

# RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS ESCOLARES Y PROMOCIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO. ¿QUÉ PIENSAN LOS DOCENTES DE QUÍMICA EN EJERCICIO?<sup>1</sup>

QUINTANILLA, M.<sup>1</sup>; JOGLAR, C.<sup>1</sup>; JARA, R.<sup>1</sup>; CAMACHO, J.<sup>1</sup>; RAVANAL, E.<sup>2</sup>; LABARRERE, A.<sup>3</sup>; CUELLAR, L.<sup>4</sup>; IZQUIERDO, M.<sup>5</sup> y CHAMIZO, J.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidad Pontificia Católica de Chile

<sup>2</sup> Universidad Central de Chile

<sup>3</sup> Universidad Santo Tomás, Chile

<sup>4</sup> Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile

<sup>5</sup> Universidad Autónoma de Barcelona, España

<sup>6</sup> Universidad Nacional Autónoma de México

<mquintag@puc.cl>, <lasar222@yahoo.com>, <jpcamach@uc.cl>, <lhcuella@uc.cl>, <eravanalmoreno@gmail.com>, merce.izquierdo@uab.cat>, <jchamizo@servidor.unam.mx>, <adurizbravo@yahoo.com.ar>, <carol\_favaro@hotmail.com>, <rjarac1@uc.cl>

**Resumen.** En el artículo se exponen los resultados de una investigación realizada en el marco del proyecto FONDECYT 1070795, cuyo objetivo consistió en identificar y caracterizar las nociones que tienen los profesores de nivel medio respecto a las *competencias de pensamiento científico y solución de problemas*, y la manera en que ambos deben trabajarse en la enseñanza de la química. Con el empleo de una muestra intencional de 33 profesores, seleccionados de un total de 117 que se incorporaron a otras fases de la investigación y mediante la administración de un cuestionario especialmente diseñado, se logró poner de manifiesto que en ellos predomina una imagen fragmentada y a veces contradictoria de la solución de problemas y de las competencias de pensamiento científico; dicha representación incorpora aspectos de inestimable valor para la formación del estudiante competente, a la vez que incluye otros que en manera alguna favorecen dicha formación en correspondencia con las exigencias actuales.

Es notable que competencias de pensamiento científico y solución de problemas no se constituyen como sistema totalmente coherente en la conceptualización de los profesores investigados. Como dato relevante, se constató la oscilante valoración del carácter subjetivo de las situaciones problemáticas y los problemas; junto al papel importante que, en opinión de gran parte de los profesores, desempeña el lenguaje, se le otorga un valor oscilante al trabajo con la teoría por parte de los estudiantes; igualmente resulta difusa, y a veces contradictoria, su aproximación a los procesos de algoritmización.

**Palabras clave.** Competencias de pensamiento científico, resolución de problemas, formación docente.

## School scientific problem solving and fostering scientific thinking competencies: What do inservice chemistry teachers think?

**Summary.** In the article the results of an investigation conducted within the framework of the project FONDECYT 1070795 are exposed. The aims of the research were to identify and characterize the representations and knowledge that teachers in service have, from an average level of education, with respect to the *competences of scientific thought and problem solution*, and the way in which both should be approached. With the use of an intentional sample of 133, teachers selected from a total of 117 who were incorporated to other phases of the research through the administration of a questionnaire especially designed, was shown the predominance of a very fragmented image, sometimes contradictory, about the solution of problems and about relation between competences of scientific thought; this representation incorporates aspects of great value for the formation of the competent students, and at the same time it includes other aspects that in no way favor this formation, according to the present assessments.

It is remarkable that both competences for scientific thought and solution of problems are not constituted as a totality and coherent system in the thinking of the teachers who participated in the research. It should be pointed out that we found data that show an oscillating valuation of the subjective character of the problematic situations and the problem itself; these data show, as well, that teachers give a very important role to language. It is stated that teachers give an oscillating value to the fact that students must deal with theories. It should be noted too that their approaches to the algorithmic processes are very vague, and sometimes contradictory.

**Keywords.** Thinkings skills, scientific problem solving, science teaching.

## INTRODUCCIÓN

Los conocimientos científicos se generan a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos y modos de resolución desconocidos; por tal razón constituye una vía sumamente importante para estudiar el nivel de desarrollo alcanzado por el pensamiento y las competencias de los estudiantes y, a la vez, del desarrollo de éstos en el proceso de enseñanza de las ciencias. En consecuencia, es necesario que los estudiantes, en el proceso de su formación, tengan ocasión de afrontar auténticos problemas científicos con la ayuda del profesorado y de ensayar las estrategias de solución que contribuyen a ampliar sus conocimientos. Los *problemas* científicos, como actividad escolar, tienen la facultad de contribuir al desarrollo competencial de *resolución de problemas*, como lo hacen a menudo los científicos en el mundo real. Por tanto, compartimos la idea de que para aprender hay que problematizar los ejercicios y actividades que se plantean en la clase. Quisiéramos insistir en el hecho de que *resolver problemas científicos* no signifique una *tarea de hacer*, sino una *actividad científica verdadera*, con la cual, los estudiantes construyen los nuevos conocimientos que se consideran fundamentales ya sea para desempeñarse como profesionales competentes en el campo de las ciencias, o bien para ser ciudadanos responsables alfabetizados científicamente.

En este artículo nos proponemos identificar y caracterizar las nociones teóricas de profesores de química en ejercicio, con tal de analizar y comprender los problemas que se plantean en la clase de ciencias. Estas nociones deberán ser apropiadamente comprendidas por el estudiantado para desarrollar determinadas competencias relevantes en el campo disciplinar correspondiente, y en su actuación cotidiana, en tanto que ciudadanos capaces de vivir y contribuir al desarrollo social.

Desde una «nueva cultura docente de la enseñanza de las ciencias», habría que decir que el discurso científico en el aula debería superar las opciones reduccionistas y dogmáticas del aprendizaje y promover en los estudiantes competencias y habilidades cognitivas lingüísticas para facilitar la integración social, estimular el pensamiento creador y la formación de ciudadanos comprometidos con el dinámico engranaje del desarrollo del crecimiento social y económico. Debido a ello, la relevancia de promover competencias de pensamiento científico que permitan al alumno afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades y recursos que a buen término le faciliten, por ejemplo, leer, escribir, pensar, explorar, captar, formular, percibir, argumentar y explicar conocimiento científico de una manera ágil y comprensiva. Las competencias de pensamiento científico (CPC) representan una combinación dinámica de atributos en relación con conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que describen los resultados de aprendizajes dentro de un programa educativo mucho más amplio y enriquecedor, en el que los estudiantes son capaces de demostrar de manera no reproductiva, que comprenden la ciencia. Así, como lo ha planteado uno de nosotros en particular (Quin-

tanilla, 2005), la investigación sobre la determinación e identificación de los tipos de competencias científicas a través de las prácticas evaluativas en las áreas de ciencias naturales y los efectos que tienen sobre el aprendizaje en los alumnos contribuirá, en alguna medida, a explicar y comprender mejor las teorías sobre conocimiento profesional de los profesores de ciencia de las áreas seleccionadas, colaborando en su desarrollo, transformación y optimización.

## PROPÓSITOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Objetivo general

Identificar y caracterizar las nociones acerca de problemas científicos escolares y de competencias de pensamiento científico que desarrollan profesores de química en servicio

### Objetivos específicos

– Diseñar, validar y aplicar un instrumento de evaluación (Cuestionario) para identificar y caracterizar las representaciones metateóricas que tienen profesores de química en diferentes colegios de Santiago, acerca de la resolución de problemas y las competencias de pensamiento científico en estudiantes.

– Establecer relaciones, si las hubiera, entre las representaciones metateóricas sobre resolución de problemas científicos escolares y competencias de pensamiento científico.

## METODOLOGÍA

Esta investigación se formula como un proyecto que pretende producir conocimiento acerca del pensamiento del profesorado y por el diseño de mediaciones profesionales, que favorecen la apropiación docente de la ciencia escolar concebida como actividad para el enfrentamiento a la resolución de problemas científicos y a la promoción de competencias específicas en el estudiantado. Se ha optado por profesores de química, puesto que en esta área hemos potenciado nuestra formación e investigación en los últimos 5 años. Al respecto, se consideraron, en términos generales, los siguientes aspectos operativos de diseño y análisis de campo: (i) toma de contacto preliminar con colegios interesados en el estudio y con profesores que imparten la asignatura de química en dichas instituciones (ii) acopio y selección de los antecedentes de los docentes que participan (iii) revisión bibliográfica de investigaciones similares, (iv) diseño y elaboración de un instrumento de evaluación acerca de la imagen de ciencia y su enseñanza (v) validación preliminar por

expertos del instrumento elaborado y su aplicación a un grupo piloto de 20 profesores (vi) aplicación del cuestionario a los profesores de química, que constituyen la muestra estudiada (33) (vii) sistematización y categorización de la información acumulada; y finalmente (viii) análisis y evaluación preliminar de los hallazgos obtenidos.

**Validación del cuestionario**

Resulta importante proponer un instrumento de investigación que permita la caracterización de las dimensiones referidas anteriormente, para lo cual se describen brevemente las fases involucradas en la construcción y validación de un *Cuestionario acerca de la imagen de ciencia de los profesores* (Quintanilla et al., 2007) y su aplicación preliminar para proponer actividades de reflexión con los docentes que participan en la investigación y, de esta manera, contribuir a mejorar las prácticas de educación científica<sup>2</sup>.

Se ha intentado que cada uno de los ítems que componen el instrumento evalúe efectivamente las categorías predeterminadas y, a su vez, que recojan de forma amplia el pensamiento de los profesores de química con respecto a ellas, de manera tal que éste se convierta en una fuente de información importante para la transformación y consolidación de las prácticas de enseñanza de las ciencias. En función de lo anterior, se consultó la bibliografía pertinente y propusieron las ocho dimensiones preliminares, las que fueron caracterizadas y disgregadas metodológicamente en el cuestionario inicial antes citado. Posteriormente se administró a 33 profesores de química, de diferentes colegios de Santiago. En el mismo instrumento, se recogieron datos para describir y caracterizar las concepciones que ellos tenían, según distintas variables tales como: edad de los docentes; dependencia administrativa del colegio; nivel en que desarrolla sus clases; género; años de experiencia profesional; y universidad de procedencia.

En una primera instancia, el instrumento fue sometido a un proceso de determinación de su validez interna por parte de ocho especialistas iberoamericanos en el área de metodología e investigación en didáctica de las ciencias, y a un grupo piloto de 20 profesores de ciencias naturales en ejercicio, en la ciudad de Santiago, que ejercen en colegios municipalizados (10) y particulares pagados (10). Esta primera fase de la investigación se llevó a cabo durante el primer trimestre del año 2006. Se buscó que los evaluadores participaran de su valoración en cuanto a la *pertinencia* de cada uno de los ítems en cada categoría, lo mismo que en torno a la *claridad* o no de la formulación y el uso del lenguaje en el que se presentaban las ocho dimensiones (Quintanilla et al., 2007)

**EL INSTRUMENTO DEFINITIVO**

El instrumento sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica, en esta primera versión, está compuesto por 80 ítems distribuidos en ocho dimensiones, formuladas como afirmaciones y organizadas de manera aleatoria, en formato Tipo Likert, cada una con cuatro posibilidades de respuesta: *Totalmente de acuerdo (TA)*, *Parcialmente de acuerdo (PA)*, *Parcialmente en desacuerdo (PD)* y *Totalmente en desacuerdo (TD)*. Se incluye una quinta columna de ‘observaciones’ para que se precisen o justifiquen aspectos relacionados con la comprensión o no de cada ítem por parte del sujeto que responde. La estructura del instrumento definitivo en la que se sistematizan cada uno de los ítems que componen el instrumento, en relación con las dimensiones inicialmente propuestas, identifica 10 categorías por dimensión, según se aprecia en la tabla 1.

En este artículo, sometemos a un análisis en profundidad las dos últimas dimensiones del instrumento: *Resolución de problemas científicos* y *Competencias de pensamiento científico*. Los ítems específicos se indican en las tablas 2 y 3 respectivamente.

Tabla 1  
Distribución de las diferentes categorías en las dimensiones del cuestionario.

DIMENSIONES METATEÓRICAS	IDENTIFICACIÓN POR ÍTEM DE CADA ENUNCIADO									
1. Naturaleza de las ciencias	5	7	22	27	40	52	56	58	61	66
2. Enseñanza de las ciencias	2	18	21	28	46	59	63	64	71	72
3. Historia de las ciencias	1	14	30	38	53	54	55	68	70	79
4. Aprendizaje de las ciencias	29	29	36	44	49	50	51	62	65	78
5. Evaluación de los aprendizajes científicos	9	12	23	33	35	57	67	69	73	75
6. Rol del profesor	3	6	11	17	19	31	37	42	43	45
7. Resolución de problemas científicos	8	10	15	16	20	24	39	60	77	76
8. Competencias de pensamiento científico	4	13	25	26	32	34	41	47	74	80

Tabla 2  
Enunciados relacionados con la dimensión Resolución de problemas científicos.

