

REVISION

*LA EDUCACION CIENTIFICA EN CHILE: DEBILIDADES DE LA ENSEÑANZA Y FUTUROS DESAFIOS DE LA EDUCACION DE PROFESORES DE CIENCIA\**

SCIENCE EDUCATION IN CHILE: WEAKNESSES IN TEACHING AND FUTURE CHALLENGES OF THE EDUCATION OF THE TEACHERS OF SCIENCE

*A Educação Científica no Chile: debilidades do ensino e futuros desafios da educação dos professores de ciência*

*Hernán Cofré<sup>1</sup>, Johanna Camacho<sup>1, 2</sup>, Alberto Galaz<sup>3</sup>, Javier Jiménez<sup>1</sup>, David Santibáñez<sup>1</sup>, Claudia Vergara<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Católica Silva Henríquez, Escuela de Educación Inicial, General Jofré 462, Santiago, Chile

<sup>2</sup>Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación

<sup>3</sup>Universidad Católica Silva Henríquez, Departamento de Educación, General Jofré 462, Santiago, Chile

**RESUMEN**

En este artículo revisamos los antecedentes que existen sobre la enseñanza de las ciencias en Chile, enfocándonos principalmente en tres ámbitos: prácticas en la enseñanza de las ciencias, cuáles son las competencias que los profesores declaran son más necesarias y cuáles son las grandes líneas de formación que existen hoy en día en los programas que forman profesores de ciencia. En cuanto a la enseñanza de las ciencias se puede constatar que aún existen problemas en términos de que muchas clases de ciencias son de modo tradicional, donde no se desarrollan habilidades de indagación científica. En cuanto a las competencias necesarias para enseñar ciencias, un grupo de profesores en servicio declaró que los aspectos más importantes se relacionan con la enseñanza misma de la disciplina, incorporando aspectos como la evaluación, la planificación y la implementación de estrategias para la enseñanza de las ciencias, así como la generación de un clima de aula que promueva los aprendizajes. En términos de la formación de profesores de ciencia, en la mayoría de los 35 programas de formación de profesores en Chile, ésta está basada en dos grandes pilares: la formación disciplinar o científica y la formación pedagógica general, teniendo menor importancia otros dominios como: la investigación, la didáctica de las ciencias, la historia y filosofía de las ciencias, el uso de tecnologías y la formación práctica. De acuerdo a las tendencias actuales de formación de profesores en el mundo, y tomando en cuenta las falencias y necesidades que expresan los profesores de ciencia en servicio, nosotros proponemos que se deberían tomar medidas para propiciar una mejor formación en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, enfocando tanto las experiencias prácticas, como las instancias de investigación, hacia la enseñanza o didáctica de las ciencias.

*Palabras clave:* educación de profesores de ciencia, didáctica de las ciencias, enseñanza de las ciencias, indagación científica, naturaleza de las ciencias, Chile.

**ABSTRACT**

In this article we review the existing background about science teaching in Chile, focusing on three main issues: science teaching practices, the competencies that teachers believe to be the most necessary, and the main educational guidelines that currently exist in training programs that educate teachers of science.

---

\* Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto MECESUP UCS0705, "Diseño de una nueva carrera de pedagogía en ciencias basada en competencias con mención en química o biología para la enseñanza media", adjudicado a la Universidad Católica Silva Henríquez.

Regarding science teaching, there are still problems due to the fact that many science lessons are still taught in the traditional way, where no scientific enquiry skills are developed. As far as the necessary competencies to teach science are referred, a group of practicing teachers claim that the most important aspects are related to the very subject of teaching, including aspects as assessment, planning and the implementation of strategies for science teaching, as well as the promotion of a classroom environment that fosters learning. In terms of science teacher education, most of 35 teacher training programs in Chile are based on two main pillars: the subject or scientific training and the general pedagogical training. Less relevant are other domains such as research, science didactics, science history and philosophy, use of technologies and the practical training. According to the current tendencies in teachers' education in the world and taking into account the drawbacks and the needs mentioned by practicing teachers, we suggest that new measures should be implemented in order to favor a better training in science teaching, focusing on practical experiences as well as on research experience in science teaching or didactics.

*Key words:* science teacher education, science didactics, science teaching, scientific inquiry, nature of science, Chile.

### RESUMEN

Neste artigo, revisamos os registros que existem sobre o ensino da ciência no Chile, concentrando-nos principalmente em três áreas: as práticas de ensino da ciência, quais são as competências que os professores dizem que são mais necessárias e quais são as linhas gerais de formação que existem hoje em programas que formam professores de ciências. No que diz respeito à ciência da educação, podemos ver que ainda existem problemas em termos que muitas aulas de ciências são a maneira tradicional, onde se desenvolvem as habilidades de investigação científica. Quanto às competências necessárias para ensinar ciência, um grupo de professores em serviço, afirmou que os aspectos mais importantes relacionados com o ensino da disciplina em si, incorporando aspectos como avaliação, planejamento e implementação de estratégias para o ensino da ciência, bem como a geração de um ambiente de sala de aula que promove a aprendizagem. Em termos da formação de professores de ciências a maioria dos 35 programas de formação de professores no Chile, se baseia em dois pilares: a formação ou disciplina científica e a formação de professores em geral, tendo menos importância outros domínios, tais como: pesquisa, ensino de ciências, história e filosofia da ciência, o uso de tecnologias e treinamento prático. De acordo com as tendências atuais na formação de professores em todo o mundo, e tendo em conta as lacunas e as necessidades manifestadas por professores de ciências em serviço, propomos medidas que devem ser tomadas para promover uma melhor formação no domínio da educação da ciência, focalizando tanto na experiência prática, como em instâncias de investigação, na educação ou na didática científica.

*Palavras-chave:* formação de professores da ciência, ensino de ciências, educação científica, investigação científica, a natureza da ciência, Chile.

