

# COHERENCIA EPISTEMOLÓGICA ENTRE CIENCIA, APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE PROFESORES UNIVERSITARIOS COLOMBIANOS. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON PROFESORES CHILENOS Y ESPAÑOLES

SCIENCE, LEARNING AND TEACHING CONCEPTION ANALYSIS FROM COLOMBIAN COLLEGE TEACHERS. RESULTS COMPARISON AGAINST CHILEAN AND SPANISH TEACHERS

John Jairo Briceño Martínez

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.  
Programa Computadores para Educar. Colombia.  
jhonjairob@hotmail.com

Alicia Benarroch Benarroch

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.  
Facultad de Educación y de Humanidades de Melilla. Universidad de Granada. España.  
aliciabb@ugr.es

Nicolás Marín Martínez

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.  
Facultad de Educación. Universidad de Almería. España.  
nicolas.marin@gmail.com

**RESUMEN:** Dentro del paradigma mediacional centrado en el profesor, una de las líneas de trabajo más fructíferas es la que considera que las creencias del docente actúan como mediadores no racionales o inconscientes de su actuación en el aula. Este estudio analiza las concepciones y creencias sobre la naturaleza de la ciencia, sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza de profesores universitarios colombianos de ciencias en activo ( $N=20$ ). Los instrumentos utilizados fueron tres cuestionarios publicados con anterioridad, identificados como COMVdC, COMVdA y COMVdE respectivamente para los tres tópicos investigados. Asimismo, se comparan los resultados con los obtenidos por profesores chilenos y españoles a partir de los mismos cuestionarios. Se concluye que el profesorado universitario colombiano tiene unas concepciones relativamente más avanzadas sobre la naturaleza de la ciencia que sobre el aprendizaje y la enseñanza, y se detecta una falta de coherencia epistemológica entre las tres variables sobre las que se ha indagado. Se aportan también resultados comparativos entre la muestra colombiana y las de los profesores chilenos y españoles.

**PALABRAS CLAVE:** concepciones y creencias, didáctica de las ciencias, profesores universitarios.

**ABSTRACT:** Within the mediational paradigm focused on the teacher, one of the most productive lines is that which considers that the beliefs of the teacher act as non-rational or subconscious mediators of his performance in the classroom. This study analyzes the conceptions and beliefs on the nature of science, on learning and on the teaching of active Colombian science university professors ( $N=20$ ). Instruments used were three questionnaires previously used, identified as COMVdC, COMVdA and COMVdE respectively for the three topics studied. Moreover, the results are compared with those of Chilean and Spanish professors obtained with the same questionnaires. It is concluded that Colombian university professors have relatively more advanced conceptions on the nature of science than on learning and teaching and a lack of epistemological coherence is detected between the three variables studied. Comparative results between the Colombian sample and those of Chilean and Spanish professors are also presented.

**KEYWORDS:** conceptions, beliefs, science education, university teachers.

Fecha de recepción: julio 2011 • Aceptado: mayo 2012

## INTRODUCCIÓN

La formación del profesorado universitario de ciencias es un componente clave de las actuales reformas universitarias de muchos países, entre los cuales se sitúa Colombia. Un profesor competente es aquel capaz de reflexionar sobre su propia práctica y de adaptarla a situaciones complejas, plurales y novedosas como las que se dan habitualmente en las clases de ciencias. Para llegar a adquirir esta competencia, se requiere un proceso formativo en el que tenga ocasiones reiteradas de cuestionarse sus propias prácticas. Dentro del paradigma mediacional centrado en el profesor, una de las líneas de trabajo más fructíferas es la que considera que las creencias del docente actúan como mediadores no racionales o inconscientes de su actuación en el aula. En ellas se integran las teorías implícitas, el conocimiento espontáneo, las teorías subjetivas, ingenuas o privadas, la perspectiva personal, los principios de la práctica, los sistemas de constructos, las teorías de la acción y el pensamiento o conocimiento práctico. Aunque los términos difieran, la idea que expresan es que el marco de referencia cognitivo explícito de la conducta del profesor está orientado por un sistema personal privado e implícito de creencias (Peme-Aranega, De Longhi, Baquero, Mellado y Ruiz, 2005).

En consecuencia, en el profesorado de ciencias, el valor de las investigaciones encaminadas a identificar las concepciones y creencias sobre la naturaleza de la ciencia, sobre el aprendizaje de la ciencia y sobre su enseñanza, reside en el potencial que tienen para entender la manera como 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 de ciencias, posibilita el diseño de actividades formativas que potencien la reflexión como proceso –medio para conseguir el cambio de las concepciones y creencias– y como producto –el profesor como profesional reflexivo– (Medina, Jarauta e Imbernón, 2010).

Si bien las investigaciones sobre conocimientos y creencias de los profesores son ya tradicionalmente valoradas en los niveles primario y secundario (Mellado, 2003), siguen siendo una asignatura pendiente en el ámbito universitario, sobre todo de profesores en activo de ciencias, en los que predomina de modo muy destacado el conocimiento disciplinar y el rechazo hacia cualquier conocimiento de carácter más psicopedagógico y didáctico (Briceño y Gamboa, 2011; Campanario, 2003; Gil, Beléndez, Martín y Martínez, 1991; Kember, 1997; Perales, 1998; Pintor y Vizcarro, 2005). Hay que reconocer, además, que trabajar con el profesor universitario requiere personas con cierto liderazgo, altamente cualificadas y con apoyo institucional. No es fácil iniciar un proceso con el profesorado universitario a menos que esté apoyado por iniciativas de los directivos universitarios y los llamados expertos sean reconocidos como tales por profesionales con años de experiencia.

En este estudio se analizan las concepciones y creencias de los veinte profesores de ciencias que componen el Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria Iberoamericana en Bogotá, con los que se ha iniciado ya un programa de formación de tres años de duración fundamento en la reflexión sobre su práctica. Se pretende indagar en el grado de coherencia epistemológica, entendida esta como la relación interna entre las visiones que el futuro docente tiene sobre la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Asimismo, dado que se dispone de los resultados de otras poblaciones de profesores en formación de Chile y España, obtenidos con los mismos cuestionarios, se realizará también un análisis comparado. El interés de dicho estudio comparado radica precisamente en conocer las semejanzas y diferencias entre las muestras consideradas y, en consecuencia, valorar el grado en el que las problemáticas son comunes y las propuestas de enseñanza podrían ser extrapoladas.

## CONCEPCIONES Y CREENCIAS DE PROFESORES UNIVERSITARIOS

Los estudios respecto a las relaciones entre las creencias sobre la ciencia, su aprendizaje y su enseñanza partieron en la década de los ochenta al ser identificados como pilares que fundamentan la acción

docente, estigmatizada esta última en el concepto de modelo didáctico (ver, por ejemplo, la clasificación de Porlán y Rivero, 1998). Aunque la denominación de tales modelos didácticos es variable entre los estudios, terminologías del tipo «modelo tradicional o de transmisión-recepción», «modelos de enseñanza-aprendizaje por descubrimiento», «modelo tecnológico», «modelo constructivista», «modelo alternativo», etc., son frecuentes en la bibliografía actual. Se entiende que detrás de cada modelo didáctico, hay visiones diferentes acerca de *a)* la naturaleza de la ciencia, sus procesos y productos y de *b)* cómo se aprenden las ciencias, y que dichas concepciones originan una forma concreta de *c)* cómo se deben enseñar las ciencias.

Los programas de formación del profesorado pretendían modificar y/o cambiar los modelos didácticos ingenuos arraigados en el profesorado por otros más acordes con la investigación didáctica, de modo que, en ellos, se suponía implícitamente la coherencia epistemológica y de acción en la actuación docente, pues se pretendía una progresión y/o cambio global tanto en los principios epistemológicos que sustentan la práctica docente como en las formas de llevar a cabo dicha práctica.

