

Panorama docente de las ciencias naturales en Educación Media¹

Francisco Claro

Facultad de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile

Resumen: En este trabajo analizamos la situación docente actual en las áreas de biología, física y química en Enseñanza Media. Demostramos que existe un déficit substancial de profesores con estudios en la especialidad que enseña, el cual afecta en forma desigual a las tres ciencias. Discutimos la factibilidad de superar esta deficiencia, concluyendo que se requieren medidas enérgicas de estímulo en el sector para hacer viable la implementación satisfactoria y con equidad de los programas de estudio vigentes.

Introducción

En forma cada vez más evidente la sociedad global reconoce la importancia de una cultura científica para participar del conocimiento moderno y al mismo tiempo contribuir al mejor desarrollo y utilización de la tecnología. La pieza maestra en lograr esta cultura a nivel de toda una población es la educación, y en todas partes se percibe una fuerte preocupación por el tema. La aplicación de instrumentos de medición para conocer los logros del sistema educacional al interior del país, o comparativamente con otras naciones, muestran el atraso en que se encuentra Chile, y lo mucho que queda por hacer.² Las medidas que se tomen para mejorar los logros sólo serán acertadas si se originan en un suficiente conocimiento de la realidad, que permita obtener un diagnóstico para ubicar el origen principal del problema, y priorizar acertadamente la focalización de los recursos. Este estudio procura avanzar hacia una mejor información en el ámbito de la realidad docente de la enseñanza de las ciencias en la Enseñanza Media.

El contexto histórico

En las últimas décadas se han sucedido numerosos cambios en el ámbito educacional que afectaron de manera sustantiva la enseñanza de las ciencias en el país. En particular, un decreto de 1981 creó inseguridad laboral entre los profesores del área, impactando el ejercicio de la profesión docente y el interés por ingresar a ella.

Nos referimos al Decreto 300 del 30/12/81, promulgado siendo ministro de educación el Sr. Alfredo Prieto, el que establece la obligatoriedad de 5 horas pedagógicas semanales de Ciencias Naturales en primero y segundo año medio. En tercero y cuarto medio quedan 3 horas semanales de biología y no se mencionan física y química, ni como obligatorias ni como parte de un listado de materias electivas. La situación se corrigió parcialmente a través del decreto 3 de fecha 11/1/84 firmado por el Ministro Horacio Aránguiz, que obliga a los establecimientos educacionales a ofrecer en esos niveles un plan electivo que incluya física, química, y una tercera asignatura no especificada. Sin

¹ Publicado en Revista de Educación, Vol. 307, pp 13-22 (2003)

² Resultados de las pruebas más recientes pueden encontrarse en www.simce.cl

embargo tales disciplinas permanecían en carácter opcional. Bajo el ministerio presidido por el ingeniero químico Dr. Juan Antonio Guzmán, el 21/09/89 se modifica nuevamente el decreto 300, fijando dos horas obligatorias en tercero y cuarto medio en cada una de las tres áreas, Biología, Física y Química, y permitiendo el incremento en una hora de la asignatura de Ciencias Naturales en primero y segundo, bajo la condición que allí se traten temas específicos de las tres asignaturas.

Finalmente, el año 1998 se promulgó el decreto 220 que establece nuevos planes y programas para la enseñanza de las ciencias, entre otras. Posteriormente, en decretos sucesivos, se fija un modelo horario para conseguir los objetivos planteados, el que exige como mínimo impartir dos horas en cada una de las tres asignaturas científicas en primero y segundo medio, y dos horas en dos de las tres disciplinas en tercero y cuarto, agregando un plan electivo de formación diferenciada de tres horas semanales en estos últimos niveles entre las que opcionalmente podría incluirse una de estas asignaturas. El cambio fue parte de una reforma global de la educación en el país, que incluyó importantes modificaciones en los contenidos y en el enfoque metodológico, poniendo decidido énfasis en el protagonismo de los estudiantes y en la adquisición de habilidades por encima de la información memorizada.³ Al aumentarse las horas disponibles en cada disciplina los contenidos se ampliaron, cubriendo materias que los docentes nunca enseñaron antes y en buena parte no conocieron cuando recibieron su formación inicial. Por ejemplo, a las materias que se impartieron tradicionalmente en física: mecánica newtoniana y electricidad, se agregaron temas tan diversos como sonido, calor, fluidos, física cuántica y astronomía, entre otros. La metodología buscó un cambio desde los desarrollos formales habituales hacia la presentación de las materias en base a experimentación y reflexión, apelando con frecuencia al entorno cotidiano.