### INTRODUCCION

Si bien se puede decir que Chile es uno de los países latinoamericanos con mejor desempeño en las pruebas internacionales que miden competencias científicas en estudiantes de enseñanza básica y media (Martin *et al.*, 2003; OECD, 2006), no es menos cierto que en términos internacionales nuestro país está muy por debajo del promedio de los países desarrollados y en vías de desarrollo de Asia, Oceanía y Medio Oriente (Martin *et al.*, 2003; OECD, 2006). Específicamente los resultados de la última prueba PISA 2003, en la cual participó Chile, evidenciaron que el desempeño promedio de los alumnos de segundo medio evaluados está asociado a ser capaces de recordar conocimientos científicos simples y a usar conocimiento científico común para elaborar o evaluar conclusiones. Además, existen evidencias que los malos resultados de estudiantes en pruebas internacionales y nacionales (Mineduc, 2008) están muy relacionados al nivel socioeconómico de los estudiantes, lo que deja en evidencia la inequidad de nuestro sistema (González *et al.*, 2009). A pesar de los malos resultados de nuestros estudiantes a nivel mundial, también existe evidencia que los estudiantes chilenos reconocen la importancia del conocimiento científico y ven en la adquisición de habilidades científicas una oportunidad para surgir y obtener beneficios sociales (OCDE, 2006). Esto coincide con la apreciación que tienen

estudiantes de otros países en desarrollo, especialmente en el Medio Oriente, Europa Oriental y África, y contrasta con una tendencia de desinterés por la actividad científica que tienen estudiantes de países industrializados como Inglaterra, Finlandia y otros (e.g. Jenkins y Nelson, 2005).

El poder canalizar este interés por la ciencia y lograr una alfabetización científica que promueve la movilidad social es una responsabilidad y una oportunidad para los profesores de ciencia. Existen evidencias contundentes de que ellos tienen un papel fundamental en el logro de esta movilidad social, a través de una efectiva alfabetización científica (Zahur *et al.*, 2002; Hattie, 2003; Haberman, 2006; González *et al.*, 2009). Por lo anterior, González *et al.* (2009) han propuesto que la enseñanza a través de la indagación científica en Chile podría servir como elemento catalizador de dicha movilidad social.

En este contexto el siguiente trabajo pretende discutir algunas de las características de la educación científica en Chile, centrándonos en tres grandes temas: ¿Cuáles son las principales falencias de la enseñanza de las ciencias? ¿Cuáles son las principales competencias que necesitan los profesores de ciencia para generar mejores aprendizajes y para conseguir la alfabetización científica de sus alumnos? ¿Cuáles son las características curriculares de la formación de profesores básicos y secundarios en ciencia? Finalmente, nosotros discutimos cómo conseguir una mejor formación de profesores de ciencia en nuestras condiciones actuales.

### ¿CUALES SON LAS PRINCIPALES FALENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN CHILE?

De acuerdo al último informe sobre PISA (OECD, 2006), los profesores de ciencia de Chile, que hacen clases en octavo básico, en general son de mayor edad que el promedio internacional de profesores de ciencia. Mientras en la mayoría de los países el promedio de edad más frecuente es entre 30 y 40 años, en Chile existe una mayor proporción de profesores entre los 40 y 50 años, siendo muy menor el número de profesores jóvenes menores de 30 años (5% en Chile, 20% promedio internacional). Por otro lado, la mayoría de los profesores que enseñan ciencia en octavo año en Chile no son profesores con especialización en ciencia, sino que son profesores de educación básica, lo cual marca una diferencia con el promedio internacional (OECD, 2006). Por otro lado, una gran proporción de profesores en países desarrollados poseen algún tipo de posgrado, mientras que casi la totalidad de los profesores de ciencia en Chile cuyos alumnos participaron en PISA 2003, no tienen posgrados. Finalmente, en cuanto a la confianza que declaran tener los profesores sobre el manejo de la disciplina, en general los profesores chilenos se sienten menos seguros que el promedio internacional, especialmente en contenidos, como química, física y ciencias de la tierra (OECD, 2006). Esta última característica, descrita para profesores de estudiantes de octavo básico, también se ha corroborado para algunos profesores de biología, los que también se sienten inseguros de su preparación disciplinar y especialmente didáctica (Vergara, 2006; Galaz *et al.*, en prensa).

Todas las características descritas anteriormente tienen como consecuencia que muchas de las clases de ciencia que reciben los alumnos en enseñanza básica o enseñanza media sean *aburridas, poco interactivas y centradas en el profesor* (Vergara, 2006; González

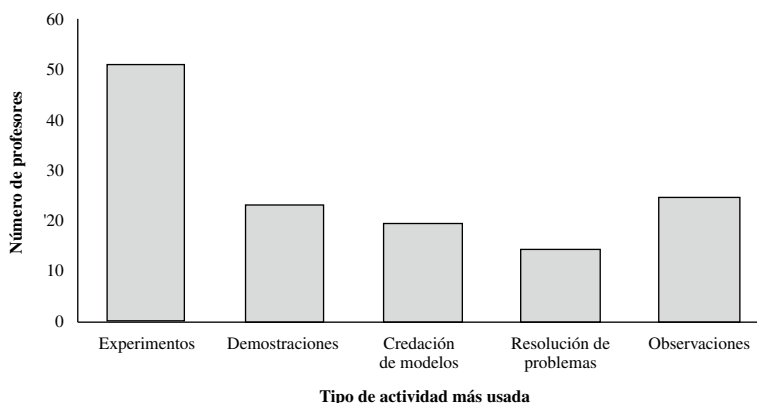
*et al.*, 2009). Por ejemplo, Vergara (2006) mostró que dos de los tres profesores de biología estudiados le daban una gran importancia al aprendizaje de memoria, y en menor grado a la comprensión de conceptos. Estos profesores realizaban clases donde existía poca interacción, la clase se centraba principalmente en ellos y los alumnos no eran protagonistas de sus aprendizajes. Este tipo de clases, con poca interacción y centrada en el profesor, también han sido descritas para profesores de matemática y lenguaje de enseñanza media (Martinic y Vergara, 2007). En este reciente trabajo los autores mostraron que las clases realizadas por profesores de matemática y lenguaje tienen como principal hablante al profesor, el cual se dirige la mayoría de las ocasiones al curso como un todo, existiendo pocas oportunidades de interacción con los alumnos.