Sin embargo, estos mismos estudios han puesto de manifiesto la falta de coherencia epistemológica entre los elementos de los modelos didácticos en dos sentidos: por un lado, entre los modelos didácticos representados y los expresados en la práctica docente (Porlán y Martín del Pozo, 2006) y, por otro, entre los propios fundamentos de los modelos didácticos representados (por ejemplo, Ruiz, Sánchez, Jaramillo y Tamayo, 2005). Tal complejidad ha conducido a plantear las investigaciones sobre formación del profesorado en términos de hipótesis de progresión, donde esta complejidad es la clave desde la que se afronta la falta de coherencia entre fundamentos y principios de acción que sustentan la enseñanza de las ciencias (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007). Desde esta perspectiva, los cambios en las concepciones y en la práctica docente se conciben lentos y graduales, con importantes resistencias y dificultades, y se asume que aún se carece de un referente teórico consolidado para identificar los rasgos característicos de las dimensiones relativizadoras, complejas e investigativas que caracterizan las interpretaciones socioconstructivistas más avanzadas de la enseñanza de las ciencias (Mellado, 2003; Mellado, 2008). A pesar de ello, como señala Bryan (2012), las creencias de los profesores no son independientes entre ellas, sino que tienen una estructura interna de carácter psicológico y no necesariamente lógico. Además, siguiendo a la misma autora, no todas las creencias son igualmente importantes para el individuo y no todas son igualmente resistentes al cambio. En consecuencia, hay siempre cierto grado de coherencia epistemológica, aunque esta resulte difícil de identificar.

Las investigaciones acerca de los programas formativos de reflexión sobre la práctica han demostrado que son útiles para lograr progresiones o cambios graduales en el profesorado (Copello y Sanmartí, 2001; Gunstone y Nortehfield, 1994; Pérez, Benarroch, Jiménez, Smith y Rojas, 2006; Sanmartí, 2001; Vázquez et al., 2007), pero su aplicación a los contextos reales de las aulas está aún muy lejos de ser alcanzada. Las concepciones y creencias del profesorado están ancladas en muchos años de práctica docente, como estudiantes y profesores, forman parte de la cultura de los centros y vienen avaladas por otros profesores, administradores, inspectores, estudiantes y familiares. Son incluso coherentes con la mayoría de los sistemas de evaluación de los estudiantes e incluso con los sistemas de evaluación del profesorado. Todo ello ayuda a comprender su alta resistencia al cambio.

Por otro lado, para que estos cambios puedan estar bien direccionados, deben ser coherentes y estar avalados por el cuerpo de conocimientos construido en Didáctica de las Ciencias. Además, se debe disponer de instrumentos diagnósticos bien correlacionados con los contenidos de enseñanza, para que puedan ser integrados como herramientas didácticas, y cuya evaluación postest-pretest permita valorar el aprendizaje y la calidad del programa formativo. En este sentido, el constructivismo orgánico ofrece un marco teórico de referencia de interés para fundamentar epistemológicamente la enseñanza de las ciencias y sus relaciones con la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje de la ciencia. Marín y Benarroch usaron estos presupuestos para el diseño de tres cuestionarios (COMVdC, COMVdA y COMVdE)

en los que se cataloga como menos adecuadas para interpretar o evaluar el conocimiento las posiciones reduccionistas y las posiciones extremas del empirismo y del racionalismo, mientras que las posiciones constructivistas se consideran más adecuadas (Benarroch y Marín, 2011; Marín y Benarroch, 2009, 2010). Estos cuestionarios fueron validados por sus autores utilizando para ello una muestra española de futuros profesores y Miñó (2008) los utilizó para evaluar un programa formativo de futuros profesores chilenos. En el apartado siguiente, se explicarán con más detalle.

Por lo dicho anteriormente, no es extraño que los nuevos programas de formación se hayan centrado en la manera de hacer progresar dichas concepciones y creencias, y que los estudios de estas no centren el interés únicamente en el diagnóstico, sino también en las posibilidades de utilizarlas como recursos a lo largo del programa formativo (Agudelo, 2007; Callejas, 2002; Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres, Azcárate y Pizzato, 2010; 2011). Si se consigue una elevada coherencia entre las teorías que sustentan las investigaciones sobre concepciones y creencias y los contenidos implicados en los procesos de enseñanza de los programas formativos, el seguimiento continuo de las concepciones y creencias a lo largo de este aportaría una base de datos de indudable valor para evaluar la calidad del programa formativo.

En este contexto, el seguimiento de las concepciones y creencias de los profesores universitarios adquiere una importancia crucial y, en el ámbito colombiano en particular, hay escasas referencias y abundante necesidad. En él, conviene presumir, y así lo indican los escasos estudios realizados, los programas de intervención deben estar muy bien fundamentados para tratar de salvar elementos obstaculizadores muy persistentes (Zambrano, 2003). Entre ellos, cabe citar que los profesores universitarios no se consideran profesores, sino expertos en sus materias (Kember, 1997; Pintor y Vizcarro, 2005), que carecen de confianza en la utilidad de la didáctica de las ciencias ni en ninguna otra materia psicopedagógica para favorecer el aprendizaje (Campanario, 2003), que tienen escaso interés por la docencia, etc., a lo que habría que sumar el mayor reconocimiento institucional que la investigación tiene frente a la docencia en dicho ámbito. Los programas de perfeccionamiento y los de actualización didáctica y psicopedagógica son seguidos más por las exigencias de las evaluaciones institucionales de la calidad docente de las universidades que por interés y vocación por estos (Rodríguez, 2007). De hecho, suelen predominar las prácticas tradicionalistas frente a las constructivistas, asociadas a una concepción de ciencia como producto acabado, incluso asociado a lo verdadero, y una concepción de aprendizaje por incorporación de significados externos (Porlán et al., 2010).

Se suele asumir que las creencias están altamente vinculadas a aspectos afectivos y valorativos adquiridos en experiencias previas personales y profesionales, y que tienen un componente cognitivo más implícito que las concepciones (Bodur, 2003; Gil y Rico 2003; Handal, 2003; Moreno y Giménez, 2003; Pajares, 1992; Ponte, 1999). Aunque teóricamente se puedan distinguir las creencias de los conocimientos por su diferente carga afectiva y por la diferente necesidad de fundamentación de uno y otro concepto (Llinares, 1991; Ponte, 1994; Snider y Roehl, 2007; Thompson, 1992), en la práctica se trata de conceptos difusos y escasamente diferenciados, y se utilizan indistintamente en esta investigación.

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### Participantes

El estudio se realiza con los veinte profesores universitarios que componen el Departamento de Ciencias Básicas de la Corporación Universitaria de Bogotá, dedicados a la formación científica tecnológica de sus estudiantes en las asignaturas de Matemáticas, Cálculo, Física, Biología, Bioquímica, Biofísica, Anteproyecto, Histología, Biomecánica, Legislación en Salud, Epidemiología, Morfofisiología, Fundamentos de Patología, Investigación y Diseño y Métodos.

De ellos, 11 (55%) son mujeres y 9 (45%) hombres, y sus edades oscilan entre 26 y 45 (media: 31 años; desviación típica: 4,689). En cuanto a la experiencia profesional en la docencia universitaria, el valor mínimo es de 6 meses y el máximo de 8 años (media: 2 años con 6 meses; desviación típica: 2,641).

Se realiza una comparación de los resultados de la muestra colombiana (N=20 profesores en activo) con los aportados en otros estudios con una muestra de profesores chilenos (N=72, estudiantes de la carrera de Pedagogía en Ciencias de la Universidad Católica del Maule) en el espacio docente de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, durante el curso 2008 (Miño, 2007), y con una muestra española (N=60 futuros profesores) utilizada para la validación de los instrumentos por los autores de los cuestionarios de COMVdC, COMVdA y COMVdE durante 2005 (Benarroch y Marín, 2011).

