

Los programas de formación de docentes de Matemáticas en Costa Rica: balance y perspectivas

Hallazgos

- La participación de las universidades privadas en los títulos otorgados a nivel de Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas aumentó en los últimos años, de 39% en el período 1997-2006 a 52% en el período 2004-2006. En otras palabras, la participación de las universidades estatales se redujo.
- La Universidad Nacional es la que ha aportado más profesionales en Educación Matemática en la última década.
- Las universidades estatales ofrecen programas de estudio de mayor duración, mejor fundamentación curricular y más contenidos matemáticos que las privadas.
- Los programas que ofrecen tanto las universidades estatales como las privadas poseen debilidades importantes, que les impiden formar los profesionales que requiere el país en el actual escenario histórico.
- Los programas no asumen apropiadamente la naturaleza específica de la Educación Matemática como disciplina científica y profesional, diferente de la Educación y de las Matemáticas.
- Existe una separación inadecuada entre las Matemáticas y la Pedagogía y un espacio muy limitado de competencias y conocimientos en pedagogía específica de las Matemáticas.

Valoración

La problemática de la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas en Costa Rica es un asunto complejo, en el que intervienen muchos factores: infraestructura, recursos humanos, programas, textos y creencias, entre otros. Los constantes malos rendimientos que ha obtenido el país en las pruebas nacionales deben generar una reflexión profunda, que lleve a identificar los puntos más débiles del sistema y los grandes desafíos que éste debe enfrentar para lograr el desarrollo adecuado de las capacidades que requieren las nuevas generaciones.

El presente estudio aborda uno de los múltiples componentes de ese complicado proceso: los programas de formación docente para la enseñanza de las Matemáticas en secundaria. El análisis no pretende ser exhaustivo y se centra en algunos elementos relevantes; en particular se hace una revisión detallada de los programas que ofrecen las universidades (las cuatro estatales y las dos privadas que más títulos otorgan en esta área). Se examinan las estructuras curriculares, sus cursos y créditos, la evolución histórica de los programas y la realidad internacional de esta disciplina.

Como principal conclusión, este trabajo señala la necesidad de replantear elementos fundamentales de los planes de estudio, como una de las acciones prioritarias para atender los problemas que exhiben la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en el ámbito nacional.

El análisis revela diferencias entre las instituciones, así como fortalezas más o menos consolidadas, y debilidades importantes que están presentes en mayor o menor medida en cada una de ellas. La estructura de los currículos muestra elementos disímiles, particularmente entre las instituciones públicas y las privadas, así como en el tiempo de graduación de los estudiantes, pues mientras en una universidad privada el bachillerato se obtiene en dos años y dos cuatrimestres, en las estatales ese grado académico se logra en cuatro años.

La fundamentación curricular es demasiado abstracta y, por lo tanto, poco precisa en la definición de los perfiles profesionales. Aunque en todos los casos estudiados el sustento curricular muestra debilidades en elementos teóricos específicos (epistemológicos, históricos, etc.), el de las estatales es más robusto que el de las privadas. Sin embargo, uno de los problemas más graves es la poca consistencia (en diferentes formas y grados, según la institución considerada) entre los fundamentos y la malla curricular. En general, en la fundamentación curricular se hacen declaraciones y se asumen propósitos que no se materializan en los programas de los cursos.

En los currículos existe una gran separación entre la Pedagogía y las Matemáticas; más aun, no existe un abordaje pedagógico específico para la enseñanza de las Matemáticas. Esto explica una de las principales flaquezas de estos currículos: la débil presencia de competencias y conocimiento propios de la docencia en este campo. Si bien se invocan competencias profesionales, su desarrollo es insuficiente, e incluso solo se hace en la fundamentación, no en la malla curricular, y el diseño de los cursos no se hace por medio de competencias. El perfil de estos últimos que se esboza en el papel no corresponde plenamente a competencias profesionales específicas para la enseñanza de las Matemáticas. En cuanto a los cursos de matemáticas propiamente: éstos son concebidos como si estuvieran dirigidos a formar matemáticos profesionales, en el caso de las instituciones estatales, o porque tienen poco desarrollo teórico, en las privadas. En el mismo sentido, la ausencia de objetivos de pedagogía matemática y la extrema generalidad de los programas de los cursos en el tema educativo, tampoco contribuyen a la formación de profesionales con competencias específicas en la materia.