Volviendo a la enseñanza de las ciencias, el trabajo de Vergara (2006) muestra que los profesores estudiados coincidían en la percepción de que las actividades prácticas o de laboratorio eran poco eficaces, lo que finalmente hacía que ellos desearan este tipo de estrategias y prefirieran las clases expositivas. Esta poca relevancia del trabajo práctico coincide con lo encontrado recientemente por Cofré *et al.* (2009), quienes al aplicar un cuestionario sobre uso de actividades de laboratorio a profesores básicos que realizaban clases de ciencias en quinto y/o sexto básico detectaron que cerca del 40% de ellos declaró utilizar menos de dos veces al año este tipo de estrategias. Además, al consultarles cuáles eran los tipos de actividades más utilizados en sus experiencias prácticas, la mayoría declaró realizar experimentos, observaciones y demostraciones, siendo mucho menos utilizadas actividades más complejas como la resolución de problemas y la creación de modelos (figura 1).

Por otra parte, es interesante destacar que el trabajo de Vergara (2006) también mostró que existía una distancia entre lo que los profesores de biología pensaban respecto de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y lo que ellos hacían en sus clases. Este resultado mostró que no solamente basta saber cómo se debe enseñar ciencias, sino también que existan las condiciones necesarias para poder implementar la indagación científica con los estudiantes.

Figura 1

Tipo de actividad de laboratorio más usada por profesores de enseñanza básica que hacen clases en el subsector de comprensión del Medio Natural



De lo anterior se desprende que en Chile, probablemente, la enseñanza de las ciencias se lleva a cabo con clases de tipo tradicionales, quedando poco espacio para la enseñanza a través de la indagación científica. El uso de la indagación científica en la enseñanza de las ciencias es promovido hoy en día por la comunidad científica internacional (IAP, 2005; Flick y Lederman, 2004; Windschitl, 2003; González *et al.*, 2009). Por ejemplo, desde el año 2000, las academias de ciencias del Mundo, representadas por el Inter Academy Panel on International Issues (IAP), han llamado a los científicos a generar Programas de *Educación en Ciencias Basada en la Indagación* en la enseñanza primaria como una manera de mejorar la calidad y el significado en la educación científica.

Es necesario destacar que en Chile existen algunas experiencias exitosas de implementación de enseñanza de las ciencias a través de la indagación científica por parte del programa ECBI (Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación), del Ministerio de Educación, la Universidad de Chile y la Academia Chilena de Ciencias y del “Modelo de desarrollo profesional docente entre pares, para fortalecer la calidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Kinder y Enseñanza Básica”, de la P. Universidad Católica de Valparaíso MECIBA (González *et al.*, 2009), los cuales han contribuido a la implementación de este tipo de enseñanza a nivel de educación básica. No obstante, aunque los programas ECBI y MECIBA están colaborando de manera importante al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en nuestro país, su cobertura es limitada, tanto en número de escuelas dentro de los programas como al nivel educativo en el que están enfocados. De hecho, en Chile no existe ningún programa como éstos que promueva la enseñanza de las ciencias en enseñanza media a través de actividades de indagación científica (González *et al.*, 2009). Una forma posible de ampliar la cobertura de enseñanza de las ciencias centrada en la indagación científica sería a través de la capacitación de profesores en servicio. No obstante, también existen evidencias de que este tipo de formación continua encuentra resistencia por parte de los profesores de ciencia en ejercicio (Vergara y Miño, 2009). Esta última investigación indagó los efectos de un programa de capacitación en didáctica de las ciencias realizado a cuatro profesores de enseñanza media, durante cinco meses. Sus principales resultados mostraron que los profesores generaron cambios en la estructura de sus clases, incorporando actividades de inicio y desarrollo, pero no logran realizar un cierre pedagógico. Además incorporan la evaluación de las habilidades, discriminando si existía coherencia entre los tipos de actividades que desarrollaban y la forma de evaluar a sus estudiantes. Sin embargo, la capacitación no logró modificar sus representaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Los profesores no le otorgan importancia al desarrollo de actividades de laboratorio, y señalan que existen muchas otras variables que los hacen preferir las exposiciones de contenidos por sobre actividades prácticas, especialmente las relacionadas con falta de tiempo, equipamiento y problemas con los estudiantes.

#### ¿CUALES SON LAS PRINCIPALES COMPETENCIAS QUE NECESITAN LOS PROFESORES DE CIENCIA PARA CONSEGUIR LA ALFABETIZACION CIENTIFICA DE SUS ALUMNOS?

De acuerdo al diagnóstico preliminar que se puede obtener de la sección anterior, surge la pregunta sobre cuáles serían las competencias que deben tener los profesores

de ciencia en Chile para poder generar aprendizajes significativos en sus estudiantes. El trabajo de Galaz *et al.* (en prensa) da algunas luces, tanto en base a datos cualitativos como cuantitativos. Mediante un primer análisis cualitativo, sobre la base de entrevistas semiestructuradas realizadas a tres directivos (dos de ellos se desempeñan como directores de establecimientos educacionales de dependencia particular y uno corresponde a una autoridad académica asociada a la formación de profesores en una Facultad de Educación de una universidad del Consejo de Rectores) y tres profesores de ciencia de enseñanza media (dos de biología y uno de química) con distinto número de años de experiencia, se obtuvo información sobre las percepciones que estos actores tienen de la importancia de diferentes atributos y habilidades que deberían tener los profesores de ciencia en la actualidad. Un resumen de los hallazgos muestra que los aspectos más relevantes o de mayor importancia dentro de las habilidades, conocimientos y aptitudes que deberían tener los profesores de ciencia son:

- 1) Conocimiento y aplicación de una didáctica de las ciencias efectiva
- 2) Dominio de la disciplina.
- 3) Manejo del currículo y de diferentes metodologías de evaluación.
- 4) Generación de una relación de confianza y respeto con los alumnos.
- 5) Capacidad de reflexión de su práctica.
- 6) Actualización permanente y manejo de nuevas tecnologías.