DIMENSIÓN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS	
Enunciados	Ítems específicos para la dimensión
E8	Los problemas diseñados para la actividad científica escolar sólo son problemas si surgen del mundo real de los alumnos.
E10	El profesorado de ciencias ha de enseñar a resolver problemas científicos de manera racional, por ejemplo el modelo de cambio químico; y de manera razonable, por ejemplo la combustión de una vela.
E15	El enunciado de leyes, fórmulas y algoritmos de una teoría científica es suficiente para que los estudiantes aprendan ciencia.
E16	Se debe propiciar la resolución de problemas científicos en distintas asignaturas, en las que se compartan conceptos teóricos. Por ejemplo, fuerza gravitatoria (Física); fuerza de disociación iónica (Química).
E20	La resolución de problemas científicos constituye el eje principal de los procesos de desarrollo del estudiante en el ámbito de las ciencias.
E24	Es recomendable que el estudiantado se enfrente a problemas científicos escolares, en los cuales siempre exista una reflexión teórica entre conceptos.
E39	Un buen problema científico escolar es aquel que siempre conduce a un resultado numérico.
E60	El profesorado de ciencias debe enseñar a resolver problemas científicos, entregando las fórmulas y/o algoritmos requeridos por el estudiantado.
E76	No siempre que se enseña un determinado concepto científico, se dispone de equipamiento apropiado, lo que constituye un problema para que los estudiantes aprendan.
E77	Para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimiento se ha de considerar el lenguaje cotidiano del estudiantado.

Tabla 3  
Reactivos relacionados con la dimensión Competencias de pensamiento científico (CPC).

Dimensión Competencias de pensamiento científico	
Enunciados	Ítems específicos para la dimensión
E4	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.
E13	Un estudiante competente en ciencias genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.
E25	Un estudiante competente en ciencias moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.
E26	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico se centra en la entrega de datos, fórmulas y teorías.
E32	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.
E34	Un estudiante competente en ciencias integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias.
E41	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.
E47	Un estudiante competente en ciencias reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.
E74	Un estudiante es competente en ciencias cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones a los posibles resultados.
E80	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS reflejan competencias de pensamiento científico de manera válida y confiable.

**Dimensión Resolución de problemas científicos (RPC)**

De conformidad con lo establecido en el marco de referencia teórico, la resolución de problemas científicos en el aula implica un conjunto de procesos y actividades a partir de las cuales los estudiantes generan nuevos conocimientos, considerados fundamentales para convertirse en sujetos competentes, lo que hace que la actividad de resolución de problemas en el aula sea notoriamente diferente de la simple ‘resolución de tareas’. La solución de problemas puede concebirse como toda situación donde el estudiante se ve obligado a realizar una profunda y

sostenida actividad cognoscitiva y práctica; es decir, una situación en la que los conocimientos, los procedimientos, etc., resultan insuficientes para alcanzar una finalidad determinada, en virtud de lo cual se generan contradicciones, estados de incertidumbre e insatisfacciones, que mueven al estudiante *hacia delante*, involucrándolo en un proceso de búsqueda más o menos sistemático y sostenido que, a su vez, conduce y propicia la construcción de conocimientos y el hallazgo de nuevos procedimientos para aprender a pensar con teoría.

La investigación en didáctica de las ciencias naturales nos muestra que por lo común los profesores tienen una

imagen incompleta, fragmentada y, en ocasiones, superficial, de lo que es un problema científico escolar y lo que puede entenderse por solución de problemas; esta imagen se transfiere casi directamente a los estudiantes y generalmente opera como modelo implícito (tácito) de la interacción profesor-estudiante, en torno a las actividades asociadas con el planteamiento y la solución de problemas científicos (Izquierdo, 2005).

De forma similar, se ha mostrado que sólo en muy contadas ocasiones la solución de problemas se asocia plenamente con el pensamiento, entendiéndose como situación en la cual se genera la actividad cognitiva, dirigida hacia determinadas finalidades didácticas y metodológicas. La ausencia de nexo explícito entre problema, solución de problemas y pensamiento reduce las posibilidades de desarrollo de la primera y conduce al desaprovechamiento de oportunidades de reestructuración cognitiva, afectiva, actitudinal y valorativa en los estudiantes (Labarrere, 1999; Novak y Gowin, 1984). Resulta más notable aún el hecho de que la solución de un problema científico no sea aprovechada como ocasión para el *desarrollo de competencias de pensamiento científico* en las diferentes disciplinas, la química entre ellas; de manera tal que la mayoría de las veces la formación y desarrollo de competencias, mediante la solución de problemas, no resultan objeto directo y explícito de la acción formativo pedagógica del docente. Por otro lado, como ha sido formulado en otros estudios (Martínez y Rué, 2004), los modelos teóricos de ciencia y de enseñanza de las ciencias que poseen los profesores son fundamentales en la configuración que los propios estudiantes elaboran acerca de la actividad científica escolar, por lo que consideramos necesario indagar acerca de lo que el grupo de profesores de química en ejercicio, que forma parte de esta investigación, piensa en torno a la resolución de problemas científicos en el aula.

### **Dimensión Competencias de pensamiento científico (CPC)**

La competencia es la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad (científica en este caso) o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio profesional e implica dimensiones de tipo cognitivo como no cognitivo. Cada competencia se basa en una combinación de aptitudes prácticas y cognitivas, de orden diverso que conjuntamente ponen en funcionamiento la realización eficaz de una acción: conocimientos, motivaciones, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y culturales. Una competencia es un tipo de conocimiento complejo que siempre se ejerce en un contexto de manera eficiente (Quintanilla, 2006). Sin embargo, un punto sustancial planteado por algunos investigadores como Blumenfeld et al. (1998) argumentan que las insuficiencias en la preparación y actualización del profesor de ciencia en cuanto a los contenidos de la materia a enseñar es una primera dificultad que puede limitar gravemente el potencial innovador de cualquier profesor. En ese sentido, Angulo (2002) se remite a la importancia de que los profesores de biología se den cuenta de que hay que dominar no solo los contenidos de la disciplina, sino también su propio "esquema conceptual",

por lo que es necesaria la inclusión habitual de componentes de actualización de contenidos en los programas de formación permanente y continua del profesorado, sin caer en el reduccionismo conceptual que asimila *conocer contenido de la disciplina* con saber la estructura actual del tejido teórico propio de ésta (Gore y Zeichner, 1990). En torno a esta inquietud, esta autora también manifiesta que la principal influencia en el desarrollo profesional de los profesores es la forma en que han sido enseñados. Los fenómenos inherentes al aula de ciencias empezaron a aclararse más con el impulso a la investigación sobre el pensamiento del profesor de ciencia (Labarrere, 1999; Marcello, 1987), ya que los profesores también desarrollan ideas previas y/o alternativas respecto a la ciencia, a la enseñanza, al aprendizaje e incluso frente a la evaluación, que puede favorecer o impedir la adquisición de nuevos conocimientos didácticos y científicos (Novak Gowin, 1984).

