

OPORTUNIDADES DE PREPARACIÓN PARA ENSEÑAR MATEMÁTICA DE FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA EN CHILE

1. Introducción y alcances del estudio⁷

El objetivo general del proyecto “Oportunidades de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática en las carreras de Educación General Básica (EGB)” fue generar nuevo conocimiento acerca de la calidad y pertinencia de la preparación para enseñar esta asignatura entre estos profesionales, con el propósito de aportar antecedentes relevantes al debate nacional respecto de este tema.

Como se anuncia en el título, se eligió la perspectiva del Conocimiento Pedagógico de la Matemática (CPM) para evaluar la “calidad y pertinencia” de la que se habla en el objetivo general expuesto, generando para ello los instrumentos y protocolos que permiten su observación, registro y evaluación.

Los objetivos específicos abordados por el proyecto son:

- Elaboración de indicadores e instrumentos de evaluación de los factores que influyen en el desarrollo de una preparación de calidad en el CPM, que habilite a los estudiantes de pedagogía en EGB para desempeñarse profesionalmente en este nivel.
- Evaluación y tipificación de las oportunidades de adquirir el CPM ofrecido por los programas de pedagogía en EGB del país.
- Generación de redes de colaboración entre los distintos actores involucrados en la preparación de los profesores de EGB para enseñar matemática, que enriquecen el debate nacional en torno

⁷ El estudio que se reporta se realizó a través del proyecto “Oportunidades de Adquirir el Conocimiento Pedagógico de la Matemática en las Carreras de Educación General Básica”, financiado por el Consejo Superior de Educación y desarrollado entre noviembre 2007 y agosto 2008 por un equipo de diez investigadores, integrado por matemáticos y especialistas en educación matemática. Además de los autores del artículo, participaron en este estudio Patricia Barrientos y Pierina Zanocco.

a la enseñanza de la materia y crean mejores condiciones de decisión e implementación de los cambios que se avecinan.

El foco elegido, adquisición del CPM, responde al propósito de destacar un tipo de conocimiento disciplinar específico de la tarea de enseñar, que contribuya a precisar y delimitar el ámbito del debate en curso acerca de la necesidad de especialización de los profesores para este nivel educacional. La perspectiva elegida y el multidisciplinario equipo de trabajo conformado apuntan a la superación del divorcio entre pedagogía y disciplina, considerado ampliamente como una debilidad común de las carreras de pedagogía. Atendido el foco del estudio, éste se limita a los contenidos disciplinarios y de didáctica de la disciplina y no a otros aspectos de los programas estudiados. Tal restricción no tiene otro propósito que el de desarrollar con seriedad y profundidad un estudio en las condiciones concretas de realización ya expuestas. No debe verse en ello ninguna asignación de importancia o de prioridad de unos factores por sobre otros en la preparación de los profesores de EGB.

Se debe advertir también que el estudio se ocupa de las carreras que preparan a profesores generalistas para enseñar en nuestra actual enseñanza básica de ocho años. No se incluyeron, en ninguna de sus partes, las carreras con mención o especialidad ni en matemática ni en ningún otro sector o subsector de aprendizaje.

Para el estudio de las mallas curriculares se agotaron las posibilidades de acceso público a la información, incluyendo solicitudes directas a las universidades en caso de ausencia de ella.

Para el análisis de los programas de Matemática y Didáctica de la materia en las 12 carreras estudiadas se contó con los documentos que bajo ese nombre las universidades preparan para informar sobre los cursos que ofrecen. Es decir, no se preparó un formulario especial para ser respondido por las universidades, lo que obligó a trabajar con una gran variedad de presentación de antecedentes.

Las pruebas y encuestas que respondieron 421 estudiantes de dos niveles de formación (anterior y posterior a los cursos de Didáctica de la Matemática) de cuatro carreras de EGB, fueron desarrolladas

por el equipo de investigación, siguiendo consejos y ejemplos de la literatura internacional relacionada, por ejemplo, H. Hill (2004 y 2005) y L. Ma (1999).

El proyecto ha proporcionado información acerca de la cantidad, calidad y asociaciones características con otros factores, de las oportunidades actuales de adquirir el CPM en carreras de pedagogía en EGB en instituciones de educación superior de variada ubicación territorial, régimen de propiedad y fecha de creación, lo que entrega una imagen comprensiva de lo que ofrece en esta materia el país.

Los instrumentos y protocolos utilizados constituyen una herramienta para el monitoreo de los procesos de formación inicial de estos profesionales, útil en tareas de aseguramiento de calidad. Por otra parte facilitarán la replicabilidad de este esfuerzo y su extensión a otras especialidades y carreras de pedagogía.

El reciente anuncio de la ministra de Educación de un conjunto de iniciativas tendientes a mejorar y garantizar la calidad de la preparación para enseñar de los profesores que egresan de nuestras universidades aumenta el impacto de este proyecto.

Una importante consecuencia de sus resultados será proporcionar información a las instituciones formadoras de profesores de EGB y, a través de los instrumentos generados, una herramienta que les ayude a rediseñar sus programas con miras al establecimiento de normas y estándares de calidad de la formación docente. Esto último requiere de al menos dos elementos a los que este proyecto contribuye:

- resultados de investigaciones que permitan delimitar elementos relevantes del conocimiento de los profesores, así como los modos en los que este conocimiento, o su ausencia, se manifiestan;
- consensos sociales, particularmente entre los formadores de profesores, en torno a la relevancia de tales elementos y la posibilidad de distinguirlos con objetividad.

2. La oferta de carreras de Pedagogía en Educación General Básica en Chile

En Chile existe un gran número de instituciones de educación superior que ofrecen la carrera de Pedagogía en Educación General Básica (PEGB), la que en su concepción generalizada tiene por finalidad formar un profesor para ejercer la docencia en toda la enseñanza básica, de primero a octavo año, y en todas las asignaturas que se imparten en esos niveles. La mayoría de las universidades e institutos profesionales también ofrecen programas de pedagogía con mención en alguna especialidad o en varias, orientadas al segundo ciclo básico. El análisis realizado se focaliza en las PEGB, pues estos programas son los más numerosos, atraen al mayor número de alumnos y sus egresados se integrarán plenamente habilitados al sistema nacional de educación básica.