Es interesante notar que tanto los directivos como los profesores de aula coinciden en encontrar qué competencias relacionadas con el dominio de la disciplina, de la didáctica y del currículo y la evaluación son las más importantes, dejando en una posición menos relevante a aquellas relacionadas con la pedagogía general, el desarrollo profesional o las competencias genéricas.

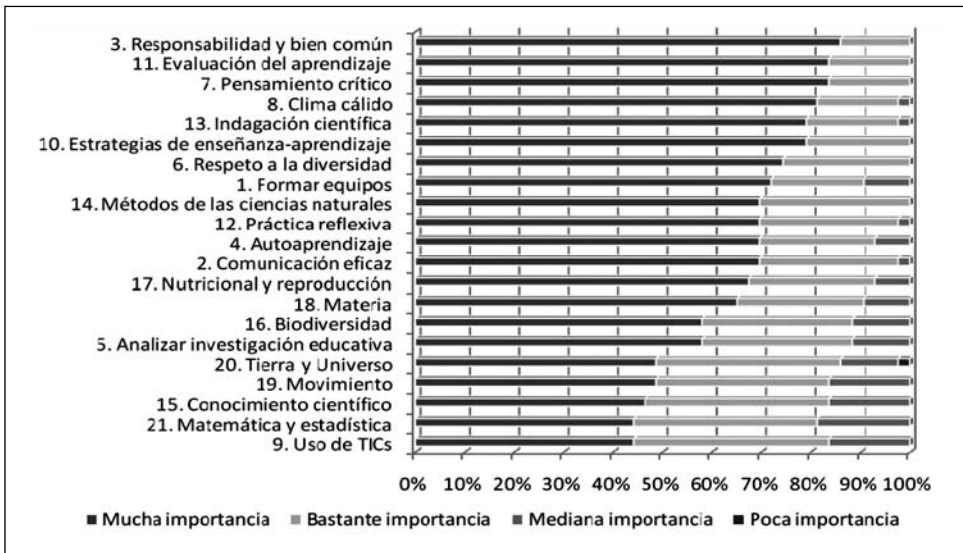
Por otro lado, al realizar un cuestionario a 43 profesores de aula y académicos formadores de profesores de ciencia, se confirma la importancia de competencias o habilidades que tienen que ver con la didáctica o enseñanza de las ciencias, y la evaluación de las ciencias, así como de la generación de un buen clima de aula, dejando en segundo lugar las capacidades de explicar y comprender aspectos propios de la disciplina (figura 2). De hecho, dentro de las cinco competencias más importantes se relevan: la capacidad de promover la indagación científica, promover el pensamiento crítico, utilizar la evaluación como medio de retroalimentación de los aprendizajes y generar un clima de aula cálido.

Si bien estas opiniones de profesores y formadores de profesores de ciencia coinciden con muchas cualidades necesarias para realizar prácticas efectivas que puedan generar la alfabetización científica en nuestros estudiantes, también es preocupante que algunas competencias ampliamente descritas en la literatura internacional como relevantes para la enseñanza de las ciencias no sean reconocidas. Llama especialmente la atención que el manejo de tecnologías de información y comunicación y la comprensión de la historia y naturaleza de las ciencias sean dejadas en los últimos lugares de las preferencias (figura 2). En cuanto al manejo de herramientas tecnológicas, este es un tema muy importante en países como Corea del Sur, Finlandia y Holanda (Meisalo *et al.*, 2007; Camacho *et al.*, en prensa). Además, el año 2007 el MINEDUC creó los estándares de competencias TIC en la profesión docente, los que actualmente se están comenzando

a evaluar. En cuanto al tema del manejo de la historia y la naturaleza de las ciencias, existen evidencias importantes que sugieren que la incorporación del contexto histórico mejora los aprendizajes de los alumnos en relación al entendimiento de la naturaleza del conocimiento científico y a la adquisición de competencias científicas (Matthews, 1994; Camacho y Quintanilla, 2008; Rudge y Howe, 2009).

Figura 2

Resumen de las opiniones de profesores y académicos sobre la importancia de diferentes competencias asociadas a la profesión de profesor de ciencia (Tomado de Galaz *et al.*, en prensa)



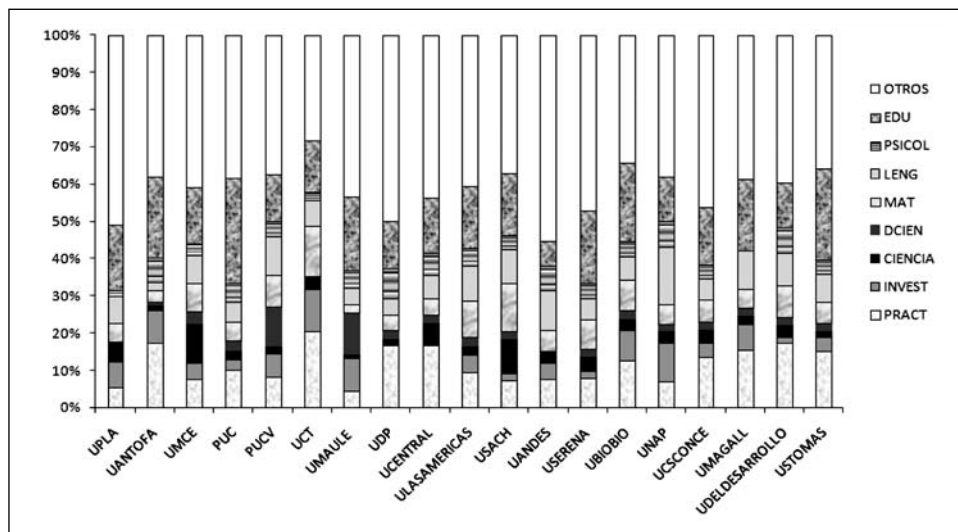
### ¿COMO SE REALIZA LA FORMACION DE PROFESORES DE CIENCIA EN CHILE?