Desde entonces, muchos de los esfuerzos por el mejoramiento de la calidad de la educación científica se han centrado en la exploración de las ideas de los alumnos frente a la ciencia y a los conceptos científicos que se enseñan en los diferentes niveles. Izquierdo (2000) y Adúriz-Bravo (2002) intentan establecer una base epistemológica para la enseñanza de las ciencias a la luz de las nociones contemporáneas sobre la naturaleza de la ciencia y de cómo aprenden los niños y adolescentes, lo cual constituye un aporte muy valioso a la reforma curricular ya que lo plantea desde perspectivas diferentes pero complementarias: filosofía e historia de la ciencia, psicología del aprendizaje y didáctica. Sin embargo, un hecho evidente es que cualquier innovación educativa debe ser a partir de la formación misma del profesor de ciencia, por lo menos tener en cuenta la preparación profesional del docente. La noción de competencia de pensamiento científico viene a ser un término sumamente habitual, no por ello menos controvertido en su aceptación y conceptualización. Sin ánimos de profundizar el aspecto conceptual, y solamente con la finalidad de que se comprenda la dirección de los análisis que se realizarán a continuación, se considera pertinente resaltar que la noción de competencia de pensamiento científico se concibe en relación con un estudiante que responde con éxito a las exigencias personales y sociales que plantea una actividad (científica escolar, en este caso), en lo que se considera un cierto grado de dominio conceptual, de habilidades y de recursos, así como una expresión del control del sujeto sobre la situación y sobre sí mismo (autocontrol).

### **EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados que consideramos más relevantes en este análisis preliminar por cada una de las categorías consideradas para ambas dimensiones. Esto es, *Resolución de problemas científicos* (10)<sup>3</sup> y *Competencias de pensamiento científico* (10). Se ha respetado, para este análisis, la distribución original de cada categoría en el cuestionario.

**Primera parte: Dimensión resolución de problemas científicos**

Se individualizan los siguientes «casos» o «categorías»<sup>4</sup>: E8, E10, E15, E16, E20, E39, E60, E76 y E77.

En el análisis de las respuestas a este enunciado, interrogante, se puede establecer cierta «dispersión» respecto a que se observa una división de opiniones en torno a la caracterización de las situaciones problemáticas (5,11, 16) ligadas al contexto de los estudiantes. No obstante que en las entrevistas analizadas posteriormente se resalta la importancia de la contextualización del conocimiento, las respuestas ofrecidas en esta oportunidad no guardan relación con ello y no se da cuenta de esta situación en este artículo. Este resultado es interesante porque evidencia que la mayor parte de los profesores investigados (65,6%) se declara parcialmente de acuerdo o en desacuerdo, lo cual puede ser tomado como evidencia de que requieren mayor especificación para aseverar totalmente la proposición, indicándose, así, una imagen bastante acertada acerca de la naturaleza subjetiva de la solución de problemas y la correspondiente necesidad de contextualizar la afirmación. Los valores anteriores contribuyen a consolidar la idea de que no resulta despreciable la cantidad de profesores que se declaran estar totalmente de acuerdo (n = 11).

Al parecer, se comprende el realismo pragmático (Giere, 1992) que caracteriza esta nueva visión de la actividad científica en la escuela. No obstante, y en relación con

el reactivo 8, podría pensarse que a falta de una gran coherencia exista ambigüedad o poca claridad en la forma de interpretar estas preguntas. Si establecemos que en el reactivo E8 no se resalta de forma importante la contextualización del conocimiento como factor decisivo a la hora de aproximarse a la ciencia, no queda claro cómo es que frente a este reactivo (E10) haya una gran inclinación hacia la contextualización y aplicación del conocimiento científico en la escuela (n = 23). Sin embargo, esta interpretación podría ser diferente, puesto que es muy probable que este valor (69,7%) esté constituido por la mayoría de los docentes que componen el 63,7% del E8. Entonces hay que matizar la conclusión, aunque de nuevo no sería despreciable la cantidad que sí parece inconsecuente.

Es casi unánime el hecho de que la algoritmización del conocimiento no es suficiente para una comprensión de los diversos hechos científicos abordados en la sala de clase (n = 28). Sin embargo, un grupo de docentes (n = 5) consideran suficiente el enunciado de fórmulas y leyes como base del aprendizaje de la química. Obsérvese que ningún profesor se pronuncia por la opción *totalmente de acuerdo*.

El hecho de la inclinación hacia la ‘transversalidad’ del conocimiento que se aprecia en esta respuesta por un número significativo de docentes (n = 26) es ya reconocido por los profesores, lo que pudo confirmarse desde el análisis de las entrevistas y *focus group*, que no se analizan en este artículo. A pesar de ello, lo importante es compartir una ‘adecuada’ caracterización de lo que se

Tabla 4  
Caso E8 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	5	15,2	15,6	15,6
	TA	11	33,3	43,4	59,0
	PA	16	48,5	50,0	100,0
	Total	32	97,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,0		
Total		33	100,0		

Tabla 5  
Caso E10 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	2	6,1	6,1	6,1
	TA	8	24,2	24,2	30,3
	PA	23	69,7	69,7	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 6  
Caso E15 Profesión agregada = Profesores de Química

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PA	5	15,2	15,2	15,2
	PD	12	36,4	36,4	51,5
	TD	16	48,5	48,5	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

está entendiendo por ‘resolución de problemas’, algo que se ha establecido en el marco teórico de este artículo, a fin de identificar y caracterizar los problemas que se plantean en la sala de clases.

Éste es un factor a tener en cuenta de forma importante: el reconocimiento de la resolución de problemas como una instancia de aprendizaje, en la que los estudiantes desarrollan pensamiento científico de manera continua, sistemática y permanente, entendido ello como proceso de desarrollo (n = 32).

