen en el error y qué tanto pueden aportar ante determinada situación, lo hago en las clases muy frecuentemente.*

Es muy característico del profesor ELD que defienda elementos en la enseñanza más próximos a los modelos constructivistas en los que él trata de guiar al estudiante implicándolo activamente en su propio aprendizaje. Sin embargo, en ningún momento de la entrevista reconoce la importancia de sus ideas previas.

*ELD: sacándolos de las aulas, poniéndoles las reglas claras y diciéndoles que necesitamos que ellos aprendan esto, dándole los ítems, en anatomía si ustedes no le ven la funcionalidad al conocimiento, entonces ellos cogen más fácil las cosas, ayudarles a hacer ese camino.*

En el Profesor CAL se detecta un esfuerzo por ofrecer argumentos coherentes, pero éstos no están fundamentados en los conocimientos más actuales sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, y aunque sostiene la idea de tener en cuenta lo que el estudiante sabe, no está claro para él cómo aprovechar este potencial en la enseñanza.

*CAL: cuando yo estaba en quinto de bachillerato tuve una experiencia, tuvimos un profesor que nos dijo: construyan un camión muy artesanal y tomen los datos, nos llamó mucho la atención porque nos íbamos a enfrentar a que era el tiro parabólico, entonces ahí fue donde yo mejor tuve conocimiento de lo que era porque conocí el entorno y las herramientas con las que contaba en ese momento”.*

*CAL: esos conceptos que se preconstruyen no solamente en el aula, sino también en el entorno, van hacer que en los estudiantes tengan mucho más conocimiento para que tenga una competencia y pueda aplicarla en cierto*

*trabajo, por ejemplo en términos de un bachillerato comercial, mecanografía, se requiere saber qué es, conocer los teclados, pero ya para sentarse a escribir un texto es la posición de los dedos y demás, requiere un saber previo para cuando ya la persona llegue a la práctica, se dé cuenta de que la posición de los dedos nos va ayuda a construir frases y un texto como tal.*

El profesor DAD quizás sea el menos tradicionalista de sus compañeros, lo que contrasta con sus opciones epistemológicas sobre la ciencia más positivistas.

*DAD: cuanto que me voy por la construcción por la comprensión, se construye a partir de experiencias previas y quien enseña no está tan preocupado por transmitir porque no se permitiría construir.*

Merece la pena destacar aquí, y en otros momentos de las entrevistas con este profesor, que su formación en psicología lo lleva a desarrollar argumentos tendientes a reconocer al estudiante como un actor activo, y en el profesor una manera para guiar su proceso. Esto lo lleva a ser el profesor que más conocimiento muestra tener acerca de la enseñanza y el aprendizaje, sin embargo, sus propias concepciones y creencias sobre la ciencia, lo llevan a confundir ciertos rasgos sobre la enseñanza y sus objetivos y formas de desarrollarla.

*DAD: enseñar ciencias es enseñar el método científico.*

Un resumen de las conclusiones más destacadas acerca de las concepciones y creencias del profesorado sobre la enseñanza se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Resumen de la información acerca de las concepciones y creencias sobre la Enseñanza de las Ciencias**

Contexto: Enseñanza de las Ciencias	
Subcontextos	Análisis cualitativo
Creencias sobre cuestiones ligadas a la enseñanza de las ciencias	<p>Enseñar bien es explicar bien, y el objetivo de la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes alcancen metas ligadas a la lógica de la disciplina (por encima de su propio enriquecimiento cognitivo).</p> <p>El rol del docente es ser buen transmisor de contenidos, para lo cual ha de dominar el contenido y la lógica de la disciplina, y exponer ejemplos ilustrativos para hacerse comprender mejor.</p> <p>Esta idea básica acerca de la enseñanza de las ciencias se puede ver salpicada por ciertas técnicas o estrategias intuitivas que tratan de implicar al estudiante más activamente en su propio aprendizaje o de valorar el grado de comprensión o atención que este presta a la explicación.</p>

Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias	Realizar en el aula actividades acordes con la actividad científica no es una prioridad del profesorado de ciencias en general, salvo en algún caso excepcional (como es el de DAD, psicólogo que enseña metodología de la investigación científica).
Condiciones de enseñanza más favorables para el aprendizaje	El profesorado muestra una relación entre enseñar y aprender simple, directa e interpretativa, frente a la visión compleja que se defiende como más avanzada en la actualidad. Se admite que se puede aprender totalmente lo enseñado aunque frecuentemente sea de modo parcial.
Intercambio de información entre profesor y estudiante	A pesar de la diversidad de opiniones, hay cierta tendencia general en considerar que el conocimiento previo del estudiante es importante en su aprendizaje, pero no se sabe cómo gestionarlo en la enseñanza.