Hoy en día, la enseñanza de las ciencias en Chile es un eje de gran importancia desde la educación preescolar hasta los últimos años de la enseñanza secundaria. Específicamente, en la educación primaria existen contenidos, objetivos y mapas de progreso específicos para la adquisición de competencias científicas. Esto es un gran paso en comparación con otros países del mundo (incluido algunos europeos), donde la enseñanza de las ciencias en niveles iniciales no se incluye como un objetivo explícito. De hecho, Havu-Nuutinen y Ahtee (2007) consideran que uno de los principales factores que explican los excelentes resultados de estudiantes finlandeses en pruebas internacionales como PISA y TIMSS es la gran calidad de la educación científica en la educación primaria de este país. Sin embargo, la formación de los profesores de educación básica en Chile, encargados de enseñar ciencias en los niveles primarios, no incluye en los planes de estudio actuales, de la mayoría de las carreras, cursos sobre enseñanza de las ciencias (Vergara y Cofré,

2008). Como se puede apreciar en la figura 3, en general, existe menos de un 10% de los programas de estudio de las carreras de pedagogía básica dedicado al estudio de las disciplinas científicas y la didáctica de las ciencias. Esta poca proporción de la formación de profesores básicos dedicada a la enseñanza de las ciencias se explica por la gran cantidad de temas que debe abordar dicha formación de los profesores básicos. Como se muestra en el trabajo de Vergara y Cofré (2008), hoy en día existen sólo cuatro programas de formación de profesores básicos que ofrecen una especialización en enseñanza de las ciencias, lo cual sería óptimo para poder brindarles la mayor cantidad de herramientas a los profesores que deben generar alfabetización científica en los niveles básicos de la educación chilena.

Figura 3

Proporción de las diferentes disciplinas en las mallas curriculares de 35 carreras de pedagogía básica. Se puede apreciar (en color negro) que menos del 10% de las mallas de carreras de pedagogía básica están dedicadas a disciplinas científicas o de su didáctica. Edu = cursos de educación, Psicol = cursos de Psicología y psicopedagogía, Leng = cursos de lenguaje, Mat = cursos de matemática, Dcien = curso de didáctica de las ciencias, Ciencia = cursos de contenido científico, Invest = cursos de metodología de la investigación, Pract = prácticas



En cuanto a la formación de los profesores de ciencia que imparten clases en nuestra educación secundaria, se puede sostener que en la mayoría de los programas se incluye una proporción importante de cursos relacionados con la especialidad o las disciplinas científicas (como biología, química, física, ciencias de la tierra), siendo en promedio un 45% de la malla. No obstante, existe una gran variación entre las diferentes universidades, encontrándose carreras en las que la especialidad es menos de un 30% de la malla y otras en que sobrepasa el 60% (figura 4a). Por otra parte, la formación pedagógica ocupa, en promedio, un 18% de la malla, oscilando entre un 9% y un 30%, dependiendo de la



universidad que imparte la carrera (figura 4b). En general, esta formación se imparte en los primeros años de las carreras de ciencia, incluyendo asignaturas de Psicopedagogía y de Teoría, Filosofía o Sociología de la Educación. Algunos de los cursos que se ubican más hacia el final de la carrera tienen que ver con gestión educativa, orientación y currículum (Cofré *et al.*, en prensa). Además de las ya nombradas, existen otras áreas de formación que poseen una menor importancia relativa dentro del plan de estudio de las pedagogías científicas en Chile. Por ejemplo: las prácticas (10%), la investigación (6%), la didáctica (5,7%), la matemática (5,2%) y la formación general (5,5%). (Cofré *et al.*, en prensa). Todos estos temas, aunque con poca representación en las mallas chilenas, son temas centrales para la formación del profesor de ciencias naturales en los países desarrollados (Carrascosa *et al.*, 2008; González *et al.*, 2009). Por ejemplo, llama la atención la poca actividad investigativa que estarían realizando los estudiantes formados en Chile, cuestión central en naciones de alto rendimiento como Finlandia, Corea del Sur o Japón (Jakku-Sihvonen y Niemi 2007; Camacho *et al.*, en prensa). Por otro lado, también discrepa nuestra formación con la recibida por estudiantes en países europeos en el poco desarrollo de las materias relacionadas con la didáctica o la enseñanza de las ciencias (figura 5).

Este tema de formación es muy importante en los planes de estudios en países como Alemania, Italia, Finlandia, Estados Unidos o Inglaterra (Camacho *et al.*, en prensa). En estos países existe un gran desarrollo de las investigaciones en la didáctica de las ciencias (e.g. Eschenhagen *et al.*, 2006; Krüger y Vogt, 2007; Abell y Lederman, 2007) y en el conocimiento pedagógico del contenido (PCK, Pedagogical Content Knowledge) en ciencias (e.g. Gess-Newsome y Lederman, 2000; Abell y Lederman, 2007), y muchas veces son los especialistas en este tema los que supervisan las prácticas de los estudiantes. Finalmente, es importante destacar la ausencia explícita de dos temas importantes: TICs (Tecnologías de Informática y Comunicación) y aspectos sobre Filosofía, Naturaleza o Historia de las ciencias (Cofré *et al.*, en prensa; Camacho *et al.*, en prensa).