Los planes de estudio analizados son los vigentes a la fecha, sin tomar en consideración cambios curriculares que puedan estar planificados en algunas universidades. Existen procesos de modificación de planes de estudio, motivados por proyectos MECESUP de renovación curricular, que tienen por finalidad ofrecer programas de pedagogía con especialidad en Matemática, Lenguaje, Ciencias o Ciencias Sociales para el segundo ciclo básico, que afectan en ciertos casos a los programas de PEGB. La decisión de no incluir dichos posibles cambios en el análisis se basa en la cautela que existe en el medio sobre la profundidad y real adopción de estas propuestas, con excepciones, naturalmente. El sistema nacional de formación de profesores es extremadamente conservador, como lo muestra lo difícil que ha sido llevar adelante estas iniciativas MECESUP, y se grafica de manera dramática en su atrasada reacción frente al cambio de la enseñanza preparatoria de seis años por la enseñanza básica de ocho años, propiciada por la reforma educacional de 1966. Para una perspectiva histórica de la formación de profesores en Chile y la evolución de los planes y programas, consultar el libro de Cox y Gysling (1990), con un completo análisis desde 1842 a 1987.

La información cuantitativa sobre el sistema nacional de carreras de PEGB y la incidencia de cursos de Matemática y Didáctica de la Matemática, que se reporta en esta sección, fue recopilada por

Deride (2007) durante el desarrollo de una práctica de vacaciones en la Universidad de Chile. Las fuentes de información consultadas en ese trabajo se encuentran disponibles en los sitios web del Consejo Superior de Educación, Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, Ministerio de Educación, Comisión Nacional de Acreditación y de las propias universidades e institutos profesionales.

En Chile existen 198 programas de formación de PEGB que son ofrecidos por cinco institutos profesionales y 47 universidades, en programas dictados en horarios diurno o nocturno, y en distintas sedes. A esta enorme oferta hay que agregar los programas de titulación especial que ofrecen algunas universidades, descritos en el trabajo de Ruffinelli (2005).

¿Cuándo tienen oportunidad los futuros profesores de aprender matemática y cómo enseñarla? En esta primera parte se estudian las mallas curriculares de las carreras de PEGB que las universidades e institutos ofrecen. El propósito es indagar en las oportunidades que tienen los futuros profesores de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática. En esta primera aproximación, se considera simplemente el número de cursos que un alumno debe tomar durante su carrera y que están destinados a Matemática o Didáctica de la Matemática. Los conocimientos, habilidades y competencias para enseñar matemática en los niveles de educación básica no se obtienen sólo en estos cursos, pero es sólo en ellos donde es posible reflexionar sobre los múltiples aspectos de la matemática escolar, su enseñanza y aprendizaje⁸.

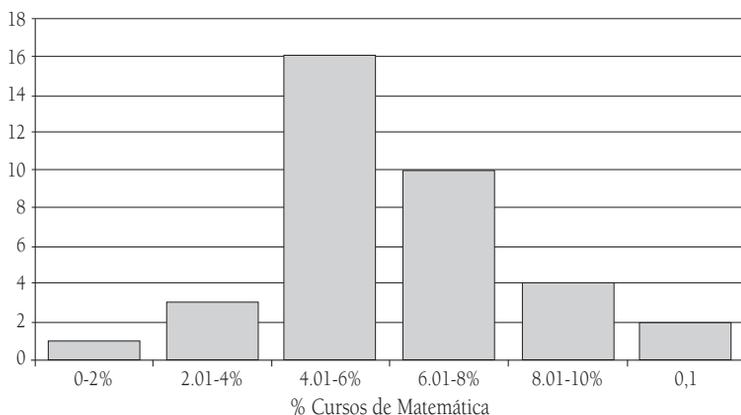
Sobre la base de la información disponible en los sitios universitarios se recopilaron las mallas curriculares de 36 programas ofrecidos por igual número de instituciones. No fue posible obtener las mallas de todas las carreras ofrecidas; sin embargo, las universidades consideradas representan adecuadamente el espectro de posibilidades existentes en el país, teniendo en cuenta distribución territorial, tipos

8 Del tipo de reflexión que se espera hay ejemplos en el libro de Liping Ma (1999), un estudio comparativo de las respuestas que profesores chinos y norteamericanos ofrecen a cuatro problemas típicos de la práctica de la enseñanza de la matemática. Ver también el artículo recientemente publicado por Felmer y Varas (2008) en esta línea.

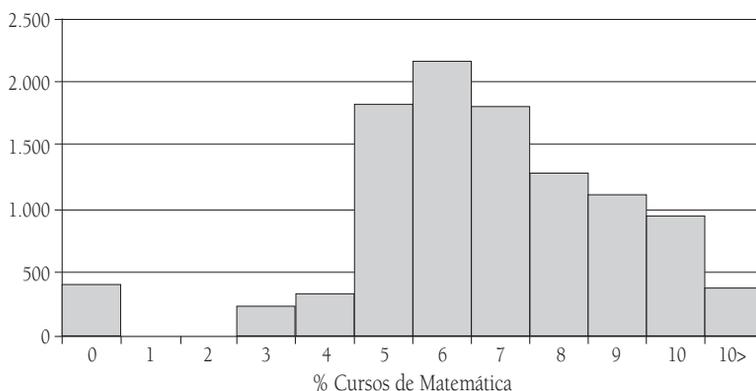
de financiamiento y vocación por la educación. Para cada malla curricular se realizó un simple conteo del número total de cursos ofrecidos (NT) y del número de cursos de Matemática o Didáctica de la Matemática (NM). Se excluyeron del conteo todos aquellos cursos relativos a prácticas profesionales y a preparación de tesis. Con estos datos, se calculó el porcentaje de cursos de Matemática, que se analiza a continuación.

Los siguientes gráficos muestran los resultados obtenidos como respuesta a la pregunta ¿Cuántos cursos de Matemática y Didáctica de la Matemática tienen las carreras que se ofrecen?