## 6. Conclusiones y Discusión

El cuadro que emerge de las concepciones sobre la Ciencia (VdC), sobre su Aprendizaje (VdA) y sobre su Enseñanza (VdE) es bastante complejo y difícil de sintetizar. En general, los profesores muestran una falta de conocimientos sólidos sobre estas temáticas y, en consecuencia, no suelen justificar sus argumentos, los cambian con rapidez y, cuando lo hacen, se hallan muy influenciados por sus propias vivencias personales e historias formativas. Algunos aspectos concretos serán destacados a continuación.

En nuestras entrevistas, hemos encontrado que los conocimientos y creencias sobre la ciencia (VdC) son relativamente más sólidos entre el colectivo universitario de profesores de ciencia que las que este posee sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza. Esto no significa que las primeras sean adecuadas e informadas según los consensos actuales sobre la Naturaleza de la Ciencia. Todo lo contrario. Si dichos consensos consideran que el conocimiento científico es:

- Tentativo (sujeto a cambio)
- Empírico (asociado a observaciones del mundo natural)
- Cargado de teoría (impactado por las posiciones teóricas de científicos y sus historias personales)
- Creativo (parcialmente basado en inferencias humanas, imaginación y creatividad)
- Social (producido mediante procesos colaborativos y negociados)

Por el contrario, para estos profesores, el conocimiento científico es un conocimiento objetivo que se halla encerrado en la propia naturaleza y al que podemos acceder paulatinamente gracias a la metodología científica, entendida como sinónimo de rigor, precisión y honradez. Se detectan por tanto ideas realistas y empiristas (la verdad existe y podemos alcanzarla por medio de la experiencia), a favor del método científico (en

lugar de una ciencia creativa) y se piensa que los científicos trabajan de forma aislada y comunican sus productos a los restantes.

Respecto al Aprendizaje Científico (VdA), el cuadro emergente es menos sólido que en el caso de la Naturaleza de la Ciencias, aunque algo más avanzado especialmente entre algunos profesores que presumiblemente poseen cierta formación específica sobre esta temática. Concretamente, los profesores que intervinieron en la entrevista B (un psicólogo y un biólogo) dieron ciertas muestras de concebir el aprendizaje como un proceso constructivo influenciado por estructuras genéticas. En dicho proceso son importantes las interacciones físicas, las vicarias y simbólicas. Frente a esta concepción, entre los profesores de la entrevista A (fisioterapeuta, matemático y bacteriólogo), aprender ciencias es incorporar del exterior información organizada lógicamente. Para estos profesores, la mente y las ideas previas de los estudiantes son escasamente influyentes, aunque sí su motivación para aprender. Además, estos profesores también son conscientes de la importancia de aprender de la experiencia, aunque no sepan justificarlo, pero asumen que dicha experiencia está asociada al descubrimiento de una realidad donde se encuentran los conceptos de la naturaleza (Pozo y Gómez, 1998). En la tabla 4 se detallan más características específicas acerca de estas concepciones.

Asimismo, respecto a la Enseñanza de las Ciencias (VdE), también se detectan conocimientos y creencias más dispersos que respecto a la Naturaleza de la Ciencia y, en cierta forma, algo más avanzados al menos en algunos docentes universitarios. De nuevo, son los profesores de la entrevista B (psicólogo y biólogo) los que tienen las concepciones más informadas sobre la Enseñanza. Estos muestran en sus argumentos la importancia de tener en cuenta las preconcepciones en la enseñanza y de trabajar en el aula de modo similar a como trabaja el científico novel. Frente a ello, los profesores de la entrevista A defienden el

modelo de transmisión-recepción, y realizan una simbiosis entre enseñar bien y explicar bien, minimizando la importancia de las concepciones previas y enfatizando el rol del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Más detalles acerca de los conocimientos y creencias sobre la enseñanza se muestran en la tabla 5.