De forma similar a lo expuesto frente al reactivo número E15, existe ya el reconocimiento de que la simple algoritmización del conocimiento garantiza el aprendizaje de las ciencias (n = 5). Podría pensarse, además, cierta diferenciación entre resolución de problemas científicos y desarrollo de ‘ejercicios de lápiz y papel’.

Se observa cierta inclinación hacia la pertinencia de entregar las fórmulas y algoritmos a los estudiantes, para que puedan resolver situaciones problemáticas (n = 20). Lo anterior puede tener una doble lectura, pues por un lado limitaría eventuales procesos de regulación y autorregulación de sus aprendizajes pero, por otra parte, se considera necesario la aparición del recurso matemático, en este caso, para resolver las situaciones problemáticas. Lo fundamental resulta ser la forma de acceder a ellos por parte de los estudiantes. La respuesta es sumamente interesante, dado que podría estar indicando una valoración y, al mismo tiempo, comprensión insuficiente de la algoritmización y del conocimiento de “las fórmulas”, lo cual resulta una instancia necesaria, a la que se puede llegar mediante la “integración” adecuada de la solución de problemas en el proceso de enseñanza, con vista al desarrollo de competencias de pensamiento científico.

Tabla 7  
Caso E16 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,0	3,0
	PA	6	18,2	18,2	21,2
	TA	26	78,8	78,8	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 8  
Caso E20 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,0	3,0
	TA	14	42,4	42,4	45,5
	PA	18	54,5	54,5	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 9  
Caso E39 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PA	5	15,2	15,2	15,2
	PD	7	21,2	21,2	36,4
	TD	21	63,6	63,6	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 10  
Caso E60 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TD	3	9,1	9,1	9,1
	TA	8	24,2	24,2	33,3
	PD	10	30,3	30,3	63,6
	PA	12	36,4	36,4	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Las respuestas obtenidas en la tabla 11 (E76) hacen referencia a las dificultades de no contar con equipamiento especializado para la enseñanza de contenidos científicos (n = 26). Si bien es cierto que hay inclinaciones hacia esta perspectiva que lo considera ‘en contra’ de la enseñanza de la ciencia, bien valdría la pena ahondar en las razones que aducen quienes están a favor y en contra de esta afirmación (n = 7 y n = 26).

Los profesores reconocen la importancia y valor del lenguaje como instancia de construcción de conocimiento científico escolar (n = 29). Esta valoración es de suyo relevante, ya que se da un paso fundamental en la idea de que «enseñar a hablar y a escribir» la ciencia es un factor primordial para promover sujetos competentes, conscientes de la ciencia que aprenden. Nos parece que una buena respuesta (esperable) en este reactivo implicaría una mayor densidad en *Totalmente de acuerdo*; sin embargo, la parcialidad introducida más los que expresan estar *Totalmente de acuerdo* indican que no existe una comprensión profunda del valor del lenguaje, que implica situarse en el universo representacional del estudiante y, al mismo tiempo, contextualizar las situaciones, nos parece que aquí se muestra con mayor claridad la posible contradicción y el carácter ‘superficial’ de las respuestas en el sentido de que no indican una valoración precisa y

amplia del elemento subjetivo que implica la solución de problemas. La inferencia, a nuestro juicio, debería hacerse en este sentido.

**Segunda parte: Dimensión competencias de pensamiento científico**

Se individualizan los siguientes ‘casos’ o ‘categorías’: E4, E13, E25, E26, E32, E34, E41, E47, E74 y E80. El grupo de profesores de química se ha manifestado en torno a esta dimensión según los resultados consolidados presentados a continuación.

A partir de los resultados obtenidos, se podría pensar en que en la asociación elaborada por parte de los docentes se considera importante, más allá de la ‘rigidez’ de una instrucción, la pertinencia de establecer de forma clara y precisa las condiciones en que el sujeto ha de enfrentarse a las diferentes situaciones problemáticas al abordar un contenido científico (n = 30). En una instancia preliminar del análisis –focus group– se pudo establecer que para los profesores de ciencias es fundamental la ‘disposición personal para emprender la actividad’, ante lo cual podríamos decir que los resultados frente a este enunciado podrían complementar esta afirmación en el sentido de situar la

Tabla 11  
Caso E76 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TD	2	6,1	6,1	6,1
	PD	5	15,2	15,2	21,2
	TA	8	24,2	24,2	45,5
	PA	18	54,5	54,5	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 12  
Caso E77 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TD	1	3,0	3,0	3,0
	PD	3	9,1	9,1	12,1
	TA	10	30,3	30,3	42,4
	PA	19	57,6	57,6	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 13  
Caso E4 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,1	3,1
	TD	1	3,0	3,1	6,3
	PA	10	30,3	31,3	37,5
	TA	20	60,6	62,5	100,0
	Total	32	97,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,0		
Total		33	100,0		

disposición, en este caso, fuera del individuo, localizándola en las condiciones externas necesarias para la consecución del desarrollo de CPC, lo cual irá perfilándose más claramente en el transcurso de la investigación.

Éste es un reactivo que merece un análisis particular, debido a la heterogeneidad misma de las respuestas obtenidas, las cuales develan multiplicidad de concepciones por parte de los profesores de ciencias. Es así como el 54,5% se inclina *relativamente* a favor de la afirmación, es decir, en torno a la posibilidad a establecer conclusiones sin tener en cuenta la relación con marcos teóricos establecidos (n = 18). Un aspecto a indagar posteriormente puede ser la posible relación que exista entre estas respuestas y las ofrecidas en torno a la metodología científica, y más específicamente, frente a la adscripción de muchos profesores al 'tradicionalmente' concebido *método científico*.

Podría decirse que estos resultados confirman lo ya establecido en relación con la importancia que asignan los profesores al componente experimental, inherente a la enseñanza de las ciencias y al desempeño competente de los estudiantes en esta área (n = 29).

Este es otro análisis que haría pensar en la necesidad de seguir investigando en torno a las concepciones de los profesores acerca de la adquisición de CPC por parte de los estudiantes, ya que, observando las respuestas, al igual que frente al reactivo 13, se ha encontrado una gran diversidad de respuestas. Es así como el 54,6% (n = 18) se manifiesta en desacuerdo a la afirmación mientras que un 45,4% se manifiesta a favor de ella (n = 15). Al parecer, se cuestiona la 'exclusividad' de la presencia de datos, fórmulas y teorías como garante del desempeño competente del estudiante en el ámbito científico.