Ambos cambios: contenidos y metodología, le crean al docente una gran exigencia. Asimilarlos y llevarlos con eficacia a la sala de clases requiere de tres condiciones básicas: (1) la disposición a renovar y ampliar sus conocimientos, (2) el hacer uso de oportunidades significativas de capacitación, y (3) disponer de tiempo laboral para hacer las transformaciones necesarias en sus rutinas de enseñanza.

El propósito de este trabajo es conocer la realidad actual como base necesaria para evaluar la capacidad del sistema para implementar satisfactoriamente la reciente reforma y lograr el objetivo de mejorar substancialmente la formación científica en la enseñanza media.

¿Hay suficientes profesores de ciencias en Chile?

Para que un sistema educacional alcance sus objetivos primarios debe contar, en primer lugar, con docentes bien preparados y en número suficiente para atender las necesidades del sistema. Iniciaremos nuestro análisis verificando si se satisfacen estos requerimientos en cada una de las ciencias naturales que se enseñan en la educación media: biología, física y química.

³ C. Cox, "Market and state principles of reform in Chilean education: policies and results", APEC Education Forum pp 17-58 (1999)

La segunda columna en la Tabla I muestra el número total de docentes activos en el país en las tres asignaturas⁴. Para juzgar si estos números son los adecuados necesitamos primero conocer la necesidad teórica de docentes por disciplina.

Tabla I. Número de docentes en ejercicio y requerimiento estimado

Asignatura	Número de docentes en ejercicio	Promedio horario (horas pedagógicas semanales en la disciplina)	Número requerido	Diferencia
Biología	2662	22,9	2060	602
Física	1664	22,5	2100	- 436
Química	2031	22,9	2060	- 29

Con el fin de estimar esta necesidad tenemos presente en primer lugar que, conforme a la normativa vigente, se espera que todos los estudiantes de primero y segundo año medio tengan un mínimo de dos horas semanales en cada una de las tres disciplinas, en tanto que en tercero y cuarto medio solo en los establecimientos humanista-científico es obligatoria la ciencia. En estos últimos dos años los estudiantes deben elegir dos de las tres asignaturas, con dos horas semanales dedicadas a cada una.⁵ Además, como se pudo verificar en la consulta nacional de planes de estudio de tercer año medio aplicada en el año 2001, la mayoría de los establecimientos científico-humanistas ofrece al menos un curso de formación diferenciada, al que normalmente se asigna tres horas semanales.⁶ Suponemos entonces que esa realidad se puede extender a cuarto medio, y que en estos niveles igual número de alumnos elige biología, física o química entre su curriculum opcional. Finalmente, suponemos que la carga horaria pedagógica de los docentes corresponde al promedio nacional de cada disciplina, incluido éste en la tercera columna de la tabla I.⁷

Los resultados obtenidos a partir de los datos anteriores, del número de cursos en cada nivel en el país y de las suposiciones adoptadas,⁸ se encuentran en las últimas dos columnas de la tabla. La cuarta columna lista los números requeridos, mientras la quinta contiene la diferencia entre el número de docentes en ejercicio (2ª columna) y el número requerido (4ª). Nótese que en física existe un déficit importante (20.8 %), mientras en química, habiéndolo, es marginal (1,4 %). En biología en cambio la dotación actualmente

⁴ Excepto cuando se especifica otra fuente, los datos manejados en este trabajo provienen de la encuesta nacional realizada por el Ministerio de Educación del Gobierno de Chile el año 2000, y del texto

“Estadísticas de la Educación, Año 2001” publicado por el Departamento de Estudios del mismo Ministerio

⁵ La obligatoriedad de estos horarios rige solo para aquellos establecimientos educacionales que no cuentan con planes y programas propios, rigiéndose por el modelo ministerial, los que constituyen la gran mayoría. Como los contenidos programáticos son obligatorios para todos, sin embargo, suponemos que los requerimientos docentes obedecen los mismo criterios en ambos tipos de establecimiento, aunque el detalle en la distribución horaria entre ellos pudiera diferir.