Si se comparan estos resultados con los obtenidos previamente mediante test de lápiz y papel, recordemos que concretamente, allí decíamos que “*son bastante abundantes las concepciones empiristas y racionalistas frente a las constructivistas sobre la ciencia, las concepciones reduccionistas sobre la enseñanza y un profundo desconocimiento acerca del proceso de aprendizaje*” (Briceño *et al.*, en prensa). En este trabajo, se pueden matizar estas afirmaciones, pues, según se ha señalado, las concepciones empiristas sobre la ciencia son más relevantes que las racionalistas y, por otro lado, habría que ser muy cautos en cuanto al profundo desconocimiento acerca del proceso de aprendizaje y las concepciones reduccionistas sobre la enseñanza. Algunos profesores muestran ciertos conocimientos informados en estos aspectos y se deberían tener en cuenta en un proceso de desarrollo profesional docente.

Respecto a la cuestión de la coherencia epistemológica entre las concepciones y creencias del profesorado sobre Ciencia, Aprendizaje y Enseñanza, se evidencia en este estudio al menos la falta de una coherencia total. De hecho, junto a concepciones empiristas sobre la Ciencia, se compatibilizan concepciones más y menos adecuadas o informadas sobre el Aprendizaje y sobre la Enseñanza de las Ciencias. Sin embargo, en nuestro análisis hemos detectado que estas últimas son más coherentes entre sí, lo que puede ser debido a la fuerte indiferenciación que muchos profesores realizan entre enseñar y aprender y a la concepción subyacente muy arraigada de que “si se enseña bien, se aprende más y mejor”. Estos resultados acerca de la coherencia epistemológica parcial entre Aprendizaje y Enseñanza coinciden con los obtenidos previamente en otro trabajo con una muestra de profesores en formación españoles (Benarroch y Marín, 2011).

La conclusión final más relevante que nos gustaría destacar de este estudio es que la formación del profesorado universitario de ciencias, en cuestiones psicopedagógicas relacionadas con su propia acción profesional docente, es limitada. Dicha formación debe ser una condición necesaria, aunque no suficiente,

para avanzar en su desarrollo profesional docente. No estamos afirmando que el cambio de conocimientos y creencias provoque un cambio en las prácticas docentes en el aula, y, como consecuencia, una mejora en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Como señalan algunos autores (Clarke y Hollingsworth, 2002) los procesos de cambio no funcionan de esta manera lineal sino que este se produce tanto por la propia reflexión de los docentes como por la aplicación de los nuevos procedimientos. Esto implica el trabajo en varios dominios: el dominio personal (conocimientos, creencias y actitudes del docente), el dominio de la práctica de la enseñanza, el de las consecuencias en el aprendizaje de los estudiantes y el dominio externo.

## 7. Referencias bibliográficas

Aciego R., Martín E. Y García L. (2003). Demandas del profesorado universitario sobre su formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17, 2, pp. 53-77.

Adúriz-Bravo E Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), pp. 130-140.

Adúriz-Bravo E Izquierdo, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, número especial, 1*, pp. 40-49.

Beltrán, Y. Y Quijano, M. (2008). Concepciones y prácticas pedagógicas de los profesores que enseñan ciencias naturales y ciencias humanas en programas de ingeniería de dos universidades colombianas. *Studiositas*.3, 1, pp. 41- 45. Recuperado el 15 de enero de 2012 de [http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/21\\_986\\_v-3-n-1-i-beltran-y-otros.pdf](http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/21_986_v-3-n-1-i-beltran-y-otros.pdf)

Benarroch, A. Y Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), pp. 289-304.

Briceño, J. Y Gamboa, M. (2009). Socialización de experiencias de educación a nivel nacional de los departamentos y facultades de ciencias básicas Bogotá-Colombia. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1013-1020

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1013-1020.pdf>

Briceño, J., Y Benarroch, A. (2011). Concepciones y creencias sobre ciencia, enseñanza y aprendizaje de profesores universitarios colombianos. En VI Cátedra Agustín Nieto Caballero. (Eds). Libro de la VI Cátedra Agustín Nieto Caballero (pp. 91-105). ASCOLFA. Bogotá. Recuperado el 15 de enero de 2012 de <http://ascolfa.edu.co/librofinal/>

Briceño, J., Benarroch, A. Y Marín, N. (En prensa). Coherencia epistemológica entre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios colombianos. Comparación de resultados con profesores chilenos y españoles. *Enseñanza de las Ciencias*.