Tabla 14  
Caso E13 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TD	6	18,2	18,2	18,2
	PA	7	21,2	21,2	39,4
	PD	9	27,3	27,3	66,7
	TA	11	33,3	33,3	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 15  
Caso E25 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	4	12,1	12,1	12,1
	PA	10	30,3	30,3	42,4
	TA	19	57,6	57,6	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 16  
Caso E26 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TA	4	12,1	12,1	12,1
	PD	9	27,3	27,3	39,4
	TD	9	27,3	27,3	66,7
	PA	11	33,3	33,3	100,0
	Total	33	100,0	100,0	
Perdidos	Sistema				
Total					

Tabla 17  
Caso E32 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,1	3,1
	PA	6	18,2	18,8	21,9
	TA	25	75,8	78,1	100,0
	Total	32	97,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,0		
Total		33	100,0		

Podría pensarse en la inclinación, por parte de los profesores, a considerar que el desempeño competente en ciencias no sólo implica demostraciones de conocimientos, ni planteamientos de respuestas frente a demandas específicas, sino que además se ha de manifestar el involucramiento de la persona en el desempeño de la competencia. De ser así, se establece, tal y como se hizo en el análisis del *focus group*, por parte de uno de los investigadores, que estamos frente a representaciones relativamente complejas que implican aspectos afectivos y axiológicos (n = 31). Al mismo tiempo, debe notarse que la alta inclusión del sujeto (el estudiante) en esta respuesta al parecer contradice respuestas anteriores donde tal inclusión no aparece de manera patente.

A partir de estos descriptivos, puede establecerse que existe un alto grado de coincidencia a favor de reconocer la actividad de los científicos como actividad humana, constituida por una comunidad de especialistas, ligada a diversos factores contextuales (n = 31). Podría llegar a establecerse que con lo anterior se privilegian algunas competencias cognitivo-lingüísticas, las cuales se identificarán y caracterizarán posteriormente con el avance de la investigación. Además, podría estar introduciendo un reconocimiento tácito del contexto cultural y la contextualización como componentes obligados del desarrollo de competencias, con lo cual se incluye un aspecto que,

como hemos visto, no se ha tomado en consideración de forma consistente ante otros reactivos.

Es clara la aceptación, por parte de los profesores, de la relación que existe entre el desarrollo de diversas habilidades cognitivo-lingüísticas como promotoras de competencias de pensamiento científico, haciéndose énfasis en la importancia que lo anterior tiene para generar actitudes de anticipación a la acción, cuando los estudiantes abordan el conocimiento científico en el aula (n = 33).

Los resultados obtenidos frente a este reactivo son complementarios y coherentes con lo establecido en el análisis preliminar. Así como del anterior se puede derivar la importancia de la anticipación a la acción, lo expresado por la mayoría de los profesores frente a este reactivo (n = 32) permite establecer también cierta claridad respecto a las posibilidades que un estudiante competente en ciencias tendría para optar por una u otra teoría o modelo científico, a fin de afrontar una situación que le resulte problemática. De igual manera, debe prestarse atención a la proporción de docentes que se encuentran a favor de esta proposición, la que se halla en relativa contradicción con la respuesta ofrecida a otras que, bajo diferente formulación, introduce igualmente el factor relativo al manejo de la teoría por parte de los estudiantes.

Tabla 18  
Caso E34 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,1	3,1
	PA	6	18,2	18,8	21,9
	TA	25	75,8	78,1	100,0
	Total	32	97,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,0		
Total		33	100,0		

Tabla 19  
Caso E41 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PA	15	45,5	45,5	45,5
	TA	18	54,5	54,5	100,0
	Total	33	100,0	100,0	

Tabla 20  
Caso E47 Profesión agregada = Profesores de Química.

ESPECIFICACIÓN		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PD	1	3,0	3,0	3,0
	PA	10	30,3	30,3	33,3
	TA	22	66,7	66,7	100,0
	Total	33	100,0	100,0	

Al igual que lo expresado en relación con los dos últimos reactivos, es interesante observar cómo los profesores manifiestan la importancia de una de las competencias cognitivo-lingüísticas, *argumentar*, para enfrentarse a posibles soluciones a situaciones problemáticas específicas (n = 33). Se puede inferir a partir de aquí que, para los docentes, un estudiante competente en ciencias no es aquel que llega de manera algorítmica a la consecución de una solución mediante una única e irrevocable vía de acceso al conocimiento.

Al igual que lo encontrado en relación con los reactivos 13 y 26, éste es el tercer reactivo de la dimensión Competencias de pensamiento científico que más heterogeneidad presenta en las respuestas por parte de los profesores que hacen parte de la investigación. El 48,5% de aceptación (n = 16), total o parcial, frente al 51,5% de no aceptación, total o parcial (n = 17) podría ser considerado un claro indicio de lo polémico que resulta para los docentes el tema de la medición externa, sobre la base de estándares establecidos y distintos de los definidos del proceso que ha vivido el estudiante.

### DISCUSIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS (RPC)

De esta forma, el grupo de 33 profesores de química, de un total de 117 profesores de ciencias, se ha manifestado en torno a esta dimensión de análisis según los resultados

consolidados, presentados a continuación y que se resumen en la tabla 23.

Para el primer caso, podemos observar que, respecto al enunciado 15, el 87,5% se manifestó en desacuerdo; frente al E39, un 87,5% se manifestó en desacuerdo y en relación con el E60, un 40,7% en desacuerdo, lo cual resulta menos coherente con lo establecido en los dos enunciados anteriores. Además, un 59,4% se pronunció de acuerdo, lo cual es la base para que podamos debatir sobre posibles contradicciones en el pensamiento de los profesores de química que participaron en esta investigación.

Respecto al enunciado E8, es muy notable que el 30% de docentes de química esté totalmente de acuerdo, indica un desconocimiento (en el sentido de no conocer y/o no tener en cuenta la dinámica) de la actividad de pensamiento en el curso de la solución de problemas científicos. Obviamente, no todos los problemas tienen que surgir del mundo real de los estudiantes, pueden también ingresar a su mundo real. Con el alto porcentaje TA (34,40%), se reafirma que ven los problemas científicos sólo en su dimensión objetiva (desde la trama disciplinar específica) y no desde su función cognitiva, subjetiva y relativa, con lo cual se puede alterar el trabajo con el pensamiento y con la competencia, en tanto esta se manifiesta como una componente individual. El porcentaje anteriormente citado parece ser relevante en sí mismo; sin embargo, se matiza al tener en consideración el alto índice que obtiene lo parcial (acuerdo y desacuerdo), con lo cual se podría estar sustentando nuestra interpretación.

Tabla 21  
Caso E74 Profesión agregada = Profesores de Química.

