



Investigar y evaluar competencias de pensamiento científico (CPC) en el aula de secundaria*

Mario R. Quintanilla
Pontificia Universidad Católica de Chile

¿Desde dónde hablamos? El centro de nuestra argumentación teórica y metodológica se basa en el hecho de que para promover y estimar el desarrollo continuo y progresivo del pensamiento científico y profesional de los estudiantes que aprenden química y biología, es necesario tener en cuenta el sentido que cobra su implicación en las situaciones y actividades evaluadoras. Para lograrlo, son necesarias estrategias que favorezcan la participación progresiva del alumnado en la evaluación. Hasta ahora no había investigaciones en Chile que permitieran comprender y potenciar las prácticas evaluativas como un proceso de enseñar a pensar al alumnado con teoría los hechos del mundo y desarrollar en ellos la motivación y el interés por estudiar ciencias a un nivel profesional. Ésta es la finalidad de nuestra propuesta de investigación cuando hablamos desde «las voces del aula» con los profesores de ciencia. Igualmente postulamos que la formación de competencias de pensamiento científico para la solución de problemas entraña la necesidad de abordar la tarea con una aproximación genética, que tenga en consideración la configuración personal del sujeto que aprende y los diferentes momentos del desarrollo de la competencia, hasta sus momentos maduros o cristalizados, donde ésta emerge como una formación altamente personalizada, flexible y estable. Desde esta perspectiva, la evaluación y el sistema pedagógico-didáctico que la sustenta deben ser altamente sensibles a estas exigencias. En este artículo, realizamos una reflexión teórico-metodológica fruto de cuatro años de investigación en el tema por parte de mi equipo en Chile.

Palabras clave: *sujeto competente, evaluación competencias, investigación en aula.*

Researching and assessing competences for scientific thinking in secondary classes

What is our talk based on? The core of our theoretical and methodological arguments is based on the fact that to promote and value continuous, progressive development of chemistry and biology students' scientific and professional thinking we need to take account of the meaning of their involvement in assessment situations and activities through strategies aimed at encouraging students' progressive participation in assessment areas. No research on this area had been carried out before in Chile to understand and strengthen assessment practices as a way of teaching students to think through theories of the facts of the world and motivate them and spark an interest in studying sciences at a professional level. This is the aim of our research proposal when we talk to science teachers, 'classroom voices'. We also believe that promoting competences for scientific thinking to solve problems also entails the need to approach the task through a genetic approach that takes account of learners' personal makeup and the different moments of developing competences, until their mature or crystallised moments, when competence emerges as a highly personalised, flexible and solid education. From this perspective, assessment and the pedagogical-didactic system that underpins it should be highly sensitive to these demands. In this article, we carry out a theoretical and methodological analysis based on four years' research on the subject by my team in Chile.

Keywords: *competent subject, competence assessment, classroom research.*

■ Una noción compleja y polémica

Desde 2007, en nuestros proyectos de investigación (FONDECYT 1070795, 1095149) hemos reportado hallazgos sobre los diversos modos de pensar que los estudiantes de secundaria ponen en juego a la hora de (re)construir significados científicos en las clases de química y biología. A partir de estos hallazgos, complementados con un análisis detallado de aspectos metacientíficos (históricos, socioculturales, epistemológicos y didácticos), diseñamos y validamos secuencias de enseñanza para el aprendizaje del enlace químico y del metabolismo, que dan cuenta del desarrollo y promoción de competencias de pensamiento científico (CPC) específicas en el alumnado de secundaria. Siguiendo en esa misma idea, nos propusimos en 2009, desde una perspectiva interdisciplinaria, diseñar, caracterizar y validar un modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico (FONDECYT 1095149) que pudiera ser útil para el profesorado de ciencias naturales, contribuyendo al desarrollo de aprendizajes de calidad y con equidad. La actividad científica escolar debe promover el desarrollo de CPC a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos desconocidos hasta entonces (la actividad científica como un proceso continuo). Un análisis de la situación actual en el terreno de la formación de competencias evidencia la carencia de sistemas y situaciones evaluativas que, de manera coherente y sistemática, den cuenta del desarrollo de las competencias en general y de pensamiento científico en particular.