⁶ Consulta Nacional de Planes de Estudio, Informe 17 del Departamento de Estudios del Ministerio de Educación.

⁷ Estos promedios se obtuvieron dividiendo el número total de horas pedagógicas realizadas en cada disciplina (61.008 en biología, 37.417 en física y 46.498 en química), por el número de docentes correspondiente.

⁸ El cálculo del número de horas semanales requeridas por cada disciplina para satisfacer la demanda minimal dio el valor 47.222.

en ejercicio aparece como más que suficiente para servir la demanda horaria mínima del

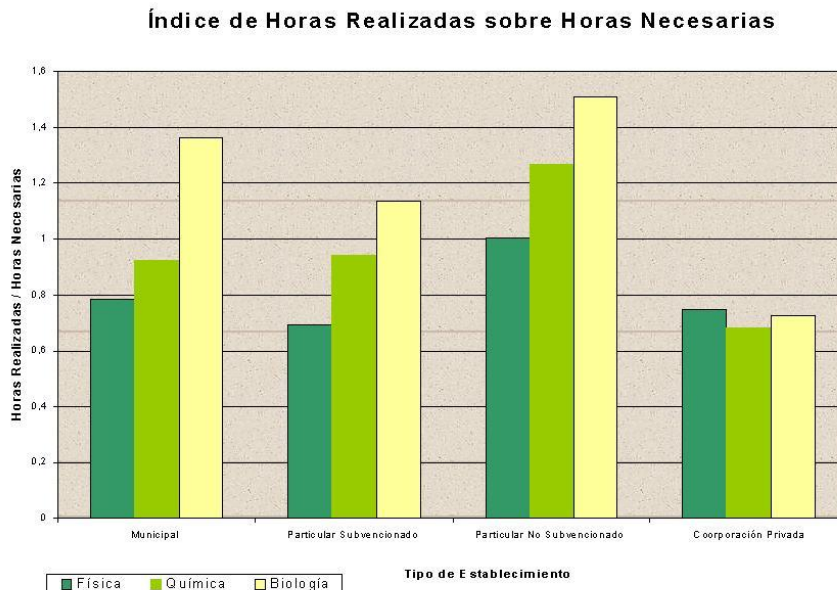


Fig. 1 Cuociente entre el número de horas realizadas y las mínimas requeridas, por tipo de establecimiento educacional

sistema.

El desglose de estos datos por dependencia de los establecimientos que imparten la docencia se ilustra en la figura 1.⁹ Las barras en este gráfico indican el cuociente entre el número de horas pedagógicas efectivamente realizadas y el número requerido conforme a los criterios enunciados más arriba. De esta manera, valores sobre 1 corresponden a superávit en el sector correspondiente, y bajo 1, a déficit. La figura muestra que el déficit se concentra en las escuelas subvencionadas.¹⁰ Mientras el sector de establecimientos particulares pagados supera los mínimos requeridos, los establecimientos con financiamiento público no los alcanzan en física y química. Estos datos revelan un problema de equidad en el sistema educacional, que afecta la enseñanza de las ciencias y contribuye a mantener las desigualdades de oportunidad en los diversos estratos de la sociedad. La manifiesta desigualdad entre las disciplinas observada en los datos de la tabla I y la figura 1 será comentada más abajo.

¿Qué formación tienen los docentes a cargo de enseñar las ciencias?

En la tabla II y figura 2 se muestran los números de docentes de cada disciplina (y porcentajes del total) según el carácter de sus estudios universitarios. Se observa allí que,

⁹ En la lectura de este gráfico se debe tener presente que los números de alumnos en los diversos sectores son muy diferentes: 53.1 % en la educación municipal, 36,6 % en la particular subvencionada, 8,8 % en la particular pagada y 1,5 % en las corporaciones privadas.

¹⁰ Las corporaciones privadas también muestran un marcado déficit, pero su gravitación en el sistema es poco significativo ya que constituye menos del 2% de la población escolar.