## Instrumentos

Los tres cuestionarios usados en este trabajo, COMVdC, COMVdA y COMVdE, fueron diseñados para explorar las concepciones y creencias sobre *a)* naturaleza de la ciencia, *b)* aprendizaje científico y *c)* enseñanza de las ciencias, en el contexto español de la formación del profesorado de secundaria. A pesar de este inconveniente, responden a las exigencias contextuales de estos estudios de formación, de modo que:

- Son breves y no restan mucho tiempo de docencia. Este se estima en una hora para cada uno de ellos.
- Admiten una buena integración como herramientas didácticas en el proceso de enseñanza.
- Permiten apreciar con claridad los incrementos de aprendizaje en los respectivos contenidos de enseñanza.
- Permiten caracterizar a grupos de alumnos atendiendo a sus visiones de ciencias, aprendizaje y enseñanza.
- Requieren tratamientos estadísticos de baja complejidad con el fin de evaluar tanto la bondad de los ítems como las ideas, creencias y posiciones epistemológicas de los participantes.
- Han sido diseñados para evaluar de forma homogénea los distintos contenidos ligados a las concepciones más avanzadas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza, de modo que, por ejemplo, en COMVdC, sobre la naturaleza de la ciencia, se contemplan primordialmente los contenidos que en la actualidad gozan de un mayor consenso, pero no se desarrollan en exceso las cuestiones epistemológicas en detrimento de las cuestiones CTS o viceversa.

Cada instrumento está construido con un número de ítems de opciones múltiples, de respuesta correcta única, en los que se utilizó «la visión constructivista para formular la opción correcta y las posiciones más empiristas, racionalistas, realistas o reduccionistas para precisar los distractores». Concretamente, COMVdC y COMVdA cuentan con 40 ítems cada uno y COMVdE con 35 ítems. En la tabla 1 se muestra un ítem de ejemplo de cada cuestionario y las características de sus opciones de respuesta. Así, el ítem 26 de COMVdC interroga acerca de las características de la naturaleza epistemológica de la ciencia. Su base es «la ciencia es sobre todo:»; la primera alternativa de respuesta («el conocimiento más preciso y exacto que existe») es la respuesta más empirista; la tercera («un esfuerzo racional realizado por expertos») es la más racionalista; mientras que la segunda («un montaje teórico que se ajusta a los datos empíricos») es la opción más adecuada por ser más cercana a la visión constructivista.

**Tabla 1.**  
Ejemplos de ítems de los cuestionarios utilizados

<b>Cuestionario COMVdC</b>		
<b>Ítem 26. La ciencia es sobre todo:</b>		
El conocimiento más preciso y exacto que existe	Empirista	Incorrecta
Un montaje teórico que se ajusta a los datos empíricos	Constructivista	Correcta
Un esfuerzo racional realizado por personas expertas	Racionalista	Incorrecta
<b>Cuestionario COMVdA</b>		
<b>Ítem 2. La imagen que el sujeto tiene de una silla es como:</b>		
Una fotografía de la silla más o menos distorsionada	Racionalista	Incorrecta
Una copia parcial de la silla cada vez más completa	Empirista	Incorrecta
Una idea útil pero no se sabe si es o no imagen de la silla	Constructivista	Correcta
<b>Cuestionario COMVdE</b>		
<b>Ítem 15. El profesor ha preparado bien la clase con ejemplos, experiencias y ejercicios, ¿logrará que los alumnos aprendan?</b>		
Sí, aunque tenga que echar tiempo y esfuerzo	Reducionista	Incorrecta
Sí, si organizó bien todo, aprenderán más rápido	Reducionista	Incorrecta
Depende, puede que no aprendan nada	Constructivista	Correcta

Cabe resaltar lo asertivo de los cuestionarios para indagar en creencias implícitas más que en conocimientos explícitos. Asimismo, conviene destacar el alto grado de dificultad que entrañan, siendo esta una condición necesaria para realizar una buena discriminación. Esto obedece al ejercicio riguroso de su desarrollo, validación y evaluación, donde se tuvieron en cuenta los consensos más actuales acerca de la Didáctica de las Ciencias y de la Psicología Cognitiva, sistematizados en los contextos que se verán a continuación.

Una vez respondidos los cuestionarios, los análisis se realizan con ayuda del programa estadístico SPSS versión 15.0. Los resultados son comparados con muestras de profesores de Chile y España que han desarrollado los mismos cuestionarios en otras investigaciones aportadas en los trabajos de Benarroch y Marín (2011), Marín y Benarroch (2009; 2010) y Miño (2008).

#### Las sistemáticas de contextos de COMVdC, COMVdA y COMVdE

Los cuestionarios COMVdC, COMVdA y COMVdE fueron diseñados teniendo en cuenta la visión más y menos positiva que se tiene desde la Didáctica de las Ciencias acerca de una diversidad de contextos referidos respectivamente a la naturaleza de la ciencia, al aprendizaje científico y a la enseñanza de las ciencias. Estas sistemáticas están descritas con detalle en los trabajos respectivos (Marín y Benarroch, 2009, 2010, para los dos primeros; Benarroch y Marín, 2011, para el último) y en la tabla 2 se sintetiza la relación entre los principales contextos involucrados y los ítems de los cuestionarios:

Tabla 2.  
Contextos de los cuestionarios y concepciones más y menos adecuadas

CONCEPCIÓN MÁS ADECUADA	CONCEPCIÓN MENOS ADECUADA	ÍTEM
<i>COMVdC</i>		
<b>CONTEXTO SOCIOLOGICO O CONTEXTO DONDE SURGE Y SE APLICA LA CIENCIA</b>		
La ciencia es un conocimiento comprometido, surge de los problemas sociales y tecnológicos del momento. Existen compromisos e intereses	Visión ahistorical, descontextualizada, aproblemativa y neutral respecto al medio donde surge el conocimiento científico. Se supone que es buena y necesaria	1-5
<b>FASE DE DESCUBRIMIENTO INDIVIDUAL DEL CIENTÍFICO</b>		
El científico está afectado por los compromisos, las creencias y los intereses que hacen que su actividad no sea exclusivamente racional. Utiliza los procesos del método científico en cualquier orden y también se da el azar, rectificaciones, <i>feed back</i> , etc.	El científico se rige exclusivamente por criterios «científicos» y racionales. Visión descontextualizada y neutral respecto al entorno y al investigador. Visión rígida y algorítmica	6-11
<b>FASE DE INTERACCIÓN ENTRE EL TRABAJO REALIZADO Y EL PUBLICADO</b>		
El científico tiene buena formación e integración en la comunidad científica, que regula la producción a través de procesos complejos no regidos en exclusiva por lo racional. La incorporación del trabajo individual a veces es lineal y otras produce saltos revolucionarios	Las aportaciones individuales se incorporan automáticamente y son realizadas por genios espontáneos, iluminados o superdotados. Concepción individualista y elitista. Crecimiento lineal, por acumulación de datos y aportaciones	12-16
<b>LA NATURALEZA DE LA CIENCIA COMO PRODUCTO</b>		
Es el conocimiento más contrastado de una realidad que cambia cuando cambian las teorías. Constante confrontación entre teoría y datos, sin prevalencia de ninguno de los dos	Conocimiento exacto, preciso, acabado y dogmático de una realidad total e inmóvil. Ateórica, inductiva y analítica. Prioridad a los datos	17-40
<i>COMVda</i>		
<b>CORRESPONDENCIA ENTRE CONOCIMIENTO Y REALIDAD</b>		
Conocimiento y realidad son diferentes, su acercamiento es solo adaptativo. Solo es posible acceder a la realidad construida	El conocimiento es una imagen de la realidad a la que, en consecuencia, se puede acceder y cotejar	1-8
<b>MODELOS DE ORGANIZACIÓN COGNITIVA. CERTEZA DEL CONOCIMIENTO</b>		
El conocimiento es distinto a la suma de sus partes (unidad orgánica). La certeza de un conocimiento es siempre relativa	El conocimiento es la suma de sus partes (unidad mecánica). Es posible comprobar la certeza del conocimiento	9-14
<b>FUENTES DEL CONOCIMIENTO. ¿QUÉ SE APRENDE Y DESDE DÓNDE?</b>		
La construcción cognitiva es un proceso genético que tiene lugar a través de interacciones físicas, vicarias y simbólicas. La acción es importante	En la construcción cognitiva son más importantes las interacciones simbólicas, por lo que la acción no es tan importante	15-21
<b>CONTENIDOS COGNITIVOS Y ASIGNACIÓN DE SIGNIFICADOS</b>		
Parte de la cognición es procedural e implícita, por lo tanto, no verbalizable. Los datos externos siempre son interpretados por el aprendiz	El conocimiento es verbalizable y explícito. Los datos externos pueden ser incorporados al conocimiento	22-27
<b>EL PROCESO DE APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LA ENSEÑANZA</b>		
No existen vínculos lógicos y sencillos entre enseñar y aprender. Hay muchos tipos de aprendizaje y de integrar lo aprendido. Aprender es difícil	Hay vínculos lógicos y sencillos entre enseñar y aprender. Aprender es fundamentalmente apropiarse de los significantes. Aprender es fácil	28-40