Compartimos la noción de evaluación de CPC basada en el enfrentamiento a la resolución de problemas para estudiar el pensamiento docente y estudiantil, lo que implica suponer que la realidad, tal y como es, resulta parcialmente determinada para cada sujeto, dada su situación

social y personal y, como afirma Blumenfeld (1998), dado su mundo de significaciones; esto es, se concibe la realidad como el producto de la construcción que subjetivamente hace de ella el individuo en un espacio colaborativo de significados consensuados simbólicamente. A su vez, esa realidad construida socialmente pasa a tener una cierta «materialidad» o existencia objetiva que se puede visualizar en el desarrollo de determinadas competencias científicas en los sujetos individuales y como sujetos colectivos.

■ De la competencia científica al sujeto competente en ciencias

En este sentido, parece claro que existen pocos indicadores y atributos (o no existen en absoluto) de los diferentes planos o niveles del pensamiento que, teóricamente, podría transitar la noción de competencia de pensamiento científico (CPC) o el sujeto competente en ciencias (SCC), durante el complejo proceso de interacción y comunicación en el aula. La tarea o el desafío consiste, entonces, en la elaboración de indicadores y atributos que puedan dar cuenta de este desarrollo y diseñar los instrumentos correspondientes, así como las estrategias de intervención más adecuadas que simultáneamente colaboren con las transformaciones o cambios relevantes en el pensamiento del docente de ciencias. Ésta es una tarea que, desde una perspectiva participativa, no puede llevarse a

Un análisis de la situación actual en el terreno de la formación de competencias evidencia la carencia de sistemas y situaciones evaluativas que, de manera coherente y sistemática, den cuenta del desarrollo de las competencias en general y de pensamiento científico en particular

cabo sin la presencia de los profesores como verdaderos protagonistas del cambio en el aula. Se trata por tanto de promover y desarrollar una «cultura de la evaluación de competencias» en el profesorado en general y en el de ciencias en particular.

Se trata de promover y desarrollar una «cultura de la evaluación de competencias» en el profesorado en general y en el de ciencias en particular

Pese a que las competencias de pensamiento científico (CPC) se han conceptualizado desde las más diversas direcciones epistemológicas y presentan una naturaleza elusiva, nuestro intento se ha dirigido a conformar una representación de ellas que no se limite a determinar la manera de hacer, sino que también ponga de manifiesto las cualidades de lo que hemos denominado sujeto competente (Labarrere, 2009). Desde nuestro punto de vista, el sujeto competente en ciencias (SCC) se constituye como actor y agente particular de la acción, ajustada inteligentemente a las circunstancias sociales y culturales, capaz de adaptar o ajustar el contexto a sus necesidades y con un pensamiento capaz de identificar situaciones problemáticas (u obstáculos) en la clase de ciencias y de abordarlas con la conciencia de los recursos propios que constituyen su perfil personal de actuación en la gestión del conocimiento y aprendizaje científicos. Hecha esta consideración, la CPC emerge como un atributo del sujeto: es competente no la competencia, sino el sujeto, lo cual determina una actuación permanente y sistemáticamente dirigida a poner en evidencia el sustrato personal del actuar competente, así como la valoración y evaluación de la manera en que los distintos sujetos identifican, enfocan y resuelven las situaciones a que se enfrentan (Labarrere, 2009).