		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	PA	9	27,3	27,3	27,3
	TA	24	72,7	72,7	100,0
	Total	33	100,0	100,0	

Tabla 22  
Caso E80 Profesión agregada = Profesores de Química.

		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
Válidos	TA	3	9,1	9,1	9,1
	TD	6	18,2	18,2	27,3
	PD	11	33,3	33,3	60,0
	Total	13	39,4	39,4	100,0
		33	100,0	100,0	

Tabla 23  
Estadísticos consolidados de resultados analizados para la dimensión RPC.

		P.8	P.10	P.15	P.16	P.20	P.24	P.39	P.60	P.76	P.77
N	Válidos	32	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Perdidos	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Media		3,19	3,64	3,33	3,76	3,39	3,55	3,48	2,24	1,73	3,42
Desv. Típ.		0,693	0,603	0,736	0,502	0,556	0,506	0,755	0,936	0,944	0,792
Mínimo		2	2	2	2	2	3	2	1	1	1
Máximo		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Frente a los dos primeros enunciados (E8 y E10), es casi unánime el hecho de que la algoritmización del conocimiento no es suficiente para una comprensión de los diversos hechos científicos abordados en la sala de clase, mientras que frente al tercer enunciado (E15) se observa cierta inclinación hacia la pertinencia de entregar las fórmulas y algoritmos a los estudiantes para que puedan resolver situaciones problemáticas. Del mismo modo, se considera necesario el uso del recurso matemático, en este caso, para resolver las situaciones problemáticas de química, lo que resulta polémico desde concepciones epistemológicas cercanas al modelo cognitivo de ciencia (Giere, 1999; Izquierdo et al., 2007), compartidos por nuestro grupo de investigación y en el cual los modelos teóricos construidos por los estudiantes son paulatinamente más complejos, y por tanto requieren y, a la vez, propician una base de regulación y autorregulación de sus aprendizajes (Bodner y Herron, 2003).

**Discusión y evaluación de los resultados (CPC)**

Tal como se pudo establecer en la dimensión Resolución de problemas científicos (RPC), en la dimensión referida a las Competencias de pensamiento científico (CPC) igualmente se percibe una tendencia hacia la aceptación de las respuestas (PA y TA) de cada uno de los enunciados que forman parte de esta dimensión y que se pueden visualizar en la tabla 24. Sin embargo, las respuestas del colectivo en relación con E13 y E26 muestran ( $\sigma = 1,132$  y  $\sigma = 1,015$ ) una clara heterogeneidad de las respuestas, encontrándose posiciones divergentes, a favor y en contra. Frente a los diez reactivos que conforman esta dimensión, se destaca la importancia de la orientación como anticipación a la acción, más allá de la rigidez de una instrucción: la necesidad del componente experimental en la clase de ciencias; el involucramiento de la persona en el desarrollo de la competencia científica específica, incluyendo factores afectivos y axiológicos; reconocimiento del modelo cognitivo de ciencia; y la importancia de habilidades cognitivo-lingüísticas como promotoras de competencias de pensamiento científico. Un análisis particular merece las respuestas obtenidas en E13, E26, E47 y E80.

El enunciado E13 es un reactivo que demanda un análisis particular, debido a la heterogeneidad misma de las respuestas obtenidas, las cuales develan multiplicidad de concepciones por parte de los profesores de ciencias en general y de los docentes de química en particular. Es así

como el 53,2% se inclina a favor de la afirmación, es decir, en torno a establecer conclusiones sin tener en cuenta la relación con marcos teóricos científicos establecidos. Los docentes que declaran estar parcialmente de acuerdo (PA) expresan que hace falta teoría, lo mismo que los que están parcialmente en desacuerdo (PD); si a ellos se suman los que están totalmente en desacuerdo (TD) se invierte la situación y se obtiene que los profesores valoran una afirmación de esta naturaleza con diferentes matices. Esto es interesante porque podemos oponerle a lo que realmente se hace o lo que se tiene en cuenta en la práctica del aula de ciencias, lo cual nos lleva al hecho habitualmente constatado de las contradicciones que se tejen entre el hacer, el conocer y el asumir y la práctica cotidiana, aspecto que ha sido constatado y argumentado en investigaciones que se han ocupado del tema en particular (Hopkins et al., 1996; Uribe, 2008).

En cuanto al reactivo E26, al igual que frente al E13, se ha encontrado una gran diversidad de respuestas. Es así como el 54,6% se manifiesta en desacuerdo con la afirmación mientras que un 45,4% se manifiesta a favor de ella. Al parecer se cuestiona la ‘exclusividad’ de la presencia de datos, fórmulas y teorías como garante del desempeño competente del estudiante en el ámbito científico. Aquí ocurre otro tanto interesante: la suma de TD+PD da cuenta de que los profesores están en contra, o sea, que al parecer conceptualmente hay elementos favorables en este sentido que les llevan a comprender la imagen de la ciencia de esta manera (Toulmin, 1977). Los resultados obtenidos frente a este enunciado son coherentes con lo establecido en el análisis preliminar de aquellos que reconocen la importancia de la anticipación a la acción y de las posibilidades que un estudiante competente en ciencias tendría para optar por una u otra teoría o modelo científico a fin de afrontar una situación que le resulte problemática para explicar o argumentar sobre la ciencia que aprende. Sin embargo, el alto porcentaje de adscripción a este planteamiento (97%) resulta contradictorio con lo observado en E13, en el que se destaca la importancia de la observación, más allá de la teorización. Se refiere a la E47 y no es contradictorio, aunque valdría la pena discutir si es válida la comparación; a nuestro entender apuntan a cosas diferentes. Finalmente, se destaca que, al igual que lo encontrado en relación con los enunciados E13 y E26, el ítem E80 es el tercer reactivo de la dimensión Competencias de pensamiento científico que más heterogeneidad presenta en las respuestas de los docentes.

Tabla 24  
Estadísticos consolidados de resultados analizados para la dimensión CPC.