Características de los Títulos

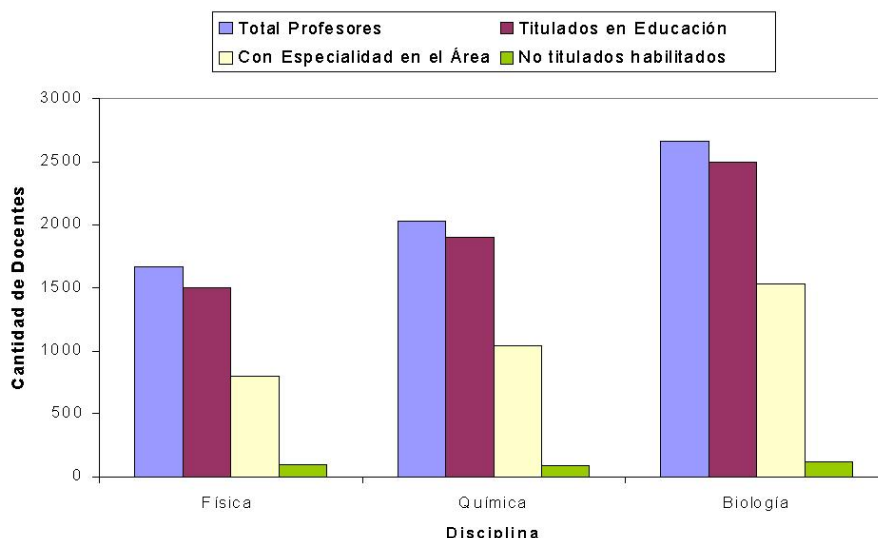


Fig 2 Distribución de docentes según su formación pedagógica

siendo la gran mayoría de ellos titulados en educación (primera columna), una fracción cercana a la mitad no tiene formación específica en la disciplina científica que enseña (última columna).¹¹ Estas cifras significan que alrededor de la mitad de los jóvenes en Chile están expuestos a una enseñanza no calificada en áreas del conocimiento que se consideran de difícil aprehensión.¹² En algunos establecimientos las clases de física, química o biología las dictan profesores titulados en especialidades tan diversas como castellano, historia y geografía, educación física o educación básica, los cuales enseñando como asignatura principal (primera asignatura) su disciplina, asumen además horas pedagógicas en alguna de las ciencias.

Tabla II. Formación de los docentes a cargo de las clases de ciencias.

Asignatura	Titulados en educación	Con otros títulos	No titulados	Con especialidad en la asignatura que enseñan
Biología	2496 (93,8%)	45	121	1539 (57,8%)
Física	1503 (90,3%)	60	101	798 (48 %)
Química	1900 (93,5%)	45	86	1045 (51,5%)

¹¹ La situación en biología es algo mejor que en las otras dos ciencias, diferencia que hacemos tácita en los comentarios que siguen.

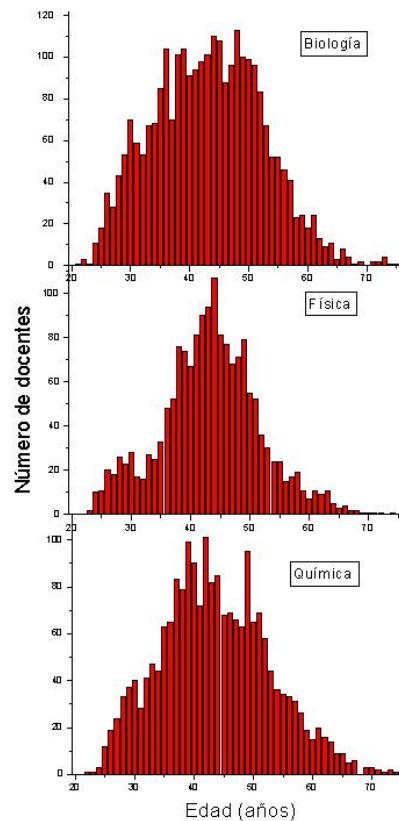
¹² Una situación similar ocurre en USA, donde el 31% de los docentes de biología son profesores ocasionales sin formación ni experiencia de enseñanza en la disciplina, cifra que se reduce algo en física (27%) y más en química (16%). Datos del "1996-97 American Institute of Physics (AIP) High School Physics Survey", estudio citado en APS News, Marzo del 2000. Un estudio similar para el periodo 2000-01 muestra que solo el 47% de quienes hacen clases de física en las escuelas de USA tienen una especialidad en la disciplina.