En consecuencia, nos parece necesario que los docentes de ciencias en el proceso formativo escolar sean capaces de diseñar e implementar

instrumentos y estrategias de evaluación de competencias de pensamiento científico (CPC) que den cuenta de cómo el alumno aprende a comprender y a interpretar la ciencia al enfrentarse a auténticos

problemas, ya sea con la ayuda del docente o independientemente, y de forma similar a ensayar y proponer estrategias de solución que contribuyan al aprendizaje y estimulen el desarrollo de la creatividad y el talento del estudiantado que aprende ciencias.

Nuestra idea es desarrollar, caracterizar y validar un *modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico* que permita al estudiantado afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades y recursos que a buen término le faciliten explicar, argumentar, formular hipótesis y comunicar sus ideas. Se trata de la posibilidad de acceder de manera consciente a los procesos, condiciones y productos que tienen lugar durante la formación de competencias e inscribirlos en una corriente sistemática de juicios valorativos y evaluativos que permitan ejecutar adecuadamente la labor de formación del pensamiento científico de los estudiantes, facilitando a la vez un aprendizaje de alto orden (Quintanilla, 2010).

■ Investigar en CPC desde las voces del aula. Una experiencia en Chile

Así las cosas, nos propusimos desentrañar, en el marco de esa complejidad, coherencias de entendimientos intra e interpersonales, desde las cuales el profesorado de química y biología de diferentes instituciones secundarias de Santiago de Chile experimenta y da sentido a la noción de

evaluación de CPC desde, sobre y acerca de la cuales construye y le da sentido a su actuar pedagógico y a la gestión didáctica. En una primera fase el proyecto indagó en las representaciones del profesorado referidas a la noción de evaluación de competencias de pensamiento científico; nos propusimos analizar dicha noción y caracterizarla lo más densamente posible; comprender las diferentes formas en que se manifiesta y actúa respecto a la evaluación y los procesos formativos correspondientes. Así creamos líneas de base a partir de las cuales pudimos estimar las transformaciones y desarrollos que fueron experimentando los profesores respecto a la evaluación de CPC en sus estudiantes y a sus propios procesos reflexivos sobre el sentido y finalidades de evaluar CPC. En una segunda fase los profesores realizaron actividades dirigidas a conocer, problematizar, diseñar, rediseñar y aplicar instrumentos de evaluación de CPC específicas. En esta fase del proyecto, los docentes actuaban en calidad de profesores investigadores que reflexionaban sobre sus representaciones (modelos teóricos) y sobre la *actividad científica escolar* de la que dan cuenta sus prácticas evaluativas sobre la enseñanza de la noción de enlace químico y de metabolismo.

Considerando lo señalado anteriormente, el principal objetivo de esta propuesta que se instala en el Laboratorio de investigación en Didáctica de las Ciencias G.R.E.C.I.A. de la Pontificia Universidad Católica de Chile desde 2007, lo constituye la reflexión acerca de cómo favorecer el tránsito desde una cultura reproductiva de la ciencia escolar hacia un campo de interacción entre los sujetos que aprenden y los objetos de conocimiento que se ponen en juego de manera problematizadora para aprender a pensar con modelos las teorías y lenguajes propios de la actividad científica. Nuestro propósito es reflexionar acerca de cómo identificar, caracterizar y eva-

luar competencias de pensamiento científico que se requieren para un nuevo modelo del conocer y el hacer y emplear la ciencia al servicio de la sociedad. Se adopta una perspectiva que incorpora la noción de sujeto competente y la evaluación de competencias de pensamiento científico, en correspondencia con las representaciones de las metaciencias como la epistemología, la historia de las ciencias y la didáctica de las ciencias. Este enfoque es relevante, puesto que no hay investigaciones específicas, al menos en Chile, que vinculen el conocimiento epistemológico de los profesores de ciencias naturales con sus prácticas docentes evaluativas a un nivel de formulación de modelos didácticos para el desarrollo de competencias y habilidades científicas en el alumnado (Quintanilla, 2006).