Cantidad de carreras vs. % cursos de Matemática



Cantidad de alumnos vs. % cursos de Matemática



De estos gráficos se desprende que sobre el 80% de las 36 carreras analizadas tienen un 8% o menos de cursos dedicados a matemática y sobre el 50% de las carreras tienen un 6% o menos de cursos de Matemática. Cabe destacar que el número de cursos de cada carrera es variable, desde extremos de 35 hasta 66 cursos. Además, no se ha tomado en cuenta el número de unidades docentes asignado a cada curso, información relevante que no está disponible para un número importante de carreras, de modo que usar ese índice habría disminuido el número de casos para considerar.

Como complemento a estos gráficos, parece interesante contrastar el número de cursos de Matemática con el número de alumnos matriculados en las carreras consideradas. Se puede apreciar que la gran masa de alumnos se encuentra en carreras con un porcentaje de cursos de Matemática de 8% o menos, y que aproximadamente el 50% de los alumnos estudia en carreras que tienen hasta un 6% de cursos de Matemática en la malla curricular.

Se ha mencionado la enorme oferta de carreras de PEGB que existe en el país. Esta oferta está constituida, por una parte, por universidades tradicionales, con programas y equipos profesionales establecidos en el tiempo y, por otra, por un gran número de universidades e institutos que ofrecen nuevas carreras.

Aparte del interés por saber cuándo han sido creadas las carreras ofrecidas, es relevante saber si esas nuevas carreras presentan algún patrón distinto de las más tradicionales; saber si estas nuevas ofertas traen novedad al sistema. Por esta razón, se presentan a continuación dos gráficos que muestran el momento de creación de las carreras analizadas y el porcentaje de cursos de Matemática que ofrecen.

dicho año la oferta adquiere mayor heterogeneidad y fluctúa entre 0% y 12%⁹.

3. Análisis de los contenidos de los cursos de Matemática y Didáctica de la Matemática que ofrecen los programas de PEGB

En la segunda parte del estudio, en el propósito por indagar sobre las oportunidades que tienen los futuros profesores de EGB de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática, se aborda el análisis de los contenidos de los cursos de Matemática y Didáctica de la Matemática que ofrece el sistema nacional de formación de profesores.

Este análisis se realizó sobre la base de los programas de estos cursos en 11 universidades y un instituto profesional¹⁰. En el marco de este proyecto no fue posible realizar un estudio exhaustivo de todas las universidades e institutos, de modo que se eligió un conjunto de universidades, incluyendo institutos profesionales, que constituyen en su conjunto una muestra representativa del total de universidades que imparten la carrera. Atendiendo a la naturaleza de este estudio, que tiene como objetivo obtener información sobre el sistema nacional en su conjunto y no comparar los programas entre sí, a lo largo de este trabajo se identifican las universidades con las siglas U1, U2, ..., U12.

Codificación de los contenidos de los programas de cursos

Los programas fueron analizados con la metodología de clasificación y codificación de contenidos que usa el estudio TEDS-M¹¹ y que considera tres categorías: Matemática, Educación/Pedagogía y Educación/Pedagogía en Matemática. Para efectos de este trabajo se ha reducido la atención sólo a los contenidos correspondientes a las categorías 1 y 3. Los códigos de TEDS-M debieron experimentar

9 Estos gráficos fueron contruidos sobre la base de datos obtenidos en los sitios web de cada carrera y del sitio del Consejo Superior de Educación (CSE).

10 En adelante se usará "universidades" para referirse a este conjunto de instituciones de educación superior, aunque incluye a un instituto.

11 Proyecto internacional que es conducido en Chile por el Ministerio de Educación.

algunas adaptaciones: en un primer caso se han desagregado códigos en ciertas áreas donde aparecen términos muy genéricos y en un segundo se han dejado fuera códigos relativos a matemática avanzada, como Cálculo Diferencial y Ecuaciones Diferenciales, por ejemplo, que no son tratados en ningún programa analizado. Después de las modificaciones realizadas se ha consolidado una lista de 47 códigos de Matemática y 56 códigos de Educación/Pedagogía en Matemática, de los que se muestran algunos ejemplos.

Ejemplos de 7 de 47 códigos de matemática.

| | |
|-----------|---|
| 1,1 | Matemáticas escolares |
| 1.1.1 | Números |
| 1.1.1.0 | Números Naturales |
| 1.1.1.0.1 | Números Naturales (sistema de numeración decimal, operatoria) |
| 1.1.1.0.2 | Principio de Inducción |
| 1.1.1.0.3 | Definición de número primo, divisibilidad |
| 1.1.1.0.4 | Otros sistemas de numeración (romanos, mayas, otras bases) |
| 1.1.1.1 | Números Enteros |
| 1.1.1.2 | Fraciones y Decimales |
| 1.1.1.2.1 | Fraciones |
| 1.1.1.2.2 | Decimales |

Ejemplos de 10 de 56 códigos de Educación/Pedagogía en Matemática.

| | |
|-------|--|
| 3.4 | Problemas y soluciones matemáticas |
| 3.4.1 | Análisis de problemas |
| 3.4.2 | Planteamiento de problemas |
| 3.4.3 | Resolución de problemas |
| 3.5 | Instrucción matemática |
| 3.5.1 | Representación de contenidos matemáticos (p.ej., Bruner) |
| 3.5.2 | Selección y secuenciación de contenidos matemáticos |
| 3.5.3 | Métodos de enseñanza (p.ej. Enseñanza por descubrimiento, etc.) |
| 3.5.4 | Dificultades de los estudiantes (errores comunes) |
| 3.5.5 | Utilización del cálculo |
| 3.5.6 | Utilización de ordenadores |
| 3.5.7 | Utilización de otras manipulaciones (modelos físicos, bloques, etc.) |

Resultados de contenidos en los programas

Los resultados informan, de cada uno de los 103 códigos considerados, el número de universidades (de entre las 12 estudiadas) que tienen en algunos de sus programas de cursos de Matemática o Didáctica de la Matemática el contenido del código correspondiente. Por ejemplo, si para el concepto codificado “Definición de número primo, divisibilidad” se reporta como resultado 6, quiere decir que en 6 universidades aparece este concepto en la sección contenidos en al menos uno de los programas considerados y en las otras 6 no aparece.