El espacio para la investigación es muy reducido en las universidades privadas estudiadas, y el lugar que le brindan las estatales a este componente, si bien mayor, es relativamente pequeño comparado con el contexto internacional.

El uso de la tecnología digital como recurso didáctico en la enseñanza de las Matemáticas es mayor en los centros públicos, aunque no alcanza la magnitud que debería de acuerdo con las experiencias internacionales (salvo en el ITCR). Además, en todos los currículos es débil la incorporación de los resultados de las investigaciones recientes sobre la educación matemática internacional. Esto se nota en la escasez de objetivos formativos en términos de aprendizajes activos y colaborativos, resolución de problemas, metodologías específicas, generación de condiciones para la investigación y el aprendizaje continuo, entre otros.

En resumen, el análisis de los currículos y programas de las universidades públicas revela un panorama más favorable que el de las instituciones privadas. No obstante, en ambos casos hay mejoras sustanciales que realizar. Las debilidades que exhiben los currículos estudiados no permiten contar con las condiciones óptimas para formar el tipo de profesional que demanda el escenario histórico actual. Su revisión y perfeccionamiento constituyen una tarea fundamental -aunque no suficiente- para responder de manera apropiada a los problemas que muestran la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en el país. Este esfuerzo debe ser significativamente mayor en el caso de las instituciones privadas.

Los programas de formación de docentes de Matemáticas en Costa Rica: balance y perspectivas

La enseñanza de las Matemáticas abarca muchas dimensiones: currículos, textos, formación docente, infraestructura, epistemología, creencias y concepciones, sociología, etc. Además, alude a la labor docente en distintos niveles educativos, con objetivos y condiciones variables. Para avanzar en la comprensión de una problemática tan compleja, este capítulo se enfoca en el estudio de algunos elementos de la formación de docentes para la enseñanza de las Matemáticas en secundaria. Se trata de una primera aproximación, que deberá complementarse con estudios que incluyan otros aspectos, así como los demás niveles del sistema educativo.

Específicamente se analizan tres dimensiones de la formación docente para la enseñanza de las Matemáticas: el contexto internacional, con énfasis en el papel de las competencias profesionales en el diseño de currículos de formación universitaria; la evolución histórica de los programas de formación en Costa Rica, y una revisión detallada de los currículos y los programas de estudio de las universidades estatales y privadas costarricenses, incluyendo cada uno de los cursos específicos que integran estos programas.

En la primera dimensión los esfuerzos se concentran, por un lado, en las grandes tendencias generales en la educación matemática, que incluyen desde el contexto histórico hasta los principales componentes de esta disciplina profesional y científica en la actualidad y, por otro lado, en aspectos cruciales de la formación docente, como son las competencias y los conocimientos que requieren las y los educadores de esta disciplina. Esto último

es fundamental para esbozar un marco teórico que permita abordar con propiedad el estudio de la formación docente en las universidades nacionales (recuadro 4.1). Se acude a las experiencias internacionales para comparar realidades y visualizar las perspectivas más amplias en busca del progreso de la educación matemática en el país.

Cabe reiterar que este estudio representa una primera aproximación, que parte de elementos de relativamente fácil acceso y, por lo tanto, no pretende ser un diagnóstico completo sobre la formación de educadores para la enseñanza de las Matemáticas en el país, y menos de los docentes en ese campo. Entre otros aspectos, es necesario estudiar la realidad vital del aula: cómo cada formador de educadores y sus estudiantes desarrollan (o no) lo que está indicado en los programas, qué papel juegan los textos o la ausencia de ellos, así como los principios educativos oficiales, cómo pesan las cualidades del formador (por ejemplo, la experiencia) o de los estudiantes.