■ Evaluar la actividad científica escolar y desarrollar CPC: un desafío pendiente

Como lo hemos planteado en otros artículos de divulgación y conferencias en la misma materia, en la actualidad existe bastante consenso en las instituciones formadoras de profesores de ciencia respecto a que la enseñanza de la solución de problemas científicos en la escuela es uno de los medios principales para el desarrollo del *pensar teórico*, para propiciar la formación de una *cultura científica escolar* en el alumnado que favorezca asimismo ambientes de aprendizaje creadores y ricos en densidad metacognitiva (Labarrere y Quintanilla, 2002). Nuestra idea original es introducir en la discusión tres procesos fundamentales; a saber: los fundamentos epistemológicos y las concepciones teóricas de la formación científica del profesorado, las racionalidades teóricas acerca de la evaluación y la práctica pedagógica en el aula y el desarrollo de planos de análisis de resolución de problemas científicos en

Nuestra idea es introducir en la discusión tres procesos fundamentales: los fundamentos epistemológicos y las concepciones teóricas de la formación científica del profesorado, las racionalidades teóricas acerca de la evaluación y la práctica pedagógica en el aula, y el desarrollo de planos de análisis de resolución de problemas científicos en el aula en ambientes intencionados de evaluación

el aula en ambientes intencionados de evaluación. Todos estos ámbitos están ampliamente investigados y documentados por especialistas en la materia, y han contribuido a comprender en profundidad y amplitud las lógicas evaluativas de los profesores de ciencia¹. Por tanto, el tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la transposición didáctica, marca una toma de conciencia de que el aprendizaje basado simplemente en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos resulta insuficiente para que el alumnado alcance una verdadera competencia en la comprensión de los fenómenos científicos (Cardelhead, 1991).

En este sentido, también se reconoce la necesidad de trascender la representación del alumno individual como sujeto del aprendizaje y se comienza a considerar un sujeto colectivo, es decir, el grupo de alumnos que trabaja en equipo y actúa como comunidad generadora de conocimientos y procesos básicos a partir de los cuales se debe llevar a cabo la educación científica de los alumnos, bajo ciertos modelos de realidad, conocimiento y aprendizaje donde la didáctica de las ciencias establece un dominio propio de significados (Izquierdo, 2005).

En nuestro tiempo, la problemática mayor de la evaluación y, en particular, de la evaluación de competencias, corresponde a la medida en que ella comprende y refleja no sólo la naturaleza de la competencia, sino del sujeto competente. De manera particular, nuestras investigaciones de los últimos cuatro años (resultados FONDECYT 1070795 y 1095149)* han mostrado que entre los profesores de ciencia existe una marcada tendencia hacia los productos y la competencia resulta evaluada fundamentalmente a partir de los resultados obtenidos por los estudiantes, invisibilizándose los procesos formativos, del desarrollo del sujeto que aprende ciencias y de la propia naturaleza de la ciencia que se enseña. De esta manera, tras el lugar ya común de que la enseñanza de las ciencias se dirige esencialmente a los procesos, en nuestras investigaciones se ha evidenciado que este «mutis» de lo esencial desperfila el trabajo docente formativo y lo hace incapaz de trascender el aquí y el ahora e ir más allá de lo aparente (Quintanilla y Labarrere, 2010). Puntualizamos que una actividad docente dirigida a la formación de pensamiento científico del sujeto competente respecto a los problemas de la ciencia debe ocuparse de los procesos en sí mismos, aunque, lógicamente, sin abandonar los productos. Es así como nuestra investigación actual está orientada a promover que los profesores traigan a primer plano los procesos formativos que crean las condiciones para el