La disparidad entre las disciplinas

Los datos entregados más arriba abren una serie de interrogantes. Una de ellas surge de la comparación entre los números de docentes en las tres disciplinas. ¿Por qué son tan dispares?

Llama la atención por ejemplo, el exceso de horas impartidas en biología respecto al mínimo requerido. Una posible explicación de este hecho reside en la existencia de horas de libre disposición que los establecimientos pueden asignar a las disciplinas que deseen reforzar, tiempo que con frecuencia recae en el área biológica. La asignación de horas adicionales a física y química en tanto, podría verse afectada por la dificultad de encontrar profesores del área debidamente preparados. Para ilustrar este aspecto de la disparidad entre las disciplinas mostramos en la figura 3 la distribución etaria de los docentes. Notamos ahí que, si bien las tendencias son similares en las tres disciplinas para los mayores de 50 años, la población más joven acusa diferencias significativas. En particular, aparece un mínimo en el número de docentes con alrededor de 32 años, muy marcado en física y química, mientras en biología este tramo etario forma parte más bien de un lomo de abundancia en la curva.¹³

Fig 3 Distribución etaria de los docentes en las tres disciplinas



¿De donde surge esta diferencia? Quienes al contestar la encuesta el año 2000 tenían 32 años, ingresaron a la educación superior alrededor de 1987. Habían transcurrido entonces seis años desde la promulgación del Decreto 300 que suprimió la física y la química del programa, periodo que coincide justamente con la fuerte caída que se observa

¹³ Estos datos corresponden al total de docentes que enseñan cada asignatura. Las anomalías comentadas en el texto se agudizan cuando se consideran sólo aquellos profesores que tienen la especialidad que enseñan.

en las curvas correspondientes a esas disciplinas. El repunte en la curva etaria para los menores de 32 años coincide también con la modificación posterior del citado decreto, que restituye dichas materias en el programa obligatorio de enseñanza. La disparidad en el perfil etario de las disciplinas entonces se puede asociar a cambios en los programas oficiales, evidenciando el gran impacto histórico que han tenido las medidas gubernamentales citadas.

Otra fuente de disparidad puede ser el diverso grado de desarrollo de las tres disciplinas científicas en el ámbito nacional. Esto lo muestra, por ejemplo, su capacidad relativa de captación de recursos concursables para la investigación. En el Concurso Regular 2003 de FONDECYT¹⁴ el área biológica recibió el 21,7% de los recursos disponibles para todo el sistema a través de 47 proyectos nuevos aprobados, mientras en física y química se recibió el 5,9% en 26 proyectos, y el 7,4% en 30 proyectos, respectivamente.¹⁵ La relación entonces es de aproximadamente 3 a 1 entre biología y las otras dos disciplinas, lo que constituye una marcada diferencia. Este mayor desarrollo de la biología va aparejado con un mayor número de estudiantes de pre- y postgrado en esa disciplina, lo que sin duda afecta la selección, dotación y preparación de los docentes de enseñanza media respectivos.¹⁶

La paradoja de las horas

En los datos exhibidos en la tabla I llama la atención la reducida dedicación horaria de los profesores de ciencia en comparación con el promedio nacional del total de disciplinas que es de 28 horas por profesor,¹⁷ es decir, más de un 20% superior. Es paradójal que habiendo un marcado déficit de horas en física, por ejemplo, allí el promedio horario es el más bajo, haciendo presumir que el déficit en esta disciplina podría subsanarse con una mayor dedicación de sus profesores a ella.