CONCEPCIÓN MÁS ADECUADA	CONCEPCIÓN MENOS ADECUADA	ÍTEMs
<i>COMVdE</i>		
<b>CREENCIAS SOBRE CUESTIONES LIGADAS A LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS</b>		
Es prioritario enseñar lo que importe al aprendiz y conseguir su desarrollo integral	Es prioritario enseñar lo que importe a la ciencia y conseguir las metas de la lógica disciplinar	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
<b>ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y CONOCIMIENTO DE CIENCIAS</b>		
Son actividades distintas, luego no se deben realizar extrapolaciones de la una a la otra	Si sabes ciencias, sabes enseñarla. La mejor manera de enseñar ciencias es haciendo ciencia	27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
<b>CONDICIONES DE ENSEÑANZA MÁS FAVORABLES PARA EL APRENDIZAJE</b>		
Enseñar es ayudar al aprendizaje, para el que siempre hay diversidad de grados. Son importantes las ideas, habilidades e intereses previos del aprendiz	Enseñar es explicar, y se confunde enseñar bien con aprender bien. Se puede dar la asimilación total. Son importantes las condiciones de la enseñanza, más que las del aprendiz	6, 8, 10, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
<b>INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN ENTRE PROFESOR AL ALUMNO</b>		
Se debe tener en cuenta el conocimiento previo del estudiante durante todo el proceso de enseñanza. Un buen método de enseñanza no garantiza el aprendizaje	El conocimiento previo es importante únicamente al principio del proceso, para enlazar con el contenido de enseñanza. Se esperan mejores resultados que los reales	2, 4, 12, 14, 16, 18

## RESULTADOS

Los resultados se organizan en cuatro apartados:

1. El primero tiene que ver con las puntuaciones absolutas obtenidas por cada profesor en los cuestionarios. En él se obtienen y se analizan las medias y desviaciones típicas.
2. En el segundo se hace un estudio de correlaciones de las puntuaciones correctas entre COMVdC, COMVdA y COMVdE. Las correlaciones entre estas puntuaciones están relacionadas con la coherencia epistemológica del profesor y son, por tanto, de sumo interés para el estudio.
3. El tercero tiene que ver con el análisis de la dificultad de los ítems de los propios cuestionarios, agrupándolos según las sistemáticas de contextos.
4. El cuarto nos aporta una visión acerca de cuál de los tres cuestionarios tuvo una mayor dificultad en su desarrollo.
5. El quinto muestra una comparación entre profesores colombianos, chilenos y españoles.

### Puntuaciones absolutas obtenidas por los profesores colombianos

En la tabla 3 se muestra el número de ítems correctamente respondidos por los profesores colombianos en los cuestionarios de COMVdC, COMVdA y COMVdE. Se observa que el valor mínimo para el cuestionario de COMVdC es de 14 puntos y el máximo es de 28 puntos ( $\bar{x}=19,2$ ;  $\sigma=4,1$ ); para el cuestionario de COMVdA se aprecia que el valor mínimo es de 11 puntos y el máximo de 28 puntos ( $\bar{x}=19,1$ ;  $\sigma=4,7$ ); para COMVdE, se observa un valor mínimo de 10 puntos y un máximo de 33 puntos ( $\bar{x}=15,7$ ;  $\sigma=5,1$ ); hay que resaltar que en ninguno de los tres cuestionarios las medias superan

la mitad del número de ítems que los conforman; por tanto, las concepciones y creencias de las tres variables indagadas no son las más adecuadas y requieren ser trabajadas en futuros procesos formativos.

Tabla 3.  
Número de ítems correctos en COMVdC, COMVdA y COMVdE

Profesor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\bar{x}$	$\sigma$
COMVdC	19	16	24	28	15	26	19	14	20	16	18	18	20	15	16	24	14	22	17	22	19,2	4,1
COMVdA	27	20	24	26	16	22	17	15	14	21	16	12	11	20	19	16	18	21	19	28	19,1	4,7
COMVdE	16	14	33	17	10	13	11	12	13	15	16	15	15	17	20	13	13	13	14	24	15,7	5,1

### Correlaciones entre puntuaciones

En la tabla 4 se muestran los coeficientes de correlación de Spearman entre las puntuaciones obtenidas para los tres cuestionarios. Conviene destacar que la única correlación significativa, al 95% de confianza, es la obtenida entre COMVdA y COMVdE, esto es, entre las puntuaciones de los cuestionarios sobre aprendizaje y enseñanza. Resultados similares fueron obtenidos con el colectivo español (Benarroch y Marín, 2011). Este resultado, tal y como lo mencionan estos autores, podría sugerir que la coherencia entre aprendizaje y enseñanza es superior a la que mantienen estas variables con la naturaleza de la ciencia.

Tabla 4.  
Correlaciones entre COMVdC, COMVdA y COMVdE

		COMVdC	COMVdA	COMVdE
COMVdC	Correlación de Spearman	1	0,405	0,319
	Sig. (bilateral)		0,077	0,17
	N	20	20	20
COMVdA	Correlación de Spearman	0,405	1	,504(*)
	Sig. (bilateral)	0,077		0,023
	N	20	20	20
COMVdE	Correlación de Spearman	0,319	,504(*)	1
	Sig. (bilateral)	0,17	0,023	
	N	20	20	20

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

### Análisis de la dificultad de los ítems de los cuestionarios analizados conjuntamente por contextos

En esta sección, se realiza el análisis de los ítems de los tres cuestionarios COMVdC, COMVdA y COMVdE. Las matrices de los datos de partida se organizaron en tres tablas: la tabla 5 para el cuestionario sobre ciencia, la tabla 6 para el cuestionario sobre aprendizaje y la tabla 7 para el que versa sobre enseñanza.

Tabla 5.  
Matriz de datos de partida organizada en porcentajes  
y número de aciertos para COMVdC. En negrita se marcan las correctas

N.º	Cuestionario sobre ciencia								N.º	Cuestionario sobre ciencia								
	% A B C SD				N A B C SD					% A B C SD				N A B C SD				
	A	B	C	SD	A	B	C	SD		A	B	C	SD	A	B	C	SD	
1	5	<b>85</b>	10	0	1	17	2	0	21	75	15	<b>10</b>	0	15	3	2	0	
2	60	15	<b>15</b>	10	12	3	3	2	22	<b>20</b>	45	30	5	4	9	6	1	
3	20	10	<b>70</b>	0	4	2	14	0	23	<b>10</b>	30	60	0	2	6	12	0	
4	15	<b>70</b>	10	5	3	14	2	1	24	5	<b>60</b>	35	0	1	12	7	0	
5	<b>25</b>	40	35	0	5	8	7	0	25	20	<b>25</b>	55	0	4	5	11	0	
6	5	75	<b>15</b>	5	1	15	3	1	26	50	<b>20</b>	30	0	10	4	6	0	
7	<b>55</b>	20	25	0	11	4	5	0	27	<b>80</b>	15	5	0	16	3	1	0	
8	<b>45</b>	30	25	0	9	6	5	0	28	30	40	<b>30</b>	0	6	8	6	0	
9	10	<b>75</b>	10	5	2	15	2	1	29	10	25	<b>65</b>	0	2	5	13	0	
10	10	15	<b>75</b>	0	2	3	15	0	30	<b>65</b>	5	25	5	13	1	5	1	
11	<b>55</b>	40	5	0	11	8	1	0	31	10	30	<b>60</b>	0	2	6	12	0	
12	<b>15</b>	45	40	0	3	9	8	0	32	0	30	<b>70</b>	0	0	6	14	0	
13	<b>30</b>	15	55	0	6	3	11	0	33	<b>40</b>	15	40	5	8	3	8	1	
14	25	45	30	0	5	9	11	0	34	50	25	<b>25</b>	0	10	5	5	0	
15	5	15	<b>80</b>	0	1	3	16	0	35	<b>10</b>	45	45	0	2	9	9	0	
16	40	20	<b>30</b>	10	8	4	6	2	36	5	40	<b>55</b>	0	1	8	11	0	
17	<b>60</b>	20	20	0	12	4	4	0	37	<b>50</b>	20	30	0	10	4	6	0	
18	5	<b>85</b>	10	0	1	17	2	0	38	10	<b>85</b>	5	0	2	17	1	0	
19	45	30	25	0	9	6	5	0	39	<b>35</b>	20	45	0	7	4	9	0	
20	<b>60</b>	10	30	0	12	2	6	0	40	5	<b>55</b>	40	0	1	11	8	0	