Figura 4ab

Proporción de la malla de 35 carreras de pedagogía en ciencia en Chile, que corresponde a cursos de ciencia (izquierda) y a cursos de pedagogía (derecha)

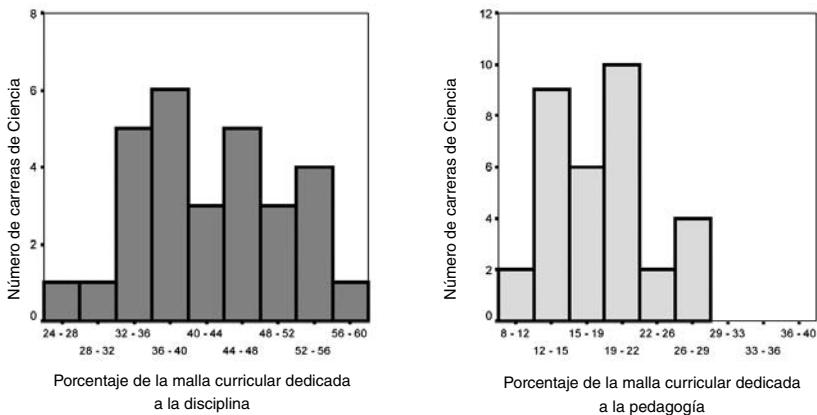
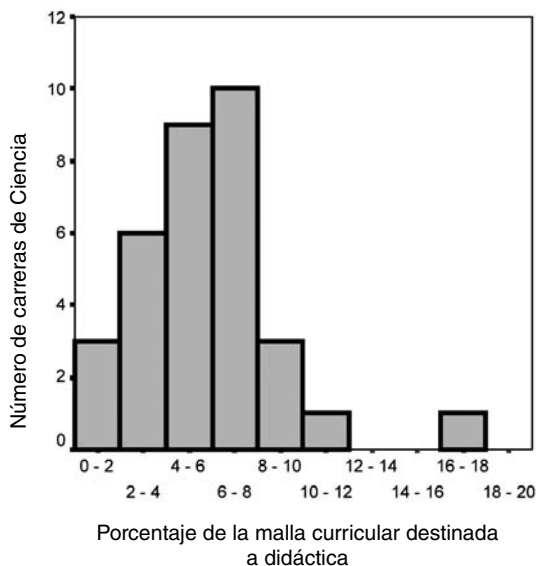


Figura 5

Proporción de la malla de 35 carreras de pedagogía en ciencia en Chile, que corresponde a cursos de didáctica de las ciencias



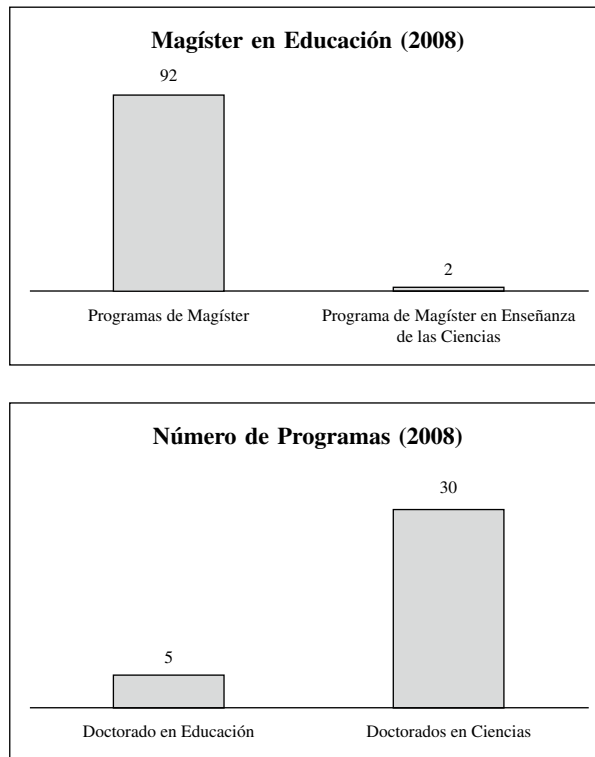
Como síntesis de este análisis de la formación de los profesores encargados de enseñar ciencias en la educación primaria (básica) y secundaria (media), se puede concluir que, en cuanto a la formación de profesores básicos, aún no existe una formación especializada en ciencias, ya que el área científica aún corresponde a una pequeña parte de los planes de estudio. Sin embargo, es interesante notar que al menos cuatro universidades imparten menciones o especializaciones en enseñanza de las ciencias, lo cual puede ser un primer paso para mejorar la calidad de la formación de profesores básicos (Vergara y Cofré, 2008). En cuanto a la formación de profesores de ciencia que imparten clases en nuestra enseñanza media, se puede decir que dicha formación está marcada por un fuerte componente del ámbito disciplinar y, en menor medida, por una preocupación por la formación en el ámbito pedagógico. Por otra parte, existe una menor preocupación de las casas de estudio que forman profesores de ciencia, por ámbitos tan importantes como la formación práctica, la investigación (tanto en la disciplina, la didáctica como en la pedagogía) y la didáctica de las ciencias. Finalmente, existe muy poca preocupación por temas como el conocimiento de la historia y la naturaleza de las ciencias, el manejo de un segundo idioma y el manejo de tecnologías para el aprendizaje, generalmente representados, cuando existe, por una sola actividad curricular cada una (Cofré *et al.*, en prensa).

Algunas de estas conclusiones generales han sido apoyadas por algunos trabajos recientes sobre la formación que reciben los estudiantes de pedagogía en ciencias en Chile. Por ejemplo, el trabajo de González *et al.* (2009), en base al análisis del trabajo de

laboratorio que se realiza a nivel universitario, sugiere que los estudiantes de pedagogía muchas veces tienen una experiencia de indagación más parecida a una receta de cocina (“cooking book”) que a procesos científicos de orden intermedio o superior como inferir, formular hipótesis, predecir, diseñar experimentos o formular modelos, lo cual estaría dejando en evidencia que cursos de disciplina en las pedagogías científicas no están incluyendo de forma óptima la formación en cuanto a la indagación científica.