Creemos, sin embargo, que esta anomalía se debe justamente a esta escasez, la cual provoca que una alta proporción de docentes de otras disciplinas son convocados a enseñar ciencias. Para ilustrar este punto mostramos en la figura 4 la distribución de docentes de las tres disciplinas juntas, por establecimiento, y según el total de horas pedagógicas semanales que cada uno imparte ya sea como Asignatura 1 o como Asignatura 2.¹⁸ Llama la atención en el gráfico la alta proporción de horas de ciencia impartidas como Asignatura 2 en los tramos bajo veinte horas, llegando a un 50% en el extremo inferior; ello muestra que hay una importante cantidad de docentes que dedican la parte principal de su jornada a otras

¹⁴ Fondo de Ciencia y Tecnología, principal fondo concursable del país, que financia a la gran mayoría de los investigadores chilenos en ciencias básicas

¹⁵ Panorama Científico (CONICYT), Vol. 17 Edición Especial, Junio 2003

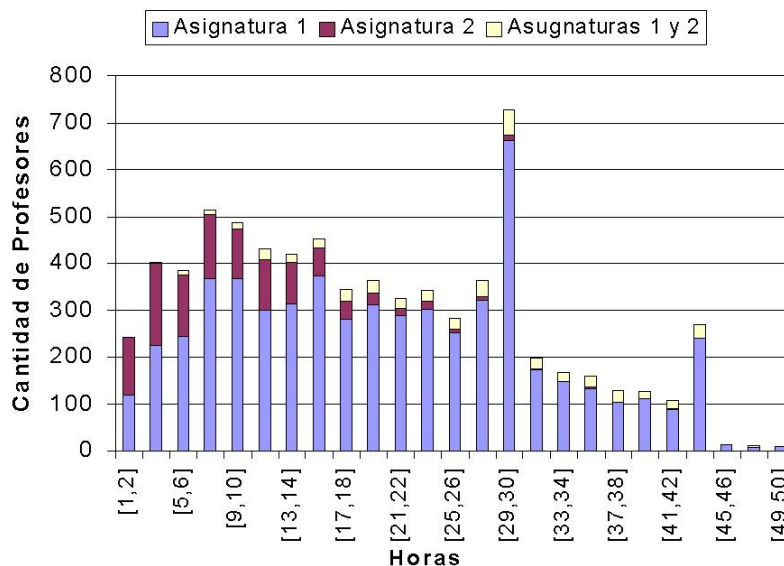
¹⁶ La disparidad en el desarrollo relativo es un dato interesante que merece un estudio aparte, que considere aspectos históricos y de vínculo de las disciplinas a las carreras profesionales asociadas, entre otros

¹⁷ Esta cifra podría ser superior pues su cálculo no acumuló las horas que algunos docentes hacen en más de un establecimiento

¹⁸ Se entiende que la Asignatura 1 es la principal en la cual se desempeña el docente, y es normalmente aquella en la cual está especializado.

asignaturas, en general ajenas a las ciencias naturales.¹⁹ Como éstos completan su horario

Fig. 4 Horas pedagógicas por jerarquía de asignatura



enseñando otras disciplinas, el promedio de horas en las asignaturas científicas se desplaza a valores inferiores, explicando la paradoja.

¿Es realista esperar una enseñanza de calidad?

Hemos visto más arriba que aproximadamente la mitad de quienes hacen las clases de ciencias en enseñanza media hoy no tiene estudios formales en la disciplina que enseñan. Es esperable entonces que esta mitad no entregue con la necesaria idoneidad las materias y habilidades disciplinares que exigen los programas vigentes.

La pregunta que sigue es si la otra mitad lo puede hacer. No pretendemos responder completamente esta pregunta aquí, pues es ajena a la naturaleza de este estudio. Sin embargo los datos sugieren que aún este segmento tendría dificultades para cumplir los objetivos programáticos entregados por la reciente reforma educacional. La edad promedio de quienes se desempeñan en aula bordea los 45 años (45,5 en biología, 45,2 en física y 45,3 en química). Esto significa que, en promedio, el docente en ciencias completó su educación formal hace más de veinte años. Teniendo presente que los programas contienen mucho material nuevo e incluyen conceptos científicos de desarrollo reciente, aún cuando la formación inicial hubiese sido buena, de no mediar un fuerte apoyo en la actualización del docente su labor no podrá llenar las expectativas de dichos programas. En el caso de los más jóvenes, es también importante tener presente que la calidad de su formación inicial tendrá que haber sido afectada por el bajo nivel promedio de los propios estudiantes. Por ejemplo en 1998 hubo puntajes de corte de