Una actividad docente dirigida a la formación de pensamiento científico del sujeto competente respecto a los problemas de la ciencia debe ocuparse de los procesos en sí mismos sin abandonar los productos

genuino desarrollo de un sujeto competente en las ciencias. Postulamos la necesidad de un tránsito hacia procesos formativos donde la evaluación no esté desconectada de los procesos de aprendizaje, como ocurre en la actualidad, con la finalidad de que comprendan y aprendan a valorar sus potencialidades, generando indicadores y atributos que den cuenta del verdadero desarrollo y avances de los estudiantes más allá de estructuras o propuestas estandarizadas y predeterminados por el currículo prescrito o la institución escolar en su conjunto. Afirmamos que mientras no se haga realidad el cambio de orientación hacia los procesos del pensamiento acerca de y sobre la naturaleza de la ciencia, no sólo aquellos entendidos como procesos estratégicos e instrumentales de solución, sino los que conectan con el desarrollo, la enseñanza de las ciencias continuará encerrada en los márgenes de lo circunstancial y transitorio y no tendrá acceso a las dimensiones reales de la formación (Labarrere, 2010).

Nuestra investigación FONDECYT 1070795 mostró fehacientemente un conjunto de deficiencias ligadas a la evaluación de competencias. Sucintamente expuestas, consisten en lo siguiente:

- Insuficiente representación, por parte del docente de ciencias, de la competencia y, particularmente, del sujeto competente (SC).
- El profesorado se centra en el tratamiento de la competencia desde una perspectiva o dimensión individual, en detrimento de los componentes colectivos de la competencia y el actuar competente de los estudiantes.
- Marcado acento en los productos con detrimento de los procesos formativos en las diferentes sesiones de clases.
- Empleo de criterios del actuar competente que sólo de manera indirecta reflejan la

competencia (por ejemplo, al tratar la competencia de pensamiento científico no se trabaja con indicadores de pensamiento como son las capacidad de análisis, la inferencia, la planificación y orientación hacia la tarea, etc.).

- Diseño de situaciones formativas que incluyen tareas, actividades y situaciones que no corresponden a verdaderos problemas científicos escolares ya sea en la clase de química o en la clase de biología.
- Tratamiento insuficiente de los concomitantes afectivo-emocionales y valorativos del actuar competente.
- Andamiajes para el desarrollo de la competencia que generan automatismos a destiempo y, por tanto, se convierten en obstáculos para una conducta flexible y creativa de los estudiantes que aprenden química (enlace químico) y biología (metabolismo).
- Tendencia del profesorado a infravalorar la configuración personal en el tratamiento de la competencia.
- Trabajar con un modelo de competencia «cristalizada», sin tener suficientemente en consideración su génesis y posibles etapas de desarrollo en cada sujeto.
- Insuficiente trabajo con los productos del actuar competente, inscribiéndolos únicamente en el contexto académico, sin poner de relieve su proyección en el contexto de la ciencia ni su impacto como factores generadores de cambio en el plano personal y, sobre todo, en el de los espacios culturales donde tiene lugar la acción de los estudiantes que aprenden ciencia.

Las anteriores han sido limitaciones que marcan tanto la evaluación como la formación real de las competencias, es decir, del sujeto com-

petente ante la ciencia y sus problemas. Obviamente, al estar ligadas a una insuficiente representación de la competencia de pensamiento científico, han entrañado también una insuficiente o inadecuada evaluación del desarrollo de la competencia y del sujeto competente.

■ Desarrollo y caracterización de un modelo de evaluación de CPC

En la configuración de un nuevo marco educativo global o planetario, habría que dar un paso adelante en la perspectiva de superar la dependencia de la formación, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias respecto de los hábitos y modelos «clásicamente académicos» de la evaluación. La actividad que el estudiante desarrolla lo hace consciente de sus errores y éstos se transforman en un vínculo para construir y re-construir un conocimiento científico de mayor complejidad, que evite que lo que en un primer momento parece comprendido e integrado sea olvidado, dejando resurgir las representaciones que se creían superadas originalmente. Para el profesorado de ciencias a menudo es difícil profundizar en las ideas que tiene el alumnado; además, habitualmente se dedica poco tiempo a interpretar el significado que tiene para el docente la afirmación inesperada que surge en un intercambio cotidiano de ideas. Por eso se recomienda recurrir a los instrumentos que se han diseñado en la investigación en didáctica de las ciencias y desarrollar competencias y habilidades para la interacción social y asegurar así la regulación de los aprendizajes en un marco estratégico-evaluativo más amplio y significativo para el estudiante que aprende química o biología. Sea cual fuere la metodología usada por el profesor, ésta debe ayudar a identificar obstáculos epistemológicos en la comprensión de los fenómenos científicos y