Figura 6

Número total de programas de Magíster en Educación y su relación con aquellos enfocados sólo en la enseñanza de las ciencias y comparación entre el número total de doctorados en educación y el número de doctorados en ciencias en Chile. Ninguno de los doctorados en educación que se imparten hoy en día es específico sobre enseñanza o didáctica de las ciencias



## REFLEXIONES FINALES

Se sabe que el profesor que no posee conocimientos sólidos sobre la materia que enseña es un profesor inseguro, que se guiará principalmente por lo que dicen los libros de texto, lo cual al final repercute en que su práctica sea poco innovadora y principalmente

tradicional (Carrascosa *et al.*, 2008). De hecho, hemos visto que existen evidencias en Chile que profesores de biología que tienen poco dominio de la disciplina suelen realizar sus clases en formatos más tradicionales, remitiéndose a reproducir el contenido de un texto o documento y negando al alumno cualquier posibilidad de indagación, frente al temor de hacer evidente su poco manejo (Vergara, 2006). En este sentido, y en base al análisis de las mallas curriculares, se puede decir que la formación actual de profesores en Chile está enfocada en un tema muy importante. Sin embargo, conviene tener en cuenta que una formación científica sólida implica mucho más que conocer el contenido actualizado de la asignatura a enseñar. También implica conocimientos y habilidades profesionales muy diversas como: manejar la didáctica de las ciencias, saber realizar y promover la indagación científica, conocer la historia de la ciencia y comprender la naturaleza del conocimiento científico, aspectos que suelen dejarse de lado en los cursos universitarios alrededor del mundo (Furió-Más, 1994; Carrascosa *et al.*, 2008). De hecho, los profesores de aula consultados reconocen como importantes competencias relacionadas con la capacidad de evaluar y generar aprendizajes en el ámbito de las ciencias, generar un ambiente propicio en el aula y promover la indagación científica, dejando a un lado las competencias que tienen que ver directamente con el manejo de contenidos. Por otra parte, según un estudio de Windschitl (2003), los profesores que mejor y más implementaban metodologías de indagación científica en su sala de clases eran aquellos que habían tenido experiencias significativas de investigación científica durante sus estudios de pregrado o durante su vida profesional, por lo tanto, el incluir cursos sobre indagación y naturaleza de las ciencias en la formación de profesores de ciencia es algo que puede repercutir en forma directa y positiva en los resultados de los aprendizajes de los estudiantes de nuestro país.

Por lo tanto, para eliminar el riesgo de que la formación inicial de profesores de ciencia sea una simple suma de una formación científica por un lado y una formación general en psicología, pedagogía y sociología por otro (Carrascosa *et al.*, 2008), es urgente que se le dé mayor importancia a la formación en la didáctica específica en los planes de estudio de los programas de pedagogía en ciencias en Chile. Este tipo de formación puede servir como puente o catalizador para realizar la integración entre los principios teóricos estudiados en los cursos de educación, con la práctica docente en la que el futuro profesor ha de impartir determinados contenidos científicos. Además, estos cursos de didáctica deberían estar íntimamente relacionados con las experiencias prácticas de los estudiantes de pedagogía en ciencias en las escuelas, haciendo esta última formación más coherente y dialogante con la formación teórica. Pero para poder enseñar la didáctica de las ciencias es necesario que cada vez existan más académicos expertos en estas áreas del saber. Aquí caemos en otro nudo que se debe resolver, ya que en Chile la formación de postgrado en enseñanza de las ciencias es francamente inexistente. La figura 6 es elocuente: de los más de 90 programas de magíster en educación que existen en Chile, sólo dos se enfocan en la enseñanza de las ciencias. Una diferencia igual de abismante es la que existe entre el número de doctorados en educación y en el área científica. Además, ninguno de estos doctorados en educación se enfoca de forma explícita en la enseñanza de las ciencias. Por lo anterior, es imprescindible enfatizar la investigación sobre la didáctica o enseñanza de las ciencias en Chile, lo cual debería ir acoplado a una mayor generación de postgrados en Enseñanza de las Ciencias, Indagación Científica o Naturaleza de las Ciencias que nutran a su vez la formación de pregrado.

Todos estos cambios en la formación de los profesores de ciencia deben ir de la mano de cambios en el currículo nacional de ciencias, el cual necesita menos énfasis en los contenidos y más énfasis en las habilidades de indagación (el ajuste curricular actualmente en desarrollo es un avance hacia esa línea, pero no suficiente) y en las condiciones en que los profesores hoy en día realizan sus prácticas de enseñanza de las ciencias (menos horas frente al curso, más horas para reflexionar y planificar oportunidades de enseñanza y aprendizaje).