Briceño, J. Y Gamboa, M. (2011). El portafolio: una estrategia para la enseñanza de las ciencias. Experiencia llevada en una universidad colombiana. *Revista eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 1, pp. 84-92. <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/63>

Browne, J. (2010) *Securing a Sustainable Future for Higher Education: An Independent Review of Higher Education Funding and Student Finance* Published by [www.independent.gov.uk/browne-report](http://www.independent.gov.uk/browne-report)

bruner, j.j. (2009). Prólogo al Debate sobre las competencias. Una investigación cualitativa en torno a la educación superior y el mercado de trabajo en España. Madrid: ANECA

Callejas, R. M. (2002). La investigación en la formación del profesor universitario: entre la teoría y la práctica. *Revista Colombia Ciencia y Tecnología*, 20(4), pp. 3-40.

Campanario, J. (2003). Asalto al castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?. *Revista Enseñanza de las Ciencias* 20(2), pp. 315-326.

Clarke, D. Y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18(8), 947-967.

Copello, M. Y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 269-283.

Doménech, F. B., Traver, J., Moliner, M. Y Sales, M. (2006). Análisis de las variables mediadoras entre las concepciones educativas del profesor de secundaria y su conducta docente. *Revista de Educación*, 340, pp. 473-492.

Gallego, B. R., Pérez, M. R. Y Urrea, O. I. (1995). Concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de profesores universitarios. *Actualidad Educativa*, 2(7), 23-29. Disponible en <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/356/35602515.pdf>>

Gallego, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), pp. 301-319.

Gibbs, G. Y Coffey, M. (2004). The impact of training of university teachers on their teaching skills, their approach to teaching and the approach to learning of their students. In *Active Learning in Higher Education*, 5(1), 87-100.

Gil, D., Beléndez, A., Martín, A. Y Martínez, J. (1991). La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas y comportamientos de «sentido común». *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12, pp. 43-48.

Gil, D., Guisásola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa De Carvalho, A.M., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené Duch, A., Dumas-Carré, A., Tricárico, H. Y Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education, *Science & Education*, 11, pp. 557-571.

Gunstone, R. Y Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16(5), pp. 523-537.

Higher Education Academy (2011). *Recognising Excellence in Teaching and Learning. Report from the Consultation on the UK Professional Standards Framework (UKPSF) for teaching and supporting learning in Higher Education*. York: Higher Education Academy.

Izquierdo-Aymerich Y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science Education*, 12 (1), pp.27-43

Kansanen, P., Tirri, K., Meri, M., Krokfors, L., Husu, J. Y Jyrhämä, R. (2000). *Teachers'*



*Pedagogical Thinking: Theoretical Landscapes, Practical Challenges*. Nueva York: Peter Lang.

Kember, D. (1997). A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7, pp. 255-275.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Libedinsky, M. (2001). *La innovación en la enseñanza: Diseño y documentación de experiencias*. Argentina, Ed. Paidós.

Llinares, S. (1991). *La formación de profesores de matemáticas*. Sevilla: GID-Universidad de Sevilla.

Marín, N y Benarroch, A. (2000). Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación. *Paideia. Revista de Educación* (Universidad de Concepción, Chile). 28, pp. 19-34.

Marín, N. Y Benarroch, A. (2009). Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionario de opciones múltiples para identificar y caracterizar las visiones sobre la naturaleza de la ciencia de profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 89-108.

Marín, N. Y Benarroch, A. (2010). Cuestionario de opciones múltiples para evaluar creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 245-260.

Marín, N. Y Soto, C. (2012). Evaluación de la investigación sobre el cambio conceptual y concepciones alternativas. Estado actual de la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), pp. 78-92.

Marín, N., Benarroch, A. Y Níaz, M. (2013). Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *Revista de Educación*. Recuperado el 11 de julio de 2011 de [http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/361\\_13\\_7.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/361_13_7.pdf)

Martín Del Pozo, R., Porlán, R. Y Rivero, A. (2005). Secuencias formativas para facilitar el aprendizaje profesional. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 8 (4), pp. 1-4. Disponible en <[http://www.aufop.com/aufop/uploaded\\_files/articulos/1229708104.pdf](http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1229708104.pdf)>

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), pp. 343-358.