¹⁹ En apoyo de esta afirmación hacemos notar que si se considera el total de horas que hacen los docentes de las ciencias, incluyendo las que imparten en otras disciplinas, los promedios de horas pedagógicas semanales son 29,7 para biología, 29,1 para química y 30,3 para física, valores que superan al promedio en todo el sistema (28 horas).

ingreso en las carreras de pedagogía en física tan bajos como 444,7 puntos,²⁰ con un promedio nacional ese mismo año de puntajes mínimos en la especialidad de 478,8.²¹

Otro problema que surge del déficit de profesores con preparación en la disciplina, es que, como lo indicamos más arriba, induce a las instituciones a asignar las clases de ciencias a profesores con otras especialidades. Al mismo tiempo, esta escasez

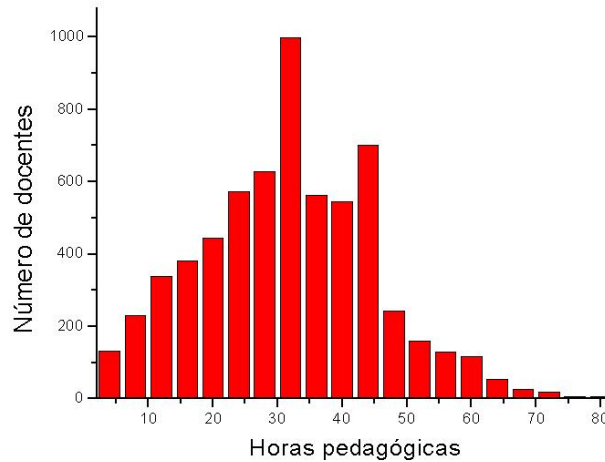


Fig. 5 Distribución de docentes de las tres disciplinas según número total de horas pedagógicas que realizan

ofrece a los docentes oportunidades de sobre-empleo que afecta seriamente la calidad de su labor. Del total que hace clases de física, un 21 % las hace en más de un establecimiento, cifra un poco menor en química (15 %) y en biología (12 %).

La figura 5 muestra la distribución de docentes según el número total de horas que realizan, incluidas las en ciencias y en otras asignaturas. A diferencia de la figura 4 que distinguía entre diferentes establecimientos, en la figura 5 un profesor que hacen clases en más de una institución aparece como un individuo en el gráfico, con la suma total de sus horas. La figura 6 agrupa los tramos y distingue las disciplinas. Los datos exhibidos muestran que cerca de la mitad de los docentes hace más de 30 horas pedagógicas cada semana, y que sobre uno cada nueve hace más de 44 horas.²² El evidente sobre-empleo en estas cohortes hace virtualmente imposible realizar una buena docencia por no disponer el profesor del necesario tiempo para preparar clases y evaluaciones, ni para actualizarse o capacitarse cuando los cambios de programa lo requieren, como lo exige la situación presente.

²⁰ Datos gentilmente proporcionados por Bárbara Ossandón, originados en un estudio realizado en colaboración con Verónica Peters.

²¹ Se observa un mejoramiento de los puntajes en los últimos años. En la admisión 2003 el promedio de puntajes de corte en 26 carreras de pedagogía en ciencias fue de 501 puntos. Fuente: Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado

²² Las cifras precisas son, 1197 (45% del total) en biología, 784 (47,1%) en física y 905 (44,6%) en química hacen más de 30 horas, mientras 310 (11,6%) en biología, 222 (13,3%) en física y 242 (11,9%) en química hacen sobre 44 horas pedagógicas semanales.