	P.4	P.13	P.25	P.26	P.32	P.34	P.41	P.47	P.74	P.80
N Válidos	32	33	33	33	32	33	33	33	33	33
Perdidos	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Media	1,47	2,30	1,55	2,70	3,75	3,75	3,55	3,64	3,73	2,61
Desv. Típ.	0,718	1,132	0,711	1,015	0,508	0,508	0,506	0,549	0,452	0,899
Mínimo	1	1	1	1	2	2	3	2	3	1
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

## CONCLUSIONES

Al concluir este artículo podemos plantear básicamente tres ideas que nos parecen irreductibles en función de los hallazgos que hemos presentado: (i) los docentes de química que hemos explorado en este trabajo manifiestan, con matices, diferentes imágenes acerca de la naturaleza de la ciencia, el conocimiento químico enseñado y el aprendizaje: (ii) la visión de los profesores de química frente a las competencias de pensamiento científico (CPC) y a la resolución de problemas científicos (RPC) debe justificarse en gran medida por la formación inicial que han recibido en su proceso profesional; y, finalmente, (iii) resulta evidente que en esta visión de la ciencia construida y enseñada existe un tránsito interesante desde una visión epistemoló-

gica categórica de la educación científica hacia un planteamiento de carácter racionalista moderado (Toulmin, 1977) que sería muy interesante investigar en un futuro.

## NOTAS

1. Producto Científico derivado de la investigación FONDECYT 1095149 (abrev.) que patrocina CONICYT-CHILE.
2. En la segunda fase del proyecto de investigación FONDECYT 1070795.
3. Se omite el E24 por considerarse irrelevante en el análisis de primer orden en este artículo.
4. E, se entenderá por cada Enunciado en las 20 categorías de las dos dimensiones seleccionadas

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (2002). Naturaleza de la ciencia y formación epistemológica del profesor. Citado en: *Didáctica y Construcción del Conocimiento Disciplinar en la Escuela*, 30, pp. 315-330. *Pensamiento Educativo*. Facultad de Educación PUC.
- ANGULO, F. (2002). Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de biología. *Tesis doctoral*. Facultad de Educación. U. Autónoma de Barcelona, España.
- BLUMENFELD, P. et al. (1998). Teaching for Understanding. En: Biddle, B. et al. (eds.). *International Handbook of Teachers and Teaching*, London, Kluwer, pp. 819-878.
- BODNER, M. y HERRON, D. (2003). *Problem-solving in Chemistry a Chemical education: Towards a Research-Based Practice*. Gilbert I alters (eds.). Dordrecht: Kluwer, pp. 235-261.
- GIERE, R. (1992). Cognitive models of Science, XV-XXVIII. In *Cognitive Models of Science*. Giere, R. (ed.). Minneapolis: University of Minnesota Pres.
- GIERE, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra junio, pp. 63-69.
- GORE, J. y ZEICHNER, E. (1990). *Teacher socialization*. En: *Handbook of Research on teacher education*, editado por W.R. Houston, pp. 329-348. Nueva York. Macmillan.
- HOPKINS, C. et al. (1996). Evolving towards education for sustainable development: An international perspective. *Nature & Resources*, 32(3), pp. 2-11.
- IZQUIERDO et al. (2007). Una nueva reflexión sobre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. En: *Historia de la Ciencia (V.II)* Quintanilla, M. (ed.). Arrayán, Santiago de Chile.
- IZQUIERDO (2005). Com fer problemàtics els problemes que no en son prou. Noves temàtiques per als problemes de química. En: *Resoldre problemes per aprendre Eines d'innovació docent en educació superior*. Servei de publicacions, U. Autònoma de Barcelona, pp. 45-51.
- IZQUIERDO, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. Cap.2. Citado en Perales y Cañal. *Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. Alcoy, España.
- LABARRERE, A. (1999). *Los planos del desarrollo profesional*. Ed. Pueblo y Educación, Cuba.
- MARCELO, C. (1987). *Introducción a la formación del profesorado*. Sevilla. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- MARTÍNEZ, M. y RUÉ, J. (2004). *Les competències en la revisió dels Plans d'estudis de la UAB en funció dels paràmetres dels ECTS*, ICE, UAB, Barcelona.
- NOVAK y GOWIN (1984). *Aprendiendo a Aprender*, Barcelona, Ed. Martínez -Roca.
- QUINTANILLA et al., (2007). El inventario de las Ideas Previas (KPSI) como un instrumento de regulación de los procesos de desarrollo profesional de docentes de ciencias naturales en ejercicio. *Boletín de Investigación Educativa*. Vol 22(2). PUC – Facultad de Educación.
- QUINTANILLA, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo (eds.). Ediciones PUC, Santiago de Chile, pp. 17-42, Cap.1.
- URIBE, M. (2007). Resolución de problemas científicos en clases de genética utilizando simulaciones computacionales. *Tesis doctoral* (no publicada). Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana*, Paidós, Barcelona.

[Artículo recibido en noviembre de 2008 y aceptado en julio de 2009]

## School scientific problem solving and fostering scientific thinking competencies: What do inservice chemistry teachers think?

QUINTANILLA, M.<sup>1</sup>; JOGLAR, C.<sup>1</sup>; JARA, R.<sup>1</sup>; CAMACHO, J.<sup>1</sup>; RAVANAL, E.<sup>2</sup>; LABARRERE, A.<sup>3</sup>; CUELLAR, L.<sup>4</sup>; IZQUIERDO, M.<sup>5</sup> y CHAMIZO, J.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidad Pontificia Católica de Chile

<sup>2</sup> Universidad Central de Chile

<sup>3</sup> Universidad Santo Tomás, Chile

<sup>4</sup> Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile

<sup>5</sup> Universidad Autónoma de Barcelona, España

<sup>6</sup> Universidad Autónoma de México

<mquintag@puc.cl>, <lasar222@yahoo.com>, <jpcamach@uc.cl>, <lhcuello@uc.cl>, <eravanalmoreno@gmail.com>,

merce.izquierdo@uab.cat>, <jchamizo@servidor.unam.mx>, <adurizbravo@yahoo.com.ar>, <carol\_favaro@hotmail.com>,

<rjarac1@uc.cl>

### Summary

The article presents results within the FONDECYT 1070795 research framework whose purpose was to identify and characterize high school teachers' opinions regarding *scientific thinking competencies* and *school scientific problem solving*, as well as the way in which both should be dealt with when teaching chemistry. A biased sample of 33 teachers - among a total of 117 who joined other phases of the research- were given a specially designed questionnaire which proved that their image of problem solving and scientific thinking competencies is fragmented and sometimes contradictory. Such representation includes valuable aspects related to fostering students' learning but also, some which

by no means contribute to developing students' needs in accordance with the current demands. It is worth nothing that problem solving and scientific thinking competencies do not constitute a totally coherent system within teachers' conceptual framework; in fact, the subjective nature of problematic situations and problems is not evenly valued. Likewise, the significant role of language -acknowledged by most teachers- and how students work with theory showed oscillating values. Their approach to algorithmization processes was equally vague, even contradictory.

**Key words:** Scientific thinking competencies, problem solving, teacher education