Menin, O. (2001). *Pedagogía y Universidad. Currículo, didáctica y evaluación*. Santa Fe: Ediciones Homosapiens.

Mosquera, C. (2008). *El cambio en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de química*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. España. Recuperado el 15 de enero de 2012 de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/9644/mosquera.pdf?sequence=1>

Muchmore, J. (2004). *A teachers' life*. San Francisco: Backalong books.

Niaz, M., Abd-El-Khalick, F., Benarroch, A, Cardellini, L, Laburú, C.E., Marín, N, Montes, L.A., Nola, R., Orlik, Y., Scharmann, L.C., Tsai, C. Y Tsapalis, G. (2003) Constructivism: Defense or a Continual Critical Appraisal - A Response to Gil-Pérez et al. *Science & Education*, 12, pp. 787-797.

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

Perafán G, Salcedo L, Y Herrera, L. (1999). *Acciones y creencias, tesoro oculto del educador*. Tomo 1. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá Colombia.

Perafán, G. A. (1996). Investigar el pensamiento práctico de los docentes: un compromiso ineludible. *Revista evaluación y cultura escolar*. No 2. Bogotá. Red de docentes investigadores en educación.

Perales., F. (1998). La formación del profesorado universitario en didáctica de las ciencias experimentales: desde el inmovilismo a la búsqueda de alternativas. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 11, pp. 345-354.

Pintor, G., Y Vizcarro, G. (2005). Cómo aprenden los profesores. Un estudio empírico basado en entrevistas. *Revista Complutense de Educación*, 16 (2), pp. 623-644.

Porlán, R. Y Martín Del Pozo, R. (2006). ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la

enseñanza de la ciencia? *Revista Alambique*, 48, pp. 92-99.

Porlán, R., Martín Del Pozo, A., Harres, J., Azcárate, P. Y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), pp. 353-371.

Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcarate, P. Y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), pp. 31-46.

Pozo, J. Y Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid España. Ed. Morata.

Reyes, L., Perafán, E., Y Salcedo L. (2003). Análisis de creencias y pensamiento del profesor universitario: la investigación - acción en el mejoramiento de la práctica profesional. En ZAMBRANO, A. C. (Eds). *Educación y formación del pensamiento científico* (pp. 69-80). Colombia, Universidad del Valle: ICFES.

Salcedo, L., Furio, C., Gil, D. Y Pessoa, A. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria. Papel de las didácticas específicas, *Investigación en La Escuela*, 16, 7 – 21.

Sanmartí, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en la secundaria: un reto muy complejo. *Revista*

*Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 31-48

Snider, V. Y Roehl, R. (2007). Teachers' beliefs about pedagogy and related issues. *Revista Psychology in the Schools*, 44 (8), pp. 873-886.

Strike, K.A. Y Posner, G.J. (1990). *A revisionist theory of conceptual change*. En R.Duschl y R. Hamilton (eds). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educacional Theory and Practice*. Nueva York: Suny Press.

Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. En Grows, D. (Eds). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Nueva York: Macmillan.

Vázquez, A. Y Manassero, M. (2012a). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), pp. 2-31.

Vázquez, A. Y Manassero, M. (2012b). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión aplicada a los currículos de ciencias españoles. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), pp. 32-53.

Zambrano, A. (2003). *Educación y formación del pensamiento científico*. Colombia, Universidad del Valle: ICFES.

## **JOHN JAIRO BRICEÑO MARTÍNEZ**

John Jairo Briceño es Licenciado en Química por la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) y Magíster en Educación por el Instituto Pedagógico Latinoamericano (Cuba). En estos momentos, finalizó la tesis doctoral en el Programa de Doctorado ofrecido por la Facultad de Educación y Humanidades de Melilla, *Tendencias y Aplicaciones de la Investigación Educativa* de la Universidad de Granada (España), con la Doctora Alicia Benarroch, habiendo ya superado su trabajo de suficiencia investigadora. Ha sido asesor del Ministerio de las TIC de Colombia, donde ha contribuido a formular la *Estrategia Nacional de Formación de Profesores en TIC* y los *Referentes de Competencias Docentes en TIC* para el país. Asimismo, en ese mismo ámbito de la política educativa ha contribuido a la definición de la política de *Educación para la Sostenibilidad de Antioquia* (Colombia) con el Modelo “Área Educada”.