Tabla 6.  
Matriz de datos de partida organizada en porcentajes  
y número de aciertos para COMVdA. En negrita se marcan las correctas

N.º	Cuestionario sobre aprendizaje								N.º	Cuestionario sobre aprendizaje								
	% A B C SD				N A B C SD					% A B C SD				N A B C SD				
	A	B	C	SD	A	B	C	SD		A	B	C	SD	A	B	C	SD	
1	50	<b>50</b>	0	0	10	10	0	0	21	10	0	<b>90</b>	0	2	0	18	0	
2	40	25	<b>35</b>	0	8	5	7	0	22	<b>45</b>	35	20	0	9	7	4	0	
3	25	25	<b>45</b>	5	5	5	9	1	23	<b>40</b>	35	25	0	8	7	5	0	
4	15	<b>10</b>	75	0	3	2	15	0	24	35	<b>45</b>	20	0	7	9	4	0	
5	<b>25</b>	50	25	0	5	10	5	0	25	10	<b>60</b>	30	0	2	12	6	0	
6	5	60	<b>35</b>	0	1	12	7	0	26	15	<b>75</b>	10	0	3	15	2	0	
7	<b>50</b>	30	20	0	10	6	4	0	27	<b>85</b>	10	5	0	17	2	1	0	
8	<b>60</b>	15	25	0	12	3	5	0	28	30	25	<b>45</b>	0	6	5	9	0	
9	0	<b>30</b>	70	0	0	6	14	0	29	0	10	<b>90</b>	0	0	2	18	0	
10	35	30	<b>35</b>	0	7	6	7	0	30	<b>30</b>	50	20	0	6	10	4	0	
11	<b>35</b>	40	25	0	7	8	5	0	31	50	0	<b>40</b>	10	10	0	8	2	
12	35	<b>10</b>	55	0	7	2	11	0	32	30	0	<b>65</b>	5	6	0	13	1	
13	<b>60</b>	15	20	5	12	3	4	1	33	<b>45</b>	10	45	0	9	2	9	0	
14	25	30	<b>35</b>	10	5	6	7	2	34	0	20	<b>80</b>	0	0	4	16	0	
15	25	70	<b>5</b>	0	5	14	1	0	35	<b>75</b>	5	20	0	15	1	4	0	
16	15	25	<b>60</b>	0	3	5	12	0	36	50	15	<b>35</b>	0	10	3	7	0	
17	<b>75</b>	10	15	0	15	2	3	0	37	<b>45</b>	15	40	0	9	3	8	0	
18	35	<b>15</b>	50	0	7	3	10	0	38	35	<b>40</b>	20	5	7	8	4	1	
19	30	<b>65</b>	5	0	6	13	1	0	39	<b>45</b>	40	15	0	9	8	3	0	
20	<b>35</b>	20	40	5	7	4	8	1	40	15	<b>60</b>	20	5	3	12	4	1	

Tabla 7.  
Matriz de datos de partida organizada en porcentajes  
y número de aciertos para COMVdE. En negrita se marcan las correctas

N.º	Cuestionario de enseñanza								N.º	Cuestionario de enseñanza								
	% A B C SD				N A B C SD					% A B C SD				N A B C SD				
	A	B	C	SD	A	B	C	SD		A	B	C	SD	A	B	C	SD	
1	5	<b>85</b>	10	0	1	17	2	0	19	35	<b>15</b>	45	5	7	3	9	1	
2	10	15	<b>75</b>	0	2	3	15	0	20	<b>30</b>	55	10	5	6	11	2	1	
3	40	5	<b>55</b>	0	8	1	11	0	21	65	10	<b>25</b>	0	13	2	5	0	
4	25	<b>65</b>	10	0	5	13	2	0	22	<b>35</b>	45	20	0	7	9	4	0	
5	<b>25</b>	30	40	5	5	6	8	1	23	45	<b>0</b>	55	0	9	0	11	0	
6	30	0	<b>70</b>	0	6	0	14	0	24	35	<b>10</b>	50	5	7	2	10	1	
7	<b>85</b>	10	5	0	17	2	1	0	25	5	<b>35</b>	60	0	1	7	12	0	
8	<b>45</b>	15	40	0	9	3	8	0	26	15	<b>30</b>	55	0	3	6	11	0	
9	0	<b>75</b>	25	0	0	15	5	0	27	<b>30</b>	65	5	0	6	13	1	0	
10	20	20	<b>60</b>	0	4	4	12	0	28	20	5	<b>75</b>	0	4	1	15	0	
11	<b>30</b>	35	30	5	6	7	6	1	29	95	0	<b>5</b>	0	19	0	1	0	
12	45	<b>35</b>	20	0	9	7	4	0	30	<b>25</b>	70	5	0	5	14	1	0	
13	<b>50</b>	30	20	0	10	6	4	0	31	35	15	<b>50</b>	0	7	3	10	0	
14	45	5	<b>50</b>	0	9	1	10	0	32	55	10	<b>35</b>	0	11	2	7	0	
15	20	25	<b>55</b>	0	4	5	11	0	33	<b>20</b>	15	65	0	4	3	13	0	
16	20	5	<b>70</b>	5	4	1	14	0	34	25	35	<b>40</b>	0	5	7	8	0	
17	<b>35</b>	65	0	0	7	13	0	0	35	<b>60</b>	15	25	0	12	3	5	0	
18	30	<b>10</b>	60	0	6	2	12	0										

En ellas, se recogen sucesivamente, en columnas, los porcentajes de respuestas y las puntuaciones obtenidas para cada una de las opciones *a), b) y c)* de los cuestionarios. En todos los casos, se destaca en negrita la opción considerada correcta.

A la vez, los análisis de los ítems se realizaron teniendo en cuenta los siguientes rangos: ítems cuyos porcentajes de acierto sean iguales o superiores al 70% son considerados fáciles, los que están entre el 70 y el 50% son medianamente fáciles y los que ostentan valores inferiores o iguales al 50% se calificaron de difíciles.

Esto permite indagar en las concepciones y creencias de los profesores en los diversos contextos para los que fueron diseñados los cuestionarios, además de agrupar los ítems en sus porcentajes de acierto.

### Resultados del cuestionario COMVdC

- a)* Contexto sociológico o contexto donde surge y se aplica la ciencia. Entre los cinco ítems que miden este contexto, tres de ellos tienen puntuaciones iguales o superiores al 70%, y los dos restantes las tienen inferiores al 50% ( $\bar{x}=53\%$ ). Se podría afirmar que las concepciones y creencias en el contexto sociológico resultan medianamente fáciles para los profesores.
- b)* Fase de descubrimiento individual del científico. En este contexto, dos ítems obtienen porcentajes bajos; dos, porcentajes medios, y dos, porcentajes altos ( $\bar{x}=53\%$ ), por lo que también se podría concluir que se trata de un contexto medianamente fácil para el profesorado.
- c)* Fase de interacción entre el trabajo realizado y el publicado. En este caso, salvo un ítem de los cinco que evalúan el contexto, que obtiene un resultado alto, los cuatro restantes se sitúan en el rango considerado como bajo ( $\bar{x}=37\%$ ). Por tanto, estamos ante un contexto de alta dificultad para el profesorado.

- d) La naturaleza de la ciencia como producto. Este contexto es evaluado por un número considerable de ítems, de los cuales doce obtienen porcentajes bajos, inferiores al 50%, ocho ítems obtienen resultados medios, entre el 50 y el 70%, y cuatro ítems los obtienen altos o superiores al 70% ( $\bar{x}=46\%$ ). Se puede concluir que los ítems incluidos en este contexto tienen una dificultad media para el profesorado.