El profesor debe ayudar a identificar obstáculos epistemológicos en la comprensión de los fenómenos científicos y formas de superarlos, identificar criterios para sistematizar, organizar y comunicar el conocimiento que se aprende, modificar explicaciones, señalar los errores, los razonamientos inconsistentes y los argumentos que se basan en supuestos inaceptables

formas de superarlos, identificar criterios para sistematizar, organizar y comunicar el conocimiento que se aprende, modificar explicaciones, señalar los errores, los razonamientos inconsistentes y los argumentos que se basan en supuestos inaceptables; hacer que el alumnado se dé cuenta de que generaliza inadecuadamente, entre otros aspectos. Las actividades de aprendizaje y desarrollo deben procurar que el estudiante use las nuevas nociones científicas en la explicación de hechos y se apropie de ellas, que se formule preguntas, ponga en práctica y potencie su sistema personal de aprendizaje de las ciencias vinculando sus representaciones personales con el mundo real y con la propia génesis del conocimiento científico en la historia de la ciencia. Al respecto hemos adelantado algunas investigaciones de nuestros tesis de licenciatura, maestría y doctorado vinculados a los proyectos FONDECYT 1070795 Y FONDECYT 1095149 (Camacho y Quintanilla, 2008; Cuellar y Quintanilla, 2008; Ravanal y Quintanilla, 2008) que reportan hallazgos interesantes respaldados por evidencia empírica, y que pueden ser útiles en este sentido para comprender la complejidad de la identificación, caracterización, promoción

y evaluación de competencias de pensamiento científico en la clase de química y biología.

■ A modo de conclusión

En este artículo hemos ofrecido un diagnóstico inicial acerca de la noción de evaluación de competencias de pensamiento científico que promueven los profesores de ciencias en el aula de secundaria, lo que nos permite proporcionar a la comunidad internacional de didáctica de las ciencias nuevos elementos conceptuales y pragmáticos acerca de los instrumentos y estrategias de evaluación de CPC y el sujeto competente. Del mismo modo, el artículo proporciona criterios de análisis teórico-metodológicos para el desarrollo, caracterización y validación de un modelo de evaluación de CPC que supere los niveles tradicionales, más abierto y que satisfaga los requerimientos de una sociedad cada vez más industrializada y con más avances científicos y tecnológicos. Esta propuesta de investigación-acción involucra más directamente al profesorado de ciencias con su propio perfeccionamiento continuo como parte de sus tareas habituales en la escuela. Con esta investigación se avanza hacia una alternativa sostenible, que entrega a la comunidad científica y educativa propuestas de evaluación de CPC específicas en el área de química y biología. A partir del 2010 comenzamos a trabajar con profesorado de física para ampliar el espectro interpretativo de esta temática.

Por otra parte, esta propuesta contribuye a mejorar las prácticas de evaluación en el aula de secundaria. Va más allá de las recomendaciones metodológicas, ya que incluye, además, el clima psicológico-social del aula y las características de la relación profesor-estudiante, el pensamiento de los docentes sobre temas de la enseñanza de las ciencias naturales y de los aprendizajes en su actuación profesional, entre otros. Finalmente ha

generado un modelo de investigación-acción (Quintanilla y otros, 2010) entre los profesores de ciencia que participan en la investigación, para contribuir a la mejora de la calidad de la educación científica, destacándose la colaboración entre los diferentes autores y actores involucrados (profesores de aula, investigadores, tesistas, profesores en servicio, directivos de los centros) y nuestro laboratorio de investigación.