¿Por qué empezar con los currículos formales? Porque estos han sido una referencia esencial para las acciones que desarrollan los programas formativos, y son una expresión de las visiones pedagógicas e intelectuales, así como de los propósitos que animan a las comunidades matemáticas de las universidades.

Educación matemática y formación docente: principales hallazgos y tendencias internacionales

Esta primera sección se concentra en resumir algunas de las principales tendencias, así como hallazgos, conclusiones o ideas, que se perfilan en

Recuadro 4.1

Aspectos metodológicos

Este estudio incluyó una indagación amplia y cuidadosa de las principales tendencias internacionales en la educación matemática, con el fin de establecer parámetros o criterios teóricos para analizar con mayor propiedad los programas de formación docente en las universidades nacionales. La educación matemática es, en cuanto ciencia, una disciplina relativamente nueva, que ha generado resultados cruciales para entender lo que es o debería ser la enseñanza de las Matemáticas como profesión. Algunos de esos resultados están estrechamente ligados a avances en la comprensión del proceso del aprendizaje en general, mientras que otros son específicos de la evolución de la disciplina. Determinantes resultan, en particular, los hallazgos sobre el papel de las competencias profesionales en el diseño de currículos de formación universitaria.

Muchos de estos elementos o parámetros han sido conocidos por más de veinte años, y se han convertido en instrumentos importantes en la evolución de la educación matemática en varios países. Por ejemplo, la resolución de problemas ha sido una línea de acción estratégica en Japón y Finlandia. El abordaje pedagógico del contenido se ha incorporado en muchos lugares como tema fundamental en los programas de formación de docentes en diversas disciplinas. La adquisición de competencias profesionales específicas en educación matemática ha cobrado una gran relevancia en España y estas han sido incluidas, por ejemplo, en las pruebas PISA¹, que recogen perspectivas de las naciones más desarrolladas del planeta en cuanto a la forma en que deben enseñarse las Matemáticas.

Considerando los parámetros internacionales analizados, se sometieron a un detallado examen los currículos ofrecidos por universidades estatales y privadas de Costa Rica. Se estudiaron las cuatro estatales y, en términos generales, las universidades privadas que ofrecen este tipo de programas, aunque en aspectos particulares se eligieron las dos entidades privadas que más títulos otorgan en la actualidad, contemplando hasta el año 2006, para poder realizar comparaciones. Se usaron los currículos formalmente vigentes (y disponibles en cada institución) y también, cuando era pertinente, las “cartas al estudiante” que los docentes entregan. Este trabajo analizó varios aspectos: los fundamentos más generales de los currículos, su estructura y los contenidos presentes en las mallas curriculares. Además se identificó en los cursos la mención o no de las políticas nacionales oficiales más relevantes (consignadas en los documentos del

Consejo Superior de Educación y el Ministerio de Educación Pública) y, finalmente, la presencia explícita de los elementos apuntados por las tendencias internacionales en las mallas curriculares. Debe subrayarse que el estudio incluyó el análisis minucioso de cada uno de los cursos en todos los programas de formación seleccionados. Las políticas oficiales y las tendencias internacionales, por ejemplo, fueron contrastadas con todos los componentes de esos cursos, desde los objetivos y contenidos, hasta la metodología y la evaluación.

¿Cómo se manejan, en el diseño de los currículos de formación docente de las universidades costarricenses, las competencias profesionales en la enseñanza de las Matemáticas? ¿Qué lugar le dan al conocimiento pedagógico específico de esta materia? ¿Cuánta separación existe entre Matemáticas y Pedagogía? ¿Se asume la educación matemática como una disciplina científica y profesional independiente de la Educación y las Matemáticas? ¿Qué lugares ocupan la investigación, la resolución de problemas, las aplicaciones, el predominio de los aspectos conceptuales *versus* los algorítmicos, la historia y la formación continua? Criterios como estos fueron usados para evaluar las fronteras, fortalezas o debilidades, de los programas ofrecidos por las universidades nacionales.