## BIBLIOGRAFIA

- Abell, S.K. (2000). *Science Teacher Education: an international perspective*. Kluwer Academic Publishers.
- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In: *Handbook of research on science education* S.K. Abell & N.G. Lederman. Routledge.
- Abell, S.K. y Lederman, N. (2007). *Handbook of research on science education*. Routledge.
- Ávalos, B. (2002). Profesores para Chile. Ministerio de Educación.
- Borgi, L., De Ambrosis, A. y Mascheretti, P. (2000). Reform in Science Teacher Education in Italy: The case of Physics. In: *Science Teacher Education: an international perspective*, Abell, S. K. Kluwer Academic Publishers.
- Camacho, J. y Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de las ciencias: retos y desafíos para promover competencias cognitivo-lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, 14: 197-212.
- Camacho, J.P., Jiménez, J., Galaz J.A. y Santibáñez, D. (en prensa). Capítulo 1. La Formación de profesores de ciencia en el mundo: una revisión. En: *Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile* (Ed. H. Cofré).
- Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C. y Guisasaola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.* 5: 118-133.
- Cofré, H., Noguera, M.I., Silva, A. y Vergara, C. La formación práctica de profesores: una revisión de las tendencias actuales para tomar en cuenta en la formación de profesores en Chile (en revisión).
- Cofré, H., Galaz, C., García, C., Honores, M., Moreno, L., Andrade, L. y Vergara, C. (2009). Frecuencia y tipo de actividades de laboratorio que realizan profesores/as primarios en el área de las ciencias, en Santiago de Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3432-3435 (recuperado de: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3432-3435.pdf>).
- Cox, C. y Gysling, J. (1990). La formación de docentes en Chile, 1842-1987. Santiago. Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Educación, CIDE.
- Eschenhagen, D., U. Kattmann & D. Rodi (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Aulis Verlag Deubner, Köln.
- Furió-Más, C. J. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- Flick, L. & Lederman, N. (2004). *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*. Netherlands: Springer.
- Galaz, J.A., Santibáñez, D., Camacho J.P., Jiménez, J., Vergara C. y Cofré, H. (en prensa). Capítulo 9. Competencias para una enseñanza efectiva de las ciencias: ¿qué opinan los profesores y los formadores de profesores? En: *Cómo mejorar la enseñanza de las ciencias en Chile* (Ed. H. Cofré).
- Gervais, C. y Correa, E. (2004). Explicitación del saber de experiencia de los profesores en el contexto de las prácticas docentes: un marco conceptual y metodológico. *Ikala* 9: 141-166.

- Gess-Newsome, J. & Lederman, N. (2000) *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Kluwer Academic Publishers.
- González, C., Martínez, M.T. y Martínez, C. (2009) La Educación Científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos* 25: 63-78.
- Havu-Nuutinen, S. & Ahtee, M. (2007). Teaching and learning science in primary school. En: *How Finnis learn mathematics and science*. Pehkonen, E., M. Ahtee, y J. Lavonen (eds.). Sense Publishers.
- Iqbal, H.M. & Mahamood, N. (2000). Science Teacher Education in Pakistan: Policies and Practices. In: *Science Teacher Education: an international perspective*, Abell, S. K. Kluwer Academic Publishers.
- Jakku-Sihvonen, J. & Niemi, H. (2007). *Research-based teacher education in Finland: reflections by finnish teacher educators*. Finish Educational research Association.
- Jenkins, E. & Nelson, N.W. (2005). Important but not for me: Students' attitudes toward secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23 (1), 41-57.
- Kahle, B. J. & Kronebusch, J. (2003). Science Teacher Education: From a fractured system to a Seamless continuum. *Review of Policy Research* 20: 585-602.
- Krüger, D. & Vogt, H. (2007). *Theorien in der biologiedidaktischen forschung*. Springer.
- Haberman, M. (2006). The special role of science teaching in schools serving diverse children in urban poverty. En: Flick, L & N. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 37-53). Netherlands: Springer.
- Hattie, J. (2003). Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality, Melbourne.
- Lavonen, J., Krzywacki-Vainio, H., Aksela M., Krokfors L., Oikkonen J. & Saarikko, H. (2007). Pre-service teacher education in chemistry, mathematics and physics. En: *How Finnis learn mathematics and science*. Pehkonen, E., M. Ahtee & J. Lavonen (eds.). Sense Publishers.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York. Routledge.
- Meisalo, V., Lavonen, J., Juuti, K. & Aksela, M. (2007). Information and communication technology in school science in Finland. En: *How Finnis learn mathematics and science*. Pehkonen, E., M. Ahtee & J. Lavonen (eds.). Sense Publishers.
- Martinić, S. y Vergara, C. (2007). Gestión del tiempo e interacción del profesor-alumno en la sala de clases de establecimientos de Jornada Escolar Completa en Chile. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* 5: 3-20.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., González, E.J. & Chrostowski, S.J. (2004). TIMSS 2003 International Science Report/by Publisher: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- MINEDUC (2004). Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS. Resultados de los estudiantes chilenos de 8º básico en el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias 2003. Unidad de Currículum y Evaluación.
- MINEDUC (2006). PISA 2006: *Rendimientos de estudiantes de 15 años en Ciencias, Lectura y Matemática*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- Núñez, I. (2002). La formación de docentes. Notas Históricas. En: Profesores para Chile, Avalos, B. Ministerio de Educación.
- OCDE (2006). PISA M (2006). Science Competencies for Tomorrow's World Volume 1 – Analysis.
- Román, M. (2003). Por qué los docentes no pueden desarrollar procesos de enseñanza de calidad en contextos sociales vulnerables. *Persona y Sociedad* 17: 113-120.
- Rudge, D.W. & Howe, E.M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education* 18: 561-580.

- Schimpf-Herken, I. (2006). El modelo de formación de docentes inicial de la Universidad Humboldt de Berlín. En: Modelos Innovadores en la formación inicial docente. Oficina Regional de Educación de la UNESCO.
- Vega, L. (2005). Los sistemas educativos europeos y la formación de profesores. Los casos de Francia, Reino Unido, España y Finlandia. *Revista de Educación* 336: 169-187.
- Vergara, C. (2006). *Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en profesores de biología: Coherencia entre el discurso y la práctica de aula*. Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Vergara, C. y Cofré, H. (2008). La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica chilena: un camino por recorrer. *Revista Foro Educacional* 14: 85-104.
- Vergara, C. y Miño, F. (2009). Resistencia de profesores de ciencia en los cambios de sus prácticas en el aula y sus representaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3514-3517 (recuperado de:<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3514-3517.pdf>).
- Villegas-Reimers, E. & Reimers, F. (1996). Where are 60 Million teachers? The missing voice in educational reforms around the world. *Prospects* 26: 469-492.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education* 87: 112-143.
- Zahur, R., Barton, A.C. & Upadhyay, B.R. (2002). Science education for empowerment and social change: a case study of a teacher educator in urban Pakistan. *Int. J. Sci. Educ.* 24: 899-917.