### Resultados del cuestionario COMVdA

- a) Correspondencia entre el conocimiento y la realidad. Con la única excepción del ítem 8, que obtiene un resultado medio del 60%, los siete ítems restantes lo obtienen bajo, lo que pone de manifiesto la alta dificultad del contexto para este profesorado ( $\bar{x}=39\%$ ).
- b) Modelos de organización cognitiva. Certeza del conocimiento. Del mismo modo que en el contexto anterior, salvo el ítem 13, que tiene un resultado medio del 60%, los cinco ítems restantes lo obtienen bajo, lo que pone de manifiesto su alta dificultad ( $\bar{x}=34\%$ ). Resulta ser uno de los contextos con resultados más bajos, lo que podría indicar una fuerte deficiencia en los modelos de organización cognitiva.
- c) Fuentes del conocimiento. ¿Qué se aprende y desde dónde? Aquí se tienen tres ítems con puntuaciones de aciertos bajas, dos medianas y dos altas ( $\bar{x}=48\%$ ). En consecuencia, para este contexto, las concepciones y creencias de los profesores son medianamente favorables.
- d) Contenidos cognitivos y asignación de significados. En este caso, se obtienen tres ítems con puntuaciones bajas, uno mediana y dos altas, por lo que, de nuevo, las concepciones y creencias de los profesores frente a este contexto son medianamente favorables ( $\bar{x}=58\%$ ).
- e) El proceso de aprendizaje y su relación con la enseñanza. De los trece ítems que evalúan el contexto, ocho tienen resultados bajos, dos medianos y tres altos. En consecuencia, se puede concluir que las concepciones y creencias concernientes a este contexto son medianamente favorables ( $\bar{x}=53\%$ ).

### Resultados del cuestionario COMVdE

- a) Creencias sobre cuestiones ligadas a la enseñanza de las ciencias. En este caso, se obtienen tres ítems bajos, inferiores al 50%; dos medios, entre el 50 y el 70%, y tres considerados como altos por tener puntuaciones superiores al 70%. Se puede afirmar que se trata de cuestiones que no son de excesiva dificultad para el profesorado ( $\bar{x}=58\%$ ).
- b) Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias. Excepto un ítem alto y otro mediano, los siete restantes presentan puntuaciones iguales o inferiores al 50%, luego es un contexto con alto grado de dificultad ( $\bar{x}=38\%$ ).
- c) Condiciones de enseñanza más favorables para el aprendizaje. De nuevo, salvo un ítem alto y otro mediano, los restantes ítems, que en este caso son diez, obtienen resultados bajos. De modo contundente se puede afirmar que el profesorado presenta una alta dificultad con el contexto ( $\bar{x}=33\%$ ).
- d) Intercambio de información entre profesor y estudiante. Las concepciones y creencias de los profesores se valoran como medianamente favorables, pues hay tres ítems con porcentajes bajos, inferiores al 50%; un ítem medio, entre el 50 y el 70%, y dos altos, superiores al 70%. Aunque de modo no contundente, los resultados apuntan a que se trata de un contexto que no presenta excesiva dificultad para el profesorado ( $\bar{x}=53\%$ ).

### Análisis de la dificultad de los cuestionarios para la muestra colombiana

Con los anteriores resultados se realiza la tabla 8, donde se ha sistematizado la dificultad de los ítems de los cuestionarios COMVdC, COMVdA y COMVdE, según los mismos rangos utilizados en el análisis anterior, esto es, ítems cuyos porcentajes de acierto sean iguales o superiores al 70% son considerados fáciles; los que están entre el 70 y el 50% son medianamente fáciles, y los que presentan valores inferiores o iguales al 50% se calificaron de difíciles. A partir de esta tabla, se puede concluir:

Tabla 8.  
Sistematización de los ítems

	% Aciertos			Totales
% Rtas. correctas (P)	P ≥ 70% Altos-fáciles	70 > P > 50 Medios	P ≤ 50% Bajos-difíciles	
COMVdC	25%	25%	50%	100%
	10 Ítems	10 Ítems	20 Ítems	40 Ítems
	1, 3, 4, 9, 10, 15, 18, 27, 32, 38	7, 11, 17, 20, 24, 29, 30, 31, 36, 40	2, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 33, 34, 35, 37, 39	
COMVdA	17,5%	17,5%	65%	100%
	7 Ítems	7 Ítems	26 Ítems	40 Ítems
	17, 21, 26, 27, 29, 34, 35	8, 13, 16, 19, 25, 32, 40	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 20, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 33, 36, 37, 38, 39	
COMVdE	20%	14,3%	68,6%	100%
	6 Ítems	5 Ítems	24 Ítems	35 Ítems
	1, 2, 6, 7, 9, 16	3, 4, 10, 15, 35	5, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	

- Para COMVdC, el número de ítems que alcanzan un porcentaje de acierto mayor al 50% es de 20; y el número de ítems que alcanzan un porcentaje de acierto inferior o igual al 50% es de 20.
- En COMVdA, el número de ítems que alcanzan un porcentaje de acierto mayor al 50% es de 14; frente a los 26 ítems que obtienen porcentajes de acierto iguales o inferiores al 50%.
- Por último, en COMVdE, el número de ítems que alcanzan un porcentaje de acierto mayor al 50% es de 11, y el número de ítems que alcanzan un porcentaje de acierto inferior o igual al 50% es de 24.

De los resultados anteriores se puede inferir que no hay mucha diferencia entre la dificultad de COMVdE y la de COMVdA, pues ambos tienen proporciones similares de ítems en porcentajes inferiores o iguales al 50%. Dicha proporción es del 68,6% para COMVdE y del 65% para COMVdA. Sin embargo, es apenas del 50% para COMVdC.

Graduando las dificultades (D), se puede escribir la expresión:

$$D(\text{COMVdE}) \approx D(\text{COMVdA}) > D(\text{COMVdC}).$$

### Comparación entre profesores colombianos, chilenos y españoles

Se realiza una comparación entre tres muestras que han respondido a los mismos cuestionarios: colombiana (N=20 profesores universitarios en activo), chilena (N=72 futuros profesores) y española

(N=60 futuros profesores). Los valores medios y las desviaciones típicas de los porcentajes correctos para las tres muestras se recogen, junto con sus desviaciones típicas, en la tabla 9. Cabe destacar:

Tabla 9.  
Comparación colombianos, chilenos y españoles

Nacionalidad		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Colombia	COMVdC	20	14	28	19,2	4,06882
	COMVdA	20	11	28	19,1	4,72284
	COMVdE	20	10	33	15,7	5,14117
Chile	COMVdC	72	13	32	23,7	4,21006
	COMVdA	72	6	26	15,3	4,09547
	COMVdE	72	8	27	13,8	3,28355
España	COMVdC	53	8	24	16,2	3,62892
	COMVdA	55	8	31	17,6	5,40127
	COMVdE	55	5	23	13,1	4,02434

- Sobre COMVdC: La media de las puntuaciones de los profesores chilenos es significativamente mayor que la de los profesores colombianos y la de estos, a su vez, mayor que la de los españoles.
- Sobre COMVdA: La media de las puntuaciones de los profesores colombianos no muestra diferencias significativas con la de los profesores españoles, pero sí con la de los chilenos, que ocupa el lugar inferior.
- Sobre COMVdE: La media de las puntuaciones de los profesores colombianos no tiene diferencias significativas con la de los profesores chilenos y solo presenta una diferencia ligeramente significativa con la de los españoles.

Estas comparaciones no nos deben llevar a perder la visión más generalizada de los resultados: los valores medios son muy bajos en todas las muestras analizadas, y tan solo en el cuestionario sobre COMVdC de los profesores chilenos se supera el 50% de aciertos.