Al concluir, resulta importante destacar que muchos de los aspectos que hemos presentado, en la actualidad resultan objeto de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales y de las matemáticas (particularmente en el grupo GRECIA-UC); nos hemos atrevido a formularlos sobre todo desde una perspectiva polémica, con la esperanza de que puedan incorporarse a la reflexión conjunta de los especialistas en evaluación, profesores de matemática y ciencias, así como de otras disciplinas, e igualmente a la de los profesionales en formación. Estamos convencidos de que ésa es una de las vías para generar nuevos y más potentes esquemas referenciales en nuestra actividad pedagógica, didáctica y de formación profesional en el área de las ciencias y las tecnologías en la educación primaria, secundaria y universitaria, camino en el que aún queda mucho por recorrer.

Notas

* Este artículo se hace parte de los proyectos FONDECYT 1110598 Y AKA 04 con la Academia de Ciencias de Finlandia sobre Competencias de Pensamiento Científico, Desarrollo Profesional Docente y Aprendizaje (abrev.) que dirige el autor del mismo.

1. Extracto de la conferencia presentada por el autor de este proyecto en el Foro Nacional de

las Competencias Científicas, Bogotá (Colombia) (octubre de 2005).

Referencias bibliográficas

- BLUMENFELD, P. y otros (1998): «Teaching for Understanding», en Biddle, B. y otros (eds.): *International Handbook of Teachers and Teaching*, Londres, Kluwer, pp. 819-878.
- CAMACHO, J.; QUINTANILLA, M. (2008): «Enseñar a argumentar en la clase de química». *Actas del VIII Congreso de Historia y Filosofía de la Ciencia del Cono Sur*. Montevideo (Uruguay). Publicación FONDECYT 1070795.
- CARDELHEAD, J.; ROBSON, M. (1991): Images of teaching: student teachers early and conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 7(1),1-8.
- CUÉLLAR, L.; QUINTANILLA, M. (2008): La historia de la química en la formación de profesores. Un estudio colectivo de casos. *Actas del VIII Congreso de Historia y Filosofía de la Ciencia del Cono Sur*. Montevideo (Uruguay). Publicación FONDECYT 1070795.
- IZQUIERDO, M. (2005): «Com fer problemàtics els problemes que no en són prou. Noves temàtiques per als problemes de química», en IZQUIERDO, M. (ed.): *Resoldre problemes per aprendre. Eines d'innovació docent en educació superior*. Servei de publicacions, Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 45-51.
- LABARRERE, A. (2009): *Informe final de Investigación FONDECYT 1070795*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).
- LABARRERE, A.; QUINTANILLA, M. (2002): «Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje». RPE, Facultad de Educación, PUC. *Revista Pensamiento Educativo*, vol. 30, pp. 121-138.

QUINTANILLA, M. (2010): *Desarrollo de habilidades y competencias de pensamiento científico en estudiantes y profesores y su relación con la adquisición de conocimiento pedagógico del contenido para enseñar en High School* (abrev.) Proyecto de Cooperación Internacional CONICYT(Chile) – AKA (Finlandia).

— (2006): «Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia», en QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A.: *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. Santiago de Chile. Ediciones PUC.

QUINTANILLA, M.; LABARRERE, A. (2011): *Informe final de Investigación FONDECYT 1095149*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).

RAVANAL, M.; QUINTANILLA, M. (2008): «De las actividades curriculares científicas “tradicionales” a las actividades científicas escolares “auténticas”. Aportes para el debate de una “nueva clase de ciencias”». *XXXIII Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería, septiembre de 2008. Publicación FONDECYT 1070795.

Dirección de contacto

Mario R. Quintanilla Gatica

Pontificia Universidad Católica de Chile

mquintag@uc.cl

Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en mayo de 2011 y aceptado en julio de 2011 para su publicación.