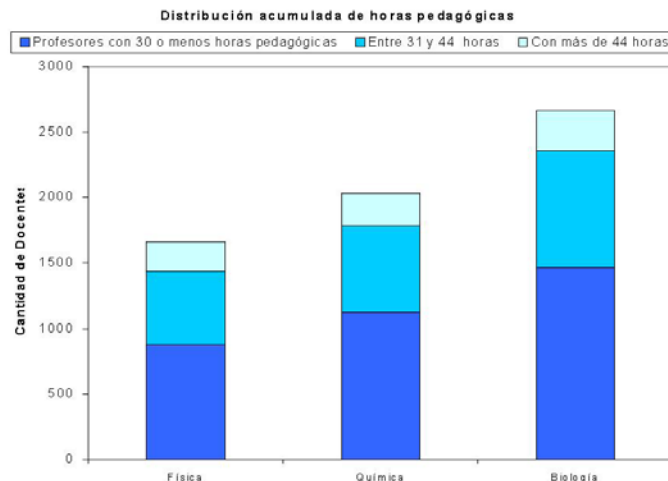


Fig 6 Cantidad de profesores cuya carga de horas pedagógicas está en los tramos 1 a 30 horas, 31 a 44 horas, y más de 44 horas

Corregir el déficit

¿Se podría esperar que en las circunstancias actuales los déficit de profesores idóneos para enseñar las ciencias se corrijan?

Veamos el caso de física. En el país existen siete instituciones de educación superior donde actualmente se ofrece la carrera de pedagogía en física²³, en algunos casos a través de un título híbrido que incluye además ciencias naturales, computación o matemáticas, presumiblemente con el objetivo de captar más alumnos. El promedio anual de titulados en estas carreras entre 1996 y 2000 fue de 17,¹⁹ valor inferior al número de docentes en la disciplina que anualmente deja de enseñar por acogerse a jubilación u otras razones. Esto significa que al ritmo actual de formación inicial solo se podría aspirar a mantener el número actualmente en ejercicio de su profesión. Corregir el déficit de profesores en 10 años en cambio requeriría titular en promedio en la especialidad alrededor de 80 docentes anualmente, cifra más de cuatro veces superior al ritmo de titulación actual.

Tabla III. Tasas de titulación anual

	Déficit neto	Déficit asignatura	Tasa de titulación requerida (10 años)	Titulados el 2002 ¹⁶
Biología	- 600	156	35/año	62
Física	435	888	110/año	19
Química	31	641	80/año	31

Pero la meta de superar el déficit de horas impartidas es insuficiente, pues ello no corrige la anomalía actual de tener gran cantidad profesores de otras asignaturas enseñando ciencias. Como lo muestra la tabla III, si además se aspirara a alcanzar en 10

²³Fuente: Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado. Según esta misma fuente, once instituciones ofrecen pedagogía en biología, y diez lo hacen en química

años una enseñanza enteramente profesionalizada, con sólo profesores de física haciendo las clases de física, habría que titular al menos 110 profesores anualmente, más de seis veces el ritmo de titulación actual.²⁴ Con igual fin, las tasas de titulación requeridas en biología y química son 35 y 80, respectivamente. En la última columna de la tabla se indica el número de titulados el año 2002, comprobándose que se está muy lejos de las cifras deseables en física y química, en tanto que en biología la tasa de titulación parece la adecuada.

Conclusión

A través de este estudio hemos intentado cuantificar las debilidades que acusa la formación científica que se imparte en la enseñanza media en Chile, desde la perspectiva de la dotación de profesores. Hemos detectado una serie de problemas cuyo origen principal es la escasez de docentes idóneos, principalmente en las asignaturas de física y química. Hemos además mostrado la incapacidad del sistema para superar la deficiencia en estas asignaturas en las condiciones actuales. Su corrección requiere de medidas vigorosas cuya especificación trasciende los objetivos de este artículo. Si no se adoptan, alcanzar una formación básica en ciencias para todos los niños de Chile no es una propuesta realista.

Agradecimientos. El autor desea agradecer a Silvia Elgueta, Carolina Hernández, Bárbara Ossandón por el valioso apoyo brindado en diversos aspectos de este estudio, y al Departamento de Estudios del Ministerio de Educación por el acceso a sus bases de datos.

²⁴ Esta cifra incluye el reemplazo de los que se retiran del sistema. Su cálculo supone además que los profesores que sólo enseñan su especialidad dedican, en promedio, el promedio nacional de horas pedagógicas por profesor, cifra superior en un 24% al promedio de la especialidad incluido en la tabla I