El estudio también incluyó una visión cuantitativa comparativa en varias dimensiones: por ejemplo, en la estructura curricular, entre las proporciones de cada componente temático en los distintos programas, así como las diferencias entre ellos, y en la cantidad de graduados de cada programa (lo que ofrece una perspectiva de su relevancia cuantitativa y la dinámica de sus desarrollos, es decir, una visión sincrónica). En busca de las perspectivas diacrónicas, la investigación acudió a la historia específica, que permitió establecer una lógica y un encadenamiento en la evolución de esos programas, especialmente en las universidades estatales.

En resumen, se invocó la realidad internacional de la disciplina (incluyendo aspectos propiamente teóricos), se acudió a la evolución histórica de los programas de formación en Costa Rica, se estudió con detalle y rigor cada uno de los currículos, se ponderó el peso de los programas en cuanto al número de sus graduados y, con base en estos resultados, se formularon las conclusiones y recomendaciones que se resumen en este capítulo.

Fuente: Ruiz, 2007.

el ámbito internacional y en la literatura especializada sobre la enseñanza de las Matemáticas, como soporte académico para el análisis de los programas de formación en las universidades costarricenses. Destacan dos tendencias en particular; la primera se refiere a la evolución que ha sufrido esta actividad, al pasar de un enfoque basado en contenidos a uno que enfatiza en la enseñanza de las Matemáticas como disciplina particular y en la importancia de los procesos específicos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de esta materia (pedagogía específica de las Matemáticas). La segunda tendencia avanza desde una perspectiva centrada en las técnicas para resolver los problemas, a una que mejora en los

estudiantes la comprensión de los conceptos y el desarrollo de destrezas en este campo. Estos dos enfoques se desarrollan a continuación.

La reforma de las Matemáticas modernas a mediados del siglo XX

En los años cincuenta y sesenta del siglo XX se dio una reforma de las Matemáticas modernas que generó, como reacción, la necesidad de darle a la educación matemática un lugar específico como disciplina profesional y como ciencia (Ruiz y Chavarría, 2003). Aquella reforma buscó, desde la óptica e influencia de los matemáticos, redefinir los contenidos que se debía enseñar en las escuelas

y colegios para, entre otras cosas, cerrar lo que se percibía como una brecha entre las aulas universitarias y las escolares (Amit y Fried, 2002). Varios supuestos se encontraban presentes en la filosofía que dominó esta reforma: por un lado, que lo que había que subrayar eran los contenidos y, por lo tanto, se pretendía tender puentes para acercar los contenidos del currículo tradicional a los de las Matemáticas que se desarrollaban en las universidades (Ruiz, 2000). Los matemáticos de estas instituciones eran los llamados a dirigir la arquitectura de esa reforma, la cual suponía que no existía diferencia entre las Matemáticas y la Educación Matemática (Ruiz y Chavarría, 2003); se trataba simplemente de distinciones sobre el nivel o profundidad de una misma práctica profesional (realizada en instituciones universitarias o preuniversitarias) y, por ende, no se intentaba suscitar cambios en la metodología de la enseñanza y el aprendizaje.

Ya en los años setenta, sin embargo, este enfoque había colapsado en la mayoría de los países, en algunos con una reacción negativa muy fuerte que, por ejemplo, en los Estados Unidos se llamó “*back to basics*”: una vuelta a lo que existía anteriormente, o sea, un énfasis en destrezas, procedimientos y memorización (Schoenfeld, 2004). En resumen, educadores, estudiantes y padres de familia rechazaron la reforma, cada grupo por distintas razones.