### Análisis profesores colombianos y chilenos

Para saber si hay diferencias entre las medias, se aplica el módulo de la prueba T para muestras independientes. Dado que el estadístico de Levene es bastante alto en COMVdC, se pueden asumir varianzas iguales y, por tanto, hemos de fijarnos en la primera fila de la tabla 10, de la que se deduce que la diferencia de medias entre ambos grupos de profesores es significativa, con el alza hacia los profesores chilenos. También hay diferencias significativas en COMVdA (la significación es menor de 0,05 y el intervalo de confianza no pasa por el valor cero), pero esta vez a favor de los colombianos. En COMVdE, la diferencia de medias es ligeramente significativa (la significación es ligeramente menor de 0,05 y el intervalo de confianza no atraviesa el valor cero pero lo roza por su parte inferior) a favor del profesorado colombiano.

Tabla 10.  
Prueba T para la igualdad de medias

	P. Levene igualdad de varianzas	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencias medias	Error típ. de diferencia
COMVdC	Varianzas iguales	0,045	0,833	-4,619	88	0	-4,77857	1,03458
	Varianzas no iguales			-4,628	30,81	0	-4,77857	1,03247
COMVdA	Varianzas iguales	0,662	0,418	3,557	90	0,001	3,80833	1,07062
	Varianzas no iguales			3,28	27,45	0,003	3,80833	1,16113
COMVdE	Varianzas iguales	1,727	0,192	2,056	90	0,043	1,95	0,94864
	Varianzas no iguales			1,608	23,47	0,121	1,95	1,21298

### Análisis profesores colombianos y españoles

Dado que el estadístico de Levene en COMVdC es bastante alto, se pueden asumir varianzas iguales y, por tanto, nos centramos en la primera fila de la tabla 11, de la que se deduce que la diferencia de medias entre ambos grupos de profesores es significativa, con el alza hacia los profesores colombianos. Para COMVdA, para varianzas iguales, se observa un grado de significatividad mayor de 0,05 y un intervalo de confianza que atraviesa el valor nulo, por lo que se puede afirmar que las dos medias no tienen diferencias significativas. En COMVdE el estadístico de Levene es bastante bajo, no se deben asumir varianzas iguales, obteniéndose, según la última fila de la tabla 11, que prácticamente no hay diferencias entre medias.

Tabla 11.  
Prueba T para la igualdad de medias

	P. Levene igualdad de varianzas	F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia medias	Error típ. de diferencia
COMVdC	Varianzas iguales	0,229	0,634	3,046	71	0,003	2,99906	0,98455
	Varianzas no iguales			2,891	31,1	0,007	2,99906	1,03742
COMVdA	Varianzas iguales	0,591	0,445	1,111	73	0,27	1,51818	1,36647
	Varianzas no iguales			1,183	38,32	0,244	1,51818	1,28285
COMVdE	Varianzas iguales	0,001	0,972	2,301	73	0,024	2,60909	1,13397
	Varianzas no iguales			2,052	27,92	0,05	2,60909	1,27124

Por tanto, y de los resultados de las tablas 9, 10 y 11, se puede concluir estadísticamente:

- En COMVdC: Chilenos > Colombianos > Españoles
- En COMVdA: Colombianos ~= Españoles > Chilenos
- En COMVdE: Colombianos ~= Chilenos ~= Españoles

## CONCLUSIONES FINALES

Los profesores universitarios colombianos en activo muestran unas concepciones y creencias sobre la ciencia (COMVdC), sobre el aprendizaje (COMVdA) y sobre la enseñanza (COMVdE) bastante alejadas de las concepciones más avanzadas sobre estas temáticas. Las mismas tendencias habían sido identificadas ya en los colectivos chileno y español de profesores en formación. Concretamente, en el perfil del profesor de ciencias, en los tres colectivos destacan:

- las concepciones empiristas frente a las constructivistas sobre la ciencia (la ciencia es el conocimiento más exacto y preciso que existe, no tanto el más contrastado con la experiencia);
- las concepciones racionalistas frente a las constructivistas sobre el aprendizaje (por ejemplo, aprendemos por interacciones simbólicas, más que por interacciones físicas, vicarias y simbólicas; el producto del aprendizaje son conceptos e ideas que son fiel reflejo de la realidad externa, y no tanto nuestra mejor construcción de los datos empíricos; algo aprendido es algo que se verbaliza, no tanto algo que se utiliza; aprender es fácil, requiere únicamente esforzarse y memorizar en lugar de considerar la diversidad de aprendizajes y de integración de lo aprendido, etc.)  
y
- las concepciones reduccionistas frente a las constructivistas sobre la enseñanza (hay correspondencia entre enseñar y aprender, frente a las relaciones complejas entre ambas; enseñar es explicar bien, y no tanto poner los medios para aprender; enseñar es transmitir contenidos conceptuales, por tanto, no son importantes los procedimentales y actitudinales; la práctica sirve para aplicar lo enseñado, pero no es imprescindible para el aprendizaje; etc.).

Los exiguos resultados encontrados son especialmente significativos en COMVdE y COMVdA frente a COMVdC. Por tanto, entre el colectivo de profesores de ciencia universitarios, las creencias y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia son relativamente más avanzadas que las que este posee sobre el aprendizaje y sobre la enseñanza. Esta tendencia se manifiesta aún con más intensidad entre los futuros profesores chilenos. Se podría suponer que una fuerte carga disciplinar en los estudios previos favorece una imagen de la ciencia más cercana a los consensos actuales de la didáctica de la ciencia, aunque ello es una hipótesis que no se puede corroborar en este estudio.

Se detecta una falta de coherencia epistemológica entre COMVdC, COMVdA y COMVdE, manifestada en la ausencia de fuertes correlaciones entre los resultados de los cuestionarios. De ello se infiere que los profesores universitarios pueden tener imágenes muy avanzadas en algunas de las temáticas investigadas y muy anquilosadas en otras. A pesar de la falta de coherencia epistemológica acabada de mencionar, se ha encontrado una relación relativamente más intensa entre COMVdA y COMVdE con respecto a COMVdC. La falta de coherencia epistemológica se manifiesta también en los colectivos chileno y español, demostrándose en ellos, además, que su superación es difícil incluso después del proceso de enseñanza (Benarroch y Marín, 2011; Miño, 2008). Por tanto, las creencias y concepciones sobre la ciencia parecen poder mantenerse en un estatus independiente de las creencias y concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza, que muestran una mayor relación entre ellas.

En el análisis por contextos, se han delimitado aquellos en los que las dificultades son mayores. Así, en COMVdC, destaca la falta de conocimientos y creencias acertadas acerca de la interacción entre el trabajo realizado y el publicado. Conviene destacar que este es el contexto con menor grado de acuerdo entre los expertos (Marín, Benarroch y Níaz, 2013). Es posible que esto sea extrapolable a COMVdA y COMVdE, pero la falta de estudios acerca de las opiniones consensuadas sobre aprendizaje científico y sobre enseñanza de las ciencias nos impide realizar esta afirmación.

En síntesis, este trabajo permite disponer de un perfil de partida para diseñar un proceso reflexivo en relación con la formación del profesorado universitario. Este perfil queda definido por unas ten-

dencias empíricas respecto a la ciencia, racionalistas respecto al aprendizaje y reduccionistas respecto a la enseñanza. La práctica docente no parece generar importantes diferencias en el perfil de partida, pero esto no se puede afirmar con rigor dadas las diferentes características culturales de las muestras. Se requieren estudios más finos para conocer cómo influye cada factor independientemente (contexto y actividad profesional). Se ratifica que las concepciones y creencias sobre la naturaleza de la ciencia están en general más avanzadas que aquellas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, y se confirma que estas últimas tienen entre sí mayor coherencia epistemológica que respecto a la primera, de modo que las concepciones y creencias del aprendizaje y la enseñanza están mejor relacionadas que las de la naturaleza de la ciencia. Por último, sería deseable confirmar, como sugieren estos resultados, que en la falta de concepciones y creencias más avanzadas sobre los fundamentos epistemológicos acerca de la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje científico y la enseñanza de la ciencia, puede estar influyendo la falta de consensos explícitos por parte de la comunidad de investigadores.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del Proyecto Nacional de I+D+i de la Convocatoria Nacional de 2008: EDU2008-02059/EDUC. Título del proyecto: El desafío del Informe Pisa 2006: Implementación del Currículum de Didáctica de las Ciencias Experimentales para la Formación Inicial del Profesorado de Educación Secundaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDELO, C. (2007). La creciente brecha entre las disposiciones educativas colombianas, las proclamaciones oficiales y las realidades del aula de clase: las concepciones de profesores y profesoras de matemáticas sobre el álgebra escolar y el propósito de su enseñanza. *Revista Electrónica Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(1), pp. 42-62.
- 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.
- BODUR, Y. (2003). *Preservice teachers' learning of multiculturalism in a teacher education program*. Tesis Doctoral. State University. Florida, E.U.
- 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. Disponible en línea: <<http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/63>>
- BRYAN, L.A. (2012). Research on Science Teacher Beliefs. En Barry J. Fraser, Kenneth Tobin, y Campbell J. McRobbie (eds.). *Second International Handbook of Science Education*, pp. 477-495. *Springer International Handbooks of Education*.
- 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). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), pp. 319-328.
- 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.