Para cada una de las dos categorías consideradas se presentan códigos frecuentes y códigos no frecuentes, en una selección de 36 que parecen especialmente relevantes para el desempeño profesional del futuro profesor. Como complemento a este análisis, se reporta más adelante una comparación con los Objetivos Fundamentales (OF) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) del currículum escolar vigente y una breve discusión sobre la bibliografía que aparece en los programas analizados. Este conjunto de antecedentes proporciona suficiente información para que el lector pueda sacar sus propias conclusiones respecto del foco de este estudio: las oportunidades que tienen los estudiantes de PEGB de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática, oportunidades que lo pueden convertir (o no) en un profesor competente para orientar y estimular el aprendizaje de sus futuros alumnos.

Contenidos de matemática en los programas

| Contenidos frecuentes | |
|--|----|
| Números Naturales (sistema de numeración decimal, operatoria) | 10 |
| Fracciones | 9 |
| Unidades de medida | 7 |
| Descripción y clasificación figuras geométricas | 11 |
| Geometría tridimensional (descripción de cuerpos geométricos, redes) | 7 |

| Contenidos poco frecuentes | |
|---|---|
| Decimales | 5 |
| Proporcionalidad | 3 |
| Porcentajes | 3 |
| Concepto de estimación y sentido numérico | 3 |
| Cálculos y propiedades de longitud, perímetro, área y volumen | 6 |
| Los teoremas básicos de geometría (Pitágoras, suma de ángulos interiores de un triángulo) | 3 |
| Congruencia y semejanza | 1 |
| Frecuencias, distribución de frecuencias, frecuencias acumuladas | 4 |
| Representación gráfica de datos | 4 |
| Estimadores de tendencia central | 3 |
| Estimadores de dispersión de datos: desviación estándar | 2 |

Contenidos de educación/pedagogía de matemática en los programas

| Contenidos frecuentes | |
|--|---|
| Naturaleza y desarrollo de la capacidad y el pensamiento matemáticos (por ejemplo, Piaget) | 7 |
| Resolución de problemas | 9 |
| Preparación de material didáctico en general | 8 |
| Conocimientos de OF y CMO | 8 |
| Números Naturales | 9 |
| Geometría | 7 |
| Conceptos básicos de espacio, materiales didácticos | 9 |

| Contenidos poco frecuentes | |
|--|---|
| Razonamiento, argumentación y demostraciones | 0 |
| Mediciones | 6 |
| Estrategias de cálculo mental: redondeo, estimación, descomposición | 1 |
| Números fraccionarios | 5 |
| Números decimales | 2 |
| Planteamiento de problemas | 2 |
| Selección y secuenciación de contenidos matemáticos | 3 |
| Métodos de enseñanza (por ejemplo, enseñanza por descubrimiento, etc.) | 3 |
| Dificultades de los estudiantes (errores comunes) | 1 |
| Ansiedad matemática | 0 |
| Diagnóstico y evaluación de logros de los estudiantes | 5 |
| Planificación de unidades didácticas | 2 |
| Análisis/observación/reflexión sobre la enseñanza de la matemática | 5 |

Nota. Los códigos que se reportan como frecuentes en las tablas anteriores son aquellos que aparecen en siete o más carreras de las 12 analizadas. Los reportados como poco frecuentes tienen incidencia menor o igual a 6 y se consideran importantes para responder a la pregunta planteada.

Validez de la metodología

El análisis de los contenidos declarados en los programas de los cursos es una forma de aproximarse a conocer las oportunidades de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática que tienen los aspirantes a profesores de EGB y es legítimo preguntarse sobre la validez de esta metodología para el propósito deseado. La sola lectura y codificación de los contenidos de los programas no lleva a conocer en profundidad la calidad de las oportunidades que tienen los alumnos, puesto que hay por lo menos tres fuentes de distorsión:

- Un programa puede tener una presentación inadecuada e incluso descuidada, pero los cursos que realmente se ofrecen a los estudiantes no contienen las falencias que los programas sugieren.

- Los programas están diseñados de manera impecable, pero los cursos que se dictan no tienen la calidad que aquellos sugieren.
- Puede haber interpretaciones equivocadas en el proceso de codificación, que consiste en registrar cada vez que aparece en la sección contenidos del programa un determinado concepto, teorema, teoría o actividad. En la práctica, muchas veces es necesario interpretar lo allí expresado dando origen a codificaciones que contienen algún grado de subjetividad.

Estos posibles efectos distorsionadores se consideran menores frente a la información que arrojan los resultados reportados, especialmente si se aprecian en conjunto con el análisis de las mallas curriculares (36 universidades) y con pruebas, encuestas y entrevistas (cuatro universidades). Estas tres perspectivas permiten componer una visión del sistema completo.

Comparación con el currículo escolar

La pregunta abordada en este estudio –¿cuáles son las oportunidades de adquirir el conocimiento pedagógico de la matemática en las carreras de EGB?– se puede reemplazar por una pregunta aún más básica: ¿qué oportunidad tienen los futuros profesores de aprender las materias de matemática que enseñarán en su trabajo profesional? La tabla de presencia de temas del Currículo Escolar en los programas de Formación Inicial –que se presenta en la página siguiente– recoge algunos antecedentes para responder a esta segunda pregunta. En la primera columna se incluye una selección de los códigos de matemática ordenados según cuatro ejes: Números, Geometría, Medición y Estadística. La segunda columna indica el número de universidades (de entre las 12 bajo análisis) que declaran el contenido en sus programas. Y en la tercera se indican los niveles del currículo escolar en que estos temas se estudian, de acuerdo con el marco curricular vigente.

La lectura de esta tabla informa, por una parte, que los temas relativos a los Números Naturales y Geometría, organizados en el sistema de numeración decimal y su operatoria, y la descripción y clasificación de figuras, respectivamente, son temas considerados por diez y once universidades. Por otra, indica que un conjunto de temas

–destacados con fondo en este texto– son incluidos en menos de la mitad de las universidades.

Tabla de presencia de temas del Currículo Escolar en los programas de Formación Inicial

| CONTENIDOS DE MATEMÁTICA | N° de U que lo incluye | Currículo escolar vigente |
|--|------------------------|---------------------------|
| Números | | |
| Números Naturales (sistema de numeración decimal, operatoria) | 10 | 1° a 6° |
| Definición de número primo, divisibilidad | 6 | 5° a 6° |
| Números Enteros | 5 | 8° |
| Fraciones | 9 | 3° a 7° |
| Decimales | 5 | 5° a 8° |
| Conceptos de estimación y sentido numérico | 3 | 3° a 6° |
| Proporcionalidad | 3 | 7° a 8° |
| Porcentajes | 3 | 7° a 8° |
| Geometría | | |
| Descripción y clasificación figuras | 11 | 3° a 7° |
| Teoremas básicos (Pitágoras, suma de ángulos interiores, etc.) | 3 | 8° |
| Construcciones con regla y compás | 1 | 5° a 8° |
| Geometría tridimensional (descripción de cuerpos geométricos, redes) | 7 | 3° a 8° |
| Medición | | |
| Unidades de medida | 7 | 3° a 5° |
| Cálculos y propiedades de longitud, perímetro, área y volumen | 6 | 5° a 8° |
| Estimación y error | 0 | 1 a 8° |
| Estadística | | |
| Frecuencias, distribución de frecuencias, frecuencias acumuladas | 4 | 7° a 8° |
| Representación gráfica de dato | 4 | 8° |
| Estimadores de tendencia central | 3 | 6° a 8° |
| Estimadores de dispersión de datos: desviación estándar | 2 | 8° |

Asimismo, la tabla muestra que temas relativos a Estadística tienen poca cobertura. Esta situación adquiere mayor significación considerando el ajuste al marco curricular en marcha, que entrará en vigencia en los próximos años y que incorpora nociones sobre este tema a partir del primer año de EGB. Igualmente, el ajuste curricular incluye temas de Álgebra desde quinto año básico y nociones de probabilidad. En este estudio se constató que ninguna de estas doce universidades incluye Álgebra Elemental como contenido en sus programas de formación inicial de profesores y sólo una incorpora

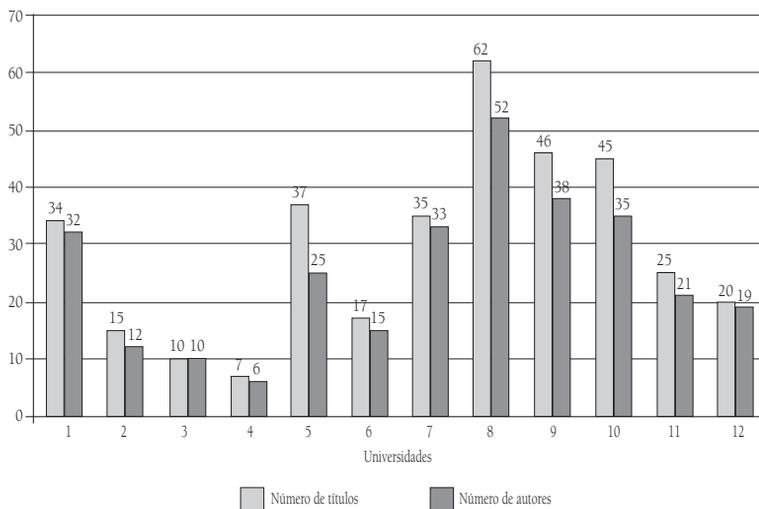
nociones primarias de Probabilidad. Se puede plantear como hipótesis que la ausencia de oportunidad de aprendizaje de temas del currículo vigente en la formación inicial de profesores tiene consecuencias en la enseñanza que estos profesores brindarán a sus alumnos.

La bibliografía en los programas analizados

La bibliografía incorporada en los programas de los cursos de las 12 universidades que forman parte de este estudio registra un total de 353 títulos, correspondientes a 298 autores diferentes. La distribución por universidad se muestra en el siguiente gráfico. Los autores más citados son Alsina (siete universidades y dos títulos), Dienes (seis universidades y 10 títulos) y Riveros y Zanocco (ocho universidades y cuatro títulos). Las publicaciones son de edición argentina en 39 casos, española en 142, chilena en 55 y mexicana en 38, y fueron realizadas entre 1960 y 2006, 300 de las cuales son anteriores a 2000, 157 anteriores a 1990, y 73 provienen de antes de 1980.

Entre otros aspectos que llaman la atención, se puede mencionar que hay dos universidades que presentan bibliografía común para todos sus cursos, siete incorporan los Planes y Programas de Estudio de enseñanza escolar en su bibliografía y tres incorporan textos referidos a Estadística. Sólo una universidad incluye direcciones de sitios web de interés para la asignatura. De la lectura de los programas y su bibliografía asociada, no es posible determinar cuál porción de la bibliografía es obligatoria, sugerida o de referencia.

Títulos y autores por universidad



4. Los instrumentos de la evaluación directa

En cuatro carreras de PEGB, de universidades públicas y privadas, tradicionales y no tradicionales, de Santiago y de regiones, se aplicaron pruebas y encuestas a estudiantes y entrevistas a sus profesores.

Prueba para estudiantes de PEGB

La prueba contenía 18 preguntas y tuvo el propósito de detectar tanto el manejo de conocimientos matemáticos elementales como de aquellos necesarios para enseñar esta materia en los primeros años de escolaridad básica. No pretende ser exhaustiva sino explorar con cierta profundidad el dominio de algunas temáticas propias de la aritmética y, muy especialmente, la sustracción “con reserva”, identificada como uno de los temas difíciles de enseñar.

En 12 de las 18 preguntas está involucrado el conocimiento matemático elemental de: el sistema decimal de numeración (decenas, centenas; relación entre unidades decimales y sexagesimales), el carácter inverso de la relación entre las operaciones aritméticas (adición/sustracción, multiplicación/división), la sustracción, la multiplicación, la división e incluso el conteo.

Para responder correctamente estas 12 preguntas se requiere, además de disponer de los conocimientos matemáticos involucrados, haber analizado estos conocimientos desde la perspectiva de su enseñanza. Esto se evidencia especialmente en la pregunta: ¿cómo se puede calcular mentalmente $10.000 - 1.999$?, y en otra que inquiriere sobre la validez, justificación y explicación del procedimiento de restar reiteradamente el divisor para dividir.

En 2 preguntas se busca establecer relaciones entre desplazamientos en una tabla con los primeros cien números y expresiones numéricas aditivas. El conocimiento requerido es prácticamente el mismo que necesitan los niños para realizar esta tarea, que abordan muy tempranamente en su experiencia escolar.

En 4 preguntas el énfasis está puesto en el manejo de recursos para la conducción del aprendizaje de la sustracción: plantear problemas desde ciertos datos, seleccionar un material concreto y explicar cómo usarlo, elegir una lista de ejercicios justificando su opción.

Cabe destacar una pregunta que atraviesa los tipos de conocimiento que han sido distinguidos. Se puede resolver planteando un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas, pero, además de responder, se pide diseñar un diagrama que posibilite la resolución del problema sólo con conocimientos de aritmética elemental.

A continuación se presentan algunas preguntas representativas de la prueba.

- Escribe los números 384 decenas y 16 centenas y calcula su diferencia.
- En un problema de restas, alguien recomienda sumar (o restar) la misma cantidad al minuendo y al sustraendo. ¿No se altera así el resultado? Justifica tu respuesta.
- Plantea una situación problemática cotidiana que se resuelva mediante restas, usando 2 cintas: una de largo 35 cm y otra de largo 25 cm.

Encuestas para estudiantes de PEGB

La encuesta consta de tres partes correspondientes a diversos aspectos de la percepción y las creencias de los estudiantes, que se presentan bajo los títulos:

- acerca del aprendizaje y la enseñanza de la matemática;
- acerca de la matemática y tú mismo;
- acerca de tu carrera.

La forma predominante de la encuesta es la de una lista de afirmaciones respecto de las cuales se pide el grado de coincidencia (Muy de Acuerdo, de Acuerdo, Indiferente o “me da igual”, en Desacuerdo, Muy en Desacuerdo). Las afirmaciones planteadas se inspiran en la experiencia de los investigadores, en resultados de procesos de acreditación, en resultados preliminares del análisis de programas que se expuso antes y en observaciones que se presentan en Felmer (2006 y 2008).

La primera parte consta de 10 preguntas. En las 7 primeras se confronta al estudiante con ideas acerca de los conocimientos, habilidades y competencias requeridos para enseñar matemática en la EGB. En las tres últimas se inquiriere sobre percepciones y creencias acerca de las posibilidades de aprender matemática como producto de una buena enseñanza, versus el talento innato.

La segunda parte consta de 10 preguntas en las que se busca determinar la percepción del estudiante de pedagogía respecto de su relación con la matemática y su enseñanza. Se inquiriere acerca del gusto e interés, de la capacidad y seguridad en sus conocimientos, habilidades y competencias para desempeñarse como profesor de la asignatura.

La tercera parte corresponde a preguntas relativas a la carrera en la institución del estudiante. En ella se busca establecer su grado de satisfacción con distintos elementos de su carrera relacionados con la preparación para enseñar matemática. Consta de dos secciones, en la primera se pide la opinión respecto de sus necesidades futuras como profesor, la cantidad y pertinencia de contenidos de cursos de Matemática y Metodología en su carrera. La segunda sección consta

de 9 preguntas tendientes a determinar el grado de coincidencia con afirmaciones respecto a la adquisición del CPM en los cursos que se le ofrecen.

Pauta para entrevistas a profesores

La pauta está destinada a organizar una discusión grupal con los profesores de Matemática y Didáctica de la Matemática de cada carrera de PEGB y a proveer un esquema para un informe descriptivo. Los aspectos que aborda son:

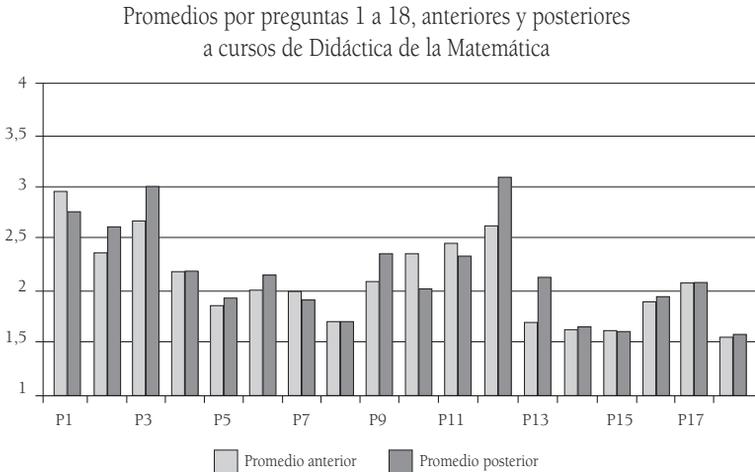
- Caracterización de los alumnos de esa carrera, sus habilidades y disposición para el estudio, la matemática, la enseñanza.
- Creencias respecto de la distribución del talento matemático, de su función en el aprendizaje (versus el trabajo y la buena enseñanza), de condiciones y preparación para enseñar la matemática elemental.
- Responsabilidad de diseño de los programas de estudio, nivel de satisfacción con dichos programas, mecanismos de actualización de los mismos.
- Características del cuerpo docente: su formación, estabilidad laboral y condiciones de trabajo; su actualización y opinión acerca del CPM.
- Caracterización de las competencias de los estudiantes al egreso de la carrera (disciplinarias, didácticas, manejo práctico de situaciones de aula, dominio del programa escolar, uso crítico de textos escolares, capacidad de reflexionar sobre su quehacer).

5. Resultados de pruebas y encuestas a estudiantes

Los alumnos que respondieron a estas pruebas y encuestas pertenecen a las primeras cuatro universidades de las doce instituciones cuyos programas se analizaron. Su distribución es la siguiente: 113 de U1, 118 de U2, 74 de U3, 116 de U4. Del total de 421 estudiantes, 234 no habían rendido aún cursos de Didáctica de la Matemática y 187 ya los habían rendido. Para responder las 18 preguntas de la prueba y la encuesta completa se dispuso de 90 minutos. Se confeccionaron rúbricas descriptoras de cuatro posibles niveles de logro en cada una de las preguntas de la prueba. Esta pauta de corrección fue testada

por dos correctores independientes en ocho pruebas rendidas. Con el resultado de tal ejercicio, se modificaron y ajustaron 9 de las 72 rúbricas. Cada pregunta fue calificada con un puntaje entre 1 y 4, donde el mayor puntaje indicaba mayor nivel de logro y la ausencia de respuesta se calificaba con el puntaje 1.

Prueba. Los resultados generales de la prueba dan un promedio de 2.13 puntos, lo que es inferior a la mitad de la escala de calificación (2.5) y muestra sólo una leve mejoría con la mayor madurez y haber cursado las asignaturas de didáctica (pasa de 2.10 a 2.17). Esta mejoría no es uniforme, como se aprecia en el siguiente gráfico.



Si bien la manera más confiable de establecer el aporte de los cursos al desarrollo de una habilidad o conocimiento –y de ese modo evaluar la calidad y pertinencia de las oportunidades de aprendizaje que ofrecen– es la realización de estudios longitudinales, el plazo en que debía desarrollarse este proyecto no lo permitía. La evaluación a dos cohortes distintas de estudiantes de las mismas carreras, con el mismo instrumento y en forma prácticamente simultánea, sin que se aprecie un progreso significativo en conocimientos esenciales de su futuro ejercicio profesional, arroja al menos una importante alerta.

Esta prueba resultó de alta confiabilidad y buenas propiedades sicométricas, como se detalla en el informe final del proyecto que se

encuentra en el sitio del CSE. En ese mismo informe se presentan los modelos lineales que permiten predecir el rendimiento de un alumno a partir de la universidad y el nivel de la carrera en que se encuentre. El género no contribuyó significativamente a explicar el resultado.

Encuesta. Para analizar las respuestas a la encuesta se codificaron las opciones del modo siguiente:

| | |
|-------------------|-----|
| Muy en Desacuerdo | = 0 |
| En Desacuerdo | = 1 |
| Indiferente | = 2 |
| De Acuerdo | = 3 |
| Muy de Acuerdo | = 4 |

En los puntajes promedio que se calcularon para estimar el nivel de acuerdo general con cada afirmación se debe recordar que puntajes cercanos a 2 indicarán indefinición al respecto, puntajes superiores a 2 indicarán niveles de aprobación crecientes con el mayor puntaje, puntajes inferiores a 2 indicarán grados de desaprobación crecientes con la distancia al puntaje 2.

A continuación se presentan algunos ejemplos de respuestas promedios y sus comentarios.

Selección de afirmaciones de la sección “1.- Acerca del aprendizaje y la enseñanza de la matemática”

| | | Anterior a Didáctica Matemática | Posterior a Didáctica Matemática |
|-----|---|---------------------------------|----------------------------------|
| 1.2 | Cualquier persona egresada de enseñanza media está capacitada para enseñar matemática a niños de 1° a 6° básico sin requerir de una formación pedagógica específica. | 0.48 | 0.43 |
| 1.4 | Para enseñar matemática a niños de 1° a 6° básico es necesario profundizar los conocimientos matemáticos propios de la educación básica, para conocer su fundamentación, en vez de estudiar otros contenidos matemáticos. | 3.20 | 3.29 |
| 1.5 | Los profesores que enseñan matemática de 1° a 6° básico deberían especializarse en ello. | 3.30 | 3.36 |
| 1.6 | Para saber cómo enseñar matemática a niños de 6 a 11 años hay que saber cómo aprenden, qué dificultades enfrentan, qué errores suelen cometer, cómo se sienten en las clases de matemática. | 3.84 | 3.79 |
| 1.8 | Hay niños que nunca van a ser buenos en matemática, por mucho que trabajen y que se esfuerce el profesor. | 0.64 | 0.65 |

Los estudiantes tienen clara conciencia de la importancia de su carrera como preparación necesaria para enseñar a niños de 1° a 6° básico, así como de la necesidad de profundizar los conocimientos de matemática elemental y de cognición matemática. Rechazan tajantemente las ideas de abandonar el progreso en el aprendizaje de la matemática al talento innato. La mayor sorpresa de esta sección fue la altísima adhesión a la especialización en matemática de los profesores que la enseñan entre 1° y 6° básico.

Selección de afirmaciones de la sección “2.- Acerca de la matemática y tú mismo”.

| | | Anterior a Didáctica Matemática | Posterior a Didáctica Matemática. |
|-----|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| 2.1 | Me gusta la matemática. | 2.38 | 2.65 |
| 2.2 | Aprender matemática me resulta fácil. | 1.85 | 2.03 |
| 2.3 | Me siento seguro(a) de mis conocimientos matemáticos del programa de 1° a 6° básico. | 1.82 | 2.14 |
| 2.4 | Me siento seguro(a) de mis conocimientos de Metodología o Didáctica de la Matemática de 1° a 6° básico. | 1.21 | 2.24 |
| 2.8 | Me gusta enseñar matemática. | 2.51 | 2.71 |
| 2.9 | Prefiero enseñar a niños con facilidad para la matemática antes que a niños a los que les cuesta la matemática. | 1.13 | 1.31 |

En esta sección se destaca el favorable cambio que experimentan los estudiantes durante su carrera en cuanto a adquirir mayor confianza respecto de sus habilidades y conocimientos e incluso el gusto por la matemática y su enseñanza. También aquí los futuros maestros muestran vocación y compromiso de apoyar el aprendizaje de todos los niños, independientemente de su talento.

En la sección 3 –“Acerca de tu carrera”– se incluyeron dos preguntas en las cuales las alternativas de respuesta eran diferentes al resto –suficiente, insuficiente, excesivo– cuyos resultados se presentan a continuación.

De acuerdo con las necesidades de formación de un profesor básico, la cantidad de cursos de matemática en tu carrera es:

| | Anterior a Didáctica de la Matemática | | Posterior a Didáctica de la Matemática | |
|--------------|---------------------------------------|----------------------|--|----------------------|
| | Número de respuestas por opción | Porcentaje del total | Número de respuestas por opción | Porcentaje del total |
| Insuficiente | 116 | 50% | 128 | 68% |
| Suficiente | 99 | 42% | 55 | 29% |
| Excesiva | 0 | 0% | 4 | 2% |

De acuerdo con las necesidades de formación de un profesor básico, la cantidad de cursos de Metodología o Didáctica de la Matemática de tu carrera es:

| | Anterior a Didáctica de la Matemática | | Posterior a Didáctica de la Matemática | |
|--------------|---------------------------------------|----------------------|--|----------------------|
| | Número de respuestas por opción | Porcentaje del total | Número de respuestas por opción | Porcentaje del total |
| Insuficiente | 101 | 43% | 148 | 79% |
| Suficiente | 94 | 40% | 39 | 21% |
| Excesiva | 0 | 0% | 0 | 0% |

Como es de esperar, un porcentaje de los alumnos más jóvenes no responde debido a la falta de elementos de juicio sobre la materia. En cambio todos los alumnos del nivel avanzado emiten opinión sobre la base de su experiencia, y esta opinión es categórica en cuanto a considerar insuficientes sus cursos de Matemática y Didáctica de la Matemática. Tales opiniones fueron obtenidas por medio de un cuestionario escrito respondido en sus salas y horarios de clases habituales, de manera anónima y no pueden suponerse influidas por condiciones sesgadas de la consulta realizada. Este resultado no puede ser obviado. Su importancia crece en combinación con los otros resultados presentados y nos enfrenta a un hecho anterior a las refinadas elucubraciones acerca de la especificidad del conocimiento disciplinar requerido para la tarea de enseñar matemática en la enseñanza básica. Tales disquisiciones resultan de segundo orden frente a la necesidad básica de destinar un tiempo suficiente a la preparación en Matemática y en Didáctica de la Matemática, con el que hoy no se cuenta.

6. Conclusiones

En conjunto, estos resultados componen una imagen comprensiva y detallada de la preparación para enseñar matemática en educación

básica que se ofrece en el país. Este cuadro, si bien refleja la percepción pública generalizada de responder a un ámbito en falencia, se sostiene en una evidencia empírica que permite ver matices, cuantificar las necesidades y detectar las urgencias. De entre ellas, la primera es la necesidad de dedicar mayor tiempo a la preparación en matemática y su enseñanza. Tal condición es absolutamente básica. Ninguna innovación, ninguna renovación de programas ni métodos de enseñanza será eficaz si no se cuenta con el tiempo suficiente para concentrarse en ello, madurar esas ideas, dominarlas y adquirir seguridad.

En segundo lugar, aquella matemática elemental que se enseña en los primeros años de escolaridad no es una matemática trivial, ni menos lo es su enseñanza. En la literatura internacional se encuentra suficiente evidencia acerca de lo demandante que es, desde el punto de vista matemático, la tarea de enseñar la matemática elemental –ver, por ejemplo, D. Ball (1990, 2002 y 2005) y L. Ma (1999). Los resultados de la prueba muestran con claridad que los estudiantes chilenos que se preparan para enseñar tienen grandes problemas en ese terreno y que éstos son sólo débilmente superados a través de los cursos que se les ofrecen. Hallazgos similares son reportados por T. Larrondo (2007).

Finalmente, se debe destacar un hecho positivo. Los estudiantes de PEGB tienen gran compromiso con su misión y no comparten una creencia extendida en la sociedad chilena, que considera el aprendizaje de la matemática sólo para los niños con talento matemático, desechando el efecto de la buena pedagogía y el trabajo duro. Tal muestra de vocación permite albergar fundadas esperanzas en un futuro en el que sean estos profesores los que conduzcan los aprendizajes de los niños chilenos al nivel de calidad que aspiramos.

Referencias bibliográficas

- Ball, D. L. (1990) The Mathematical Understandings that Prospective Teachers Bring to Teacher Education. *The Elementary School Journal*, 90(4), pp. 449-466.

- Ball, D. L. (2002) Knowing Mathematics for Teaching: Relations between Research and Practice. *Mathematics and Education Reform Newsletter*, 14(3), pp. 1-5.
- Ball, D. L., Hill, H. C., Bass H. (2005) Knowing Mathematics for Teaching. Who Knows Mathematics Well Enough To Teach Third Grade, and How Can We Decide? *American Educator*, Fall, American Federation of Teachers.
- Cox, C., Gysling, J. (1990) *La formación del profesorado en Chile, 1842 - 1987*. Santiago de Chile: CIDE.
- Deride, J. (2007) *Informe de Práctica de Vacaciones, enero 2007* (Guía de Patricio Felmer y Leonor Varas). Santiago de Chile: Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile.
- Felmer, P., Varas, M. L. (2008) ¿Porqué fallamos los chilenos en matemática? *Revista Mensaje*, LVII(566), enero-febrero, 2008.
- Felmer, P., Varas, M. L. (2006) Los desafíos en la formación de profesores de Matemática. *Revista Chilena de Educación Científica*, 5(2).
- Hill, H., Ball, D. L., Schilling, S. (2004) Developing Measures of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching. *The Elementary School Journal*, 105(1), pp. 11-30.
- Hill, H. C., Rowan, B., Ball, D. L. (2005) Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), pp. 371-406.
- Larrondo, T., Lara, M., Figueroa, C., Rojas, M. J., Caro, A. (2007) Desarrollo de habilidades básicas en lenguaje y matemática en egresados de pedagogía. Un estudio comparativo. *Calidad en la Educación*, 27.
- Ma, Liping. (1999) *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Ruffinelli, A. (2005). *Sistematización de la oferta de programas especiales de pedagogía en educación básica de las instituciones de educación superior chilenas*. Santiago de Chile: Universidad Alberto Hurtado, Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación, CIDE.

Recibido: 30 de septiembre de 2008

Aceptado: 29 de octubre de 2008