Antes, durante y después de esta reforma, se dieron importantes reflexiones y discusiones sobre la naturaleza del currículo en la educación matemática en términos de sus metas, fines y objetivos, lo que por supuesto implicaba percepciones sobre la sociedad y la cultura (Ruiz, 2000). Como resultado, en los años setenta la noción de currículo cambió: de una concepción reducida a los contenidos, a una perspectiva con nuevos objetivos, aproximaciones de la enseñanza y formas de evaluación (Niss, 2000). Se configuró entonces la distinción más moderna, entre lo que son programas de formación o temarios de enseñanza (basados en contenidos y algunas indicaciones para un nivel) y el currículo en su concepción más amplia (Hershkowitz et al., 2002). Esta nueva visión ha generado una dinámica importante en la investigación, cuyos hallazgos principales se presentan seguidamente.

Hallazgos sobre la enseñanza efectiva de las Matemáticas

Este apartado expone los hallazgos más relevantes sobre la enseñanza de las Matemáticas obtenidos en la revisión de literatura internacional sobre el tema. El primero de ellos lo constituye el desarrollo de una disciplina distinta a las Matemáticas y a la

Pedagogía en general: la Educación Matemática como un espacio profesional y una ciencia con fisonomía y perfil independientes. Esta disciplina tiene sus propios objetivos, métodos, parámetros de validación y organización de sus comunidades profesionales y científicas (Ruiz y Chavarría, 2003). Por lo tanto, para enseñar Matemáticas de manera efectiva, aunque necesario, no es suficiente dominar los contenidos o poseer conocimientos pedagógicos básicos; se requiere conocer específicamente cómo enseñar las Matemáticas. A esto se le llama conocimiento pedagógico del contenido, concepto que se aborda con más detalle en la sección “Estructura de los conocimientos en la formación del educador de las Matemáticas”.

De una enseñanza “sobre” o “para” la resolución de problemas, a una enseñanza “a través” de la resolución de problemas

Un segundo hallazgo es la importancia de la resolución de problemas en la enseñanza de las Matemáticas. Con base en el enfoque desarrollado por el matemático húngaro Pólya (1945, 1954), en la década de los ochenta se rescataron y ampliaron diversos trabajos que asumieron la resolución de problemas como eje de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. De particular relevancia fueron los estudios de Schoenfeld (1985, 1992). La idea central es que la enseñanza-aprendizaje debe *simular*, en gran medida, los procesos de construcción matemática. Se asume que la esencia de estos es justamente la propuesta y resolución de diversos problemas a través, entre múltiples instrumentos, de heurísticas (es decir, procedimientos específicos, directos o indirectos, que potencian las posibilidades de resolver un problema planteado).

La resolución de problemas tuvo su *boom* en los Estados Unidos en los años ochenta y parte de los noventa. Este enfoque logra integrar, en alguna medida, las visiones diferentes de Piaget y de Vygotsky para la acción en el aula (Lambdin y Walcott, 2007). Este auge se reflejó, por ejemplo, en el influyente documento del National Council of Teachers of Mathematics, *An Agenda for Action*, de 1980, el cual afirmaba que “la resolución de problemas debe ser el foco de la matemática escolar” (Lambdin y Walcott, 2007). Desde ese momento se dispuso que en ese país el currículo matemático fuera organizado alrededor de la resolución de problemas. Debe decirse, sin embargo, que se buscaba tanto dar una respuesta al “*back to basics*” de los setenta, enfocado en destrezas y algoritmos (que había demostrado no ser de mucha utilidad

en el aula) como atender propósitos nacionales que subrayaban la urgencia de impulsar la ciencia y la tecnología. La propuesta de *An Agenda for Action* fue, no obstante, muy básica, pues se limitó a la contextualización de conceptos y métodos matemáticos (Schoenfeld, 2004). A finales de esa década se dio un importante avance, al plantearse una enseñanza *a través* de la resolución de problemas, tendiente a desarrollar la comprensión de los conceptos y las destrezas matemáticas, y no solo una enseñanza *sobre* o *para* la resolución de problemas (enseñar métodos de resolución de problemas) (Olkin y Schoenfeld, 1994).

Desde la década de los ochenta otros países han buscado incorporar este enfoque en sus planes de estudio. Japón, Corea y Finlandia, donde también existen currículos nacionales, desarrollaron diferentes estrategias para el aula y sus currículos con esta perspectiva. Pruebas comparativas internacionales parecen indicar que esta orientación ha jugado un papel positivo en la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en esas naciones.

De lo anterior se concluye que el currículo para la formación de docentes debe tener su organización y su lógica ancladas en una perspectiva de construcción de estas situaciones o problemas de aprendizaje que, aunque referidas o derivadas de las Matemáticas, no son consecuencias de estas últimas. Es decir, los objetivos, métodos, contenidos y evaluaciones en la enseñanza de las Matemáticas deben articularse a partir de este eje.

La comprensión de conceptos versus el aprendizaje de procedimientos

Un tercer hallazgo es que la comprensión de conceptos es más importante que el aprendizaje de procedimientos. Existe evidencia de que, en la formación de profesores, una comprensión conceptual de las Matemáticas, y no algorítmica, genera un impacto positivo en la manera en que el educador desarrollará sus lecciones, lo que incide en el aprendizaje, tanto de los conceptos como de los procedimientos (Fennema y Loef Franke, 1992).

Historia de las Matemáticas en la formación docente

El cuarto hallazgo señala que el uso de la Historia en la formación del educador matemático constituye un recurso pedagógico relevante, de gran utilidad para la generación de competencias. Esta debe incorporarse de varias maneras:

- Como un eje transversal en la formación del educador matemático: conocer los contextos

socio-históricos permite entender con mayor profundidad los contenidos propiamente matemáticos. Todos los grandes cuerpos teóricos de las Matemáticas están asociados a contextos históricos sociales e individuales, por lo que la Historia debe ser parte de los cursos de Matemáticas.

- Como un curso especializado: elementos históricos aislados y dispersos, por más importantes que sean, no son suficientes para mostrar las relaciones y perspectivas más generales que posee la Historia de la disciplina.
- Los cursos de Historia de las Matemáticas deben asumir también, como uno de sus objetivos, la generación de competencias para la utilización de la Historia en el aula. En los últimos años muchos resultados en didáctica de las Matemáticas se han construido usando la Historia de esta disciplina.

Investigación y formación continuas

Un quinto hallazgo es que existe una relación integral entre la formación inicial, la formación continua y la investigación. La investigación específica debe ocupar un lugar privilegiado en los planes de formación de los educadores matemáticos. Es decir, los currículos requieren importantes grados de flexibilidad para incorporar los resultados de la investigación de la manera más rápida posible.

Por otro lado, resulta esencial comprender que la formación inicial del educador matemático debe preparar para una formación continua: aportar conocimiento, visión, métodos, recursos, actitudes y competencias para que éste siga capacitándose. Está comprobado que un robusto acervo de conocimiento y competencias para la docencia solo se puede adquirir en el contexto de la enseñanza-aprendizaje, o sea, enseñando (Fennema y Loef Franke, 1992) y mediante una experiencia orientada por la formación inicial y por las condiciones que la institución o el país ofrezcan para su consecución. Puesto en otros términos: las acciones de capacitación no son marginales o adicionales a la construcción del conocimiento que requiere el educador, son cruciales. Si se falla en aportar condiciones institucionales apropiadas para la capacitación se compromete seriamente el éxito de la labor docente y el aprendizaje. Lo mismo sucede si la formación inicial no brinda los instrumentos teóricos y las competencias para la continuidad del desarrollo profesional. Los países que han entendido esta dialéctica positiva y necesaria entre formación inicial y continua, y han implementado planes y recursos adecuados, han logrado avances significativos en su educación matemática (Siegler, 2003).

Finalmente, la investigación de aula dentro de la práctica profesional es un componente que nutre la educación matemática como disciplina. Los elementos señalados en este acápite subrayan lo que ha sido consignado sistemáticamente en la literatura internacional sobre el tema: la necesidad de potenciar los binomios acción-investigación y educador-investigador.

Tecnologías digitales

Como sexto hallazgo se encuentra que las tecnologías digitales son un aliado con doble rostro. Hasta ahora las tecnologías generales de información y comunicación (TIC), más que las específicas para las Matemáticas, han sido el foco principal para el progreso de la Educación Matemática (Heid, 2005). Estas herramientas, bien entendidas, pueden ser el mejor aliado para desarrollar una estrategia de resolución de problemas en el aula. Sin embargo, se ha observado que su empleo no provoca mecánicamente el mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas (Niss, 1999; Maurer 2000) y, más aun, que un mal uso de ellas debilita el aprendizaje. Es necesaria una reconstrucción de los contenidos y la pedagogía de la disciplina que acompañe la innovación tecnológica (Lesh y Lovitts, 2000; Roschelle et al., 2000; Bottino y Chiappini, 2002). La organización y naturaleza de las situaciones de aprendizaje o los problemas que debe abarcar la Educación Matemática son modificadas por la tecnología. Determinar con precisión los espacios dentro del currículo (contenidos, métodos, lógica, objetivos) que deben transformarse como resultado de la incorporación de estas tecnologías es objeto de múltiples investigaciones en el mundo.

De cara al futuro, como señala Heid (2005), se pueden señalar ciertos elementos que presionan por modificaciones curriculares importantes:

- Uso amplio de instrumentos tecnológicos de cómputo (aritmético, algebraico, etc.) y de tecnologías de graficación funcional o geométrica, con menor o mayor dinamismo.
- Presencia de más representaciones matemáticas y experiencias más cinemáticas y sensoriales en el aula, con lo que también se hace necesaria una visión distinta de las Matemáticas, más asociada a la realidad física y social. Se plantea el fortalecimiento de los enfoques filosóficos de las Matemáticas que subrayan estas dimensiones del quehacer matemático.
- Potenciación de formas de razonamiento que responden al impacto de las tecnologías de

análisis de datos y modelización (estadística, probabilidades, matemática discreta): por ejemplo, se propone una relación distinta entre lo deductivo, lo probable y lo conjetural. Hasta ahora ha dominado la visión que apuntala solo el razonamiento lógico-deductivo como objetivo medular de las Matemáticas y su enseñanza. El nuevo contexto tecnológico presiona en una dirección más amplia.

- Al existir una ampliación de los espacios tecnológicos para la experimentación matemática por parte de las y los estudiantes, se favorece una percepción diferente de la disciplina (por ejemplo, es “útil”, es más tangible, etc.), que es vital para asegurar la motivación para el aprendizaje.
- Fortalecimiento de la virtualidad y la interacción en la comunicación, así como en la construcción cognoscitiva-pedagógica, que no solo intervienen en las relaciones educador-estudiante, sino en los vínculos horizontales entre alumnos, que son muy importantes para los objetivos cooperativos dentro del aprendizaje.

El uso radical de la Internet en diferentes modalidades y potencialidades amplía y modifica los entornos de aprendizaje y, por ende, los objetivos y métodos educativos, entre ellos los relativos a competencias de selección, orientación en la red, procesamiento y síntesis.

Otros hallazgos relevantes en cuanto al aprendizaje, que han sido extensamente consignados por las investigaciones realizadas en las últimas décadas, se resumen en los siguientes puntos: el conocimiento de la disciplina para enseñar-aprender debe ser coherente e integrado (mostrar sus relaciones internas) y en la mayoría de sus temas se debe privilegiar la profundidad, no la cantidad (Bransford et al., 2000); son importantes los estudios específicos sobre la cognición y las prácticas pedagógicas en las que intervienen procesos de autocontrol (Bransford et al., 2000); tanto el conocimiento como las creencias que traen los estudiantes deben incorporarse en la formación docente, como insumo vital para la elaboración de estrategias pedagógicas; la “transferencia” o la “devolución” en el aprendizaje (enfrentar situaciones nuevas) es un objetivo básico; se deben subrayar los aprendizajes activos y cooperativos (Ruiz, 2007).

Los análisis comparativos internacionales son una rica fuente de conocimiento sobre prácticas educativas efectivas. El recuadro 4.2 resume algunas conclusiones planteadas por diversos investigadores sobre este tema.

Los elementos comentados en esta primera parte del capítulo brindan una visión general de lo que

Recuadro 4.2

La organización de la lección: los casos de Japón y Hong Kong

Una buena parte de la práctica que realiza el profesional en la educación matemática es desarrollada en el contexto del aula y, por lo tanto, la dinámica en torno a ella ha ocupado un lugar predominante en el interés de los investigadores. Asuntos como el papel del profesor (la colección de instrucciones), la organización de los estudiantes (las modalidades de participación), el influjo de los entornos escolares institucionales, la infraestructura, los recursos, han sido temas de estudio sistemáticos.

¿Cuáles son las características de las lecciones de Matemáticas en el mundo? Varios estudios comparativos han tratado este tema, con el propósito de extraer información sobre prácticas convenientes o exitosas que puedan utilizarse o aplicarse en otros contextos. Las conclusiones apuntan a la existencia de diferencias relevantes en la labor de aula, y a que se trata de prácticas insertas en contextos culturales determinados, por lo que no resulta sencillo obtener “recetas generales”.

Stigler y Hiebert (1999) encontraron características interesantes en la estructuración de las lecciones en Japón. Estas presentan un patrón que incorpora los siguientes aspectos: revisión de la lección anterior, presentación del problema del día, trabajo individual o en grupo para la resolución de problemas, discusión de los métodos de solución, énfasis en los puntos importantes y resumen de la lección. Shimizu (2007) identifica

lo que considera características únicas de las lecciones de Matemáticas japonesas: presentación de problemas que vale la pena introducir en el aula (por ser relevantes o interesantes matemáticamente), énfasis en la realización de conexiones matemáticas durante de la lección y a lo largo de varias sesiones (coherencia cognoscitiva e interrelaciones), presentación e intercambio sobre los diversos métodos de solución dados por los estudiantes (participación activa de las y los alumnos) y clarificación de los objetivos de la lección (resumen por parte del profesor, cierre intelectual y pedagógico de la lección).

Clarke et al. (2006) estudiaron unidades didácticas completas (varias lecciones) así como las perspectivas de quien aprende, y han mostrado que otras organizaciones de la lección también han generado resultados exitosos en el aprendizaje. Aunque Japón y Hong Kong obtuvieron resultados similares en la prueba TIMSS 1999, hay grandes diferencias entre ellos en el tiempo destinado a la revisión de la lección anterior y en la complejidad de procedimientos usados para resolver problemas. Esto sugiere que no se puede establecer una correlación mecánica entre una forma específica de organizar la lección y los resultados alcanzados por los estudiantes en pruebas comparativas internacionales. Diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje pueden generar altos resultados en ese tipo de mediciones.

Fuente: Ruiz, 2007.

pasa en la educación de las Matemáticas en el mundo. Sin embargo, no puede quedar por fuera un tema más puntual, pero de gran relevancia: las competencias y los conocimientos que debe poseer el o la docente.

Competencias y conocimiento

Las competencias, estándares o habilidades ocupan hoy un lugar preponderante en las perspectivas curriculares internacionales. El concepto de “competencias” tiene fuertes implicaciones en la construcción de currículos, en particular para los estudios universitarios. El diseño de un currículo por competencias, por ejemplo, enfatiza en procesos y no en colecciones de contenidos, y apunta al aprendizaje a partir de problemas o situaciones relacionadas con diferentes disciplinas. Las acciones didácticas tienen un papel fundamental y se coloca al estudiante como centro. Los mecanismos de evaluación contemplan la medición no solo de resultados, sino de los procesos mismos; se privilegian las metodologías de proyectos, resolución de problemas, enseñanza orientada hacia la comprensión y no solo a la reproducción de procedimientos, así como el trabajo grupal. Por otra parte, el concretar un currículo por competencias tiene repercusiones importantes en la definición de los perfiles profesionales, es decir, en el conjunto