- FREITAS, M.I., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y MELLADO, V. (2004). Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. *Research in Science Education*, 34(1), pp. 113-133.
- GIL, C. y RICO, R.L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje sobre las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 27-47.
- 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.
- GUNSTONE, R. y NORTHFIELD, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16(5), pp. 523-537.
- HANDAL, B. (2003). Teachers' mathematical belief: a review. *The Mathematical Educator*, 13(2), pp. 47-57.
- KEMBER, D. (1997). A reconceptualistion of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7, pp. 255-275.
- KING, K., SHUMOW, L. y LIETZ, S. (2001). Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education*, 85(2), pp. 89-110.
- LLINARES, S. (1991). *La formación de profesores de matemáticas*. Sevilla: GID-Universidad de Sevilla.
- MARÍN, N., BENARROCH, A. y NIÑAZ, 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\\_137.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/361_137.pdf)>.
- 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.
- 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 línea: <[http://www.aufop.com/aufop/uploaded\\_files/articulos/1229708104.pdf](http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1229708104.pdf)>
- MEDINA, J., JARAUTA, B. e IMBERNÓN, F. (2010). *La enseñanza Reflexiva en la Educación Superior*. Cuadernos de Docencia Universitaria, 17. Barcelona: Ice de la UAB y Ediciones Octaedro.
- MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), pp. 343-358.
- MELLADO, V. (2008). Construcción y aplicación de mapas cognitivos en el análisis de cuestionarios y entrevistas del profesorado de ciencias, XIII Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Congreso. Recuperado el 8 de julio de 2011 de: <<http://www.ual.es/Universidad/Depar/dmce/Congreso/Seminario%20II/42%20Mellado.pdf>>.
- MIÑO, L. (2008). *El profesorado de química de secundaria en la región del Maule (Chile). Diagnóstico de demandas formativas y mejoras en la formación inicial*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, España.
- MORENO, M. y GIMÉNEZ, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), pp. 265-280.
- PAJARES, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, pp. 307-332.

- PEME-ARANEGA, C., DE LONGHI, A.L., BAQUERO, M.E., MELLADO, V. y RUÍZ. C. (2005). Creencias explícitas e implícitas sobre la ciencia su enseñanza y aprendizaje, de una profesora de química de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso. Recuperado el 8 de julio de 2011 de <<http://190.41.189.210/oficinas/investigaciones/Creencias%20CTS%20-%20Creen-cias%20sobre%20Ciencia%20y%20su%20Ense%C3%B1anza.pdf>>.
- PERALES, P.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.
- PÉREZ, G., BENARROCH, A., JIMÉNEZ, M.A., SMITH, F.G. y ROJAS, R.G. (2006). ¿Se puede estimular la reflexión en el supervisor y en el alumno universitario durante el periodo de Prácticum? *Enseñanza: Anuario Interuniversitario de Didáctica*, 24, pp. 33-51.
- 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.
- PONTE, J.P. (1994). Mathematics teachers' professional knowledge. En Ponte, J. y Matos, J. (eds.). *Proceedings of eighteenth international conference for the psychology of mathematics education*. Lisboa: International Group for the Psychology of Mathematics Education.
- PONTE, J. (1999). Teacher's beliefs and conceptions as a fundamental topic in teacher education. En Krainer, K. y Goffree, F. (eds.). *On research in teacher education: form a study of teaching practices to issues in teacher education*. Osnabrück, Deutschland: Forschungsintitut für Mathematikdidaktik, pp. 43-50.
- PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (2006). ¿Cómo progresó el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Revista Alambique*, 48, pp. 92-99.
- PORLÁN, R., MARTIN 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.
- 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. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- RODRÍGUEZ, A. (2007). *El perfil profesional del profesorado universitario: el caso de Quintana Roo*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. España.
- RUIZ, F., SÁNCHEZ, J., JARAMILLO, C. y TAMAYO, O. (2005). Pensamiento docente en profesores de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso. Recuperado el 15 de enero de 2007 de <[http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index\\_art\\_htm/](http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index_art_htm/)>.
- 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.
- 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-BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y MELLADO, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), pp. 73-90.
- ZAMBRANO, A. C. (2003). *Educación y formación del pensamiento científico*. Colombia, Universidad del Valle: ICFES.

## EPISTEMOLOGICAL COHERENCE BETWEEN SCIENCE, LEARNING AND TEACHING FROM COLOMBIAN COLLEGE TEACHERS. RESULTS COMPARISON AGAINST CHILEAN AND SPANISH TEACHERS.

John Jairo Briceño Martínez

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Programa Computadores para Educar. Colombia.

[jhonjairob@hotmail.com](mailto:jhonjairob@hotmail.com)

Alicia Benarroch Benarroch

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y de Humanidades de Melilla. Universidad de Granada. España.

[aliciabb@ugr.es](mailto:aliciabb@ugr.es)

Nicolás Marín Martínez

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Almería. España.

[nicolas.marin@gmail.com](mailto:nicolas.marin@gmail.com)

The value of studies focused on measuring conceptions and beliefs on the nature of science, on the learning of science and on its teaching reside on the potential that science teachers have of understanding the way in which teaching practices are implemented (Martín del Pozo, Porlán and Rivero, 2005; Doménech, Traver, Moliner and Sales, 2006) and the training of science teachers allow the design of formative activities which can potentiate reflection as a process—a way to obtain a change of conceptions and beliefs—and as a product—the professor as a reflexive professional (Medina, Jarauta and Imbernón, 2010).

In this study, the conceptions and beliefs of 20 science teachers from the Basic Sciences Department of the Corporación Universitaria Iberoamericana in Bogotá who have already begun a three year training program based on a reflection of their practice are analyzed. The purpose is to assess the degree of epistemological coherence—understood as the internal relation between the views the future teacher has on science, learning and teaching of sciences. Finally, given that comparative educational studies are interested in evaluating the degree in which teaching proposals can be extrapolated, a comparison will be made of the results of Colombian professors with those obtained in other countries (Chile and Spain) using the same questionnaires reported in the literature.

The three questionnaires used in this study, COMVdC, COMVdA and COMVdE were designed to explore the conceptions and beliefs on A) nature of science, B) scientific learning and C) teaching of sciences within the Spanish context of training of high school teachers, described in detail in the corresponding studies (Marín and Benarroch, 2009 and 2010 for the first two, and Benarroch and Marín, 2011 for the last one).

In conclusion, active Colombian university professors reveal conceptions and beliefs on Science (COMVdC), learning (COMVdA) and teaching (COMVdE) which are very distant from the most advanced conceptions on these subjects. The same trend had been identified in Chilean and Spanish teachers in training. In summary, empirical and rational conceptions are very frequent in comparison with constructive ones on science, reductionist ones on teaching and a deep ignorance regarding the learning process.

Finally, this study allows confirming the similarity in the lack of more advanced results between groups of teachers of different nationalities and professional activity when faced with these questionnaires. It is ratified that conceptions and beliefs on the nature of science are generally more advanced than those on teaching and learning of sciences. Moreover, it is confirmed that the former two have more epistemological coherence between them than when compared with the latter one. In other words, conceptions and beliefs on teaching and learning are more closely related between them, than with the nature of science. Lastly, it would be desirable to confirm, as these results suggest, that the lack of more advanced conceptions and beliefs on the epistemological fundamentals of the nature of science, scientific learning and the teaching of science can be influencing the lack of explicit consensus by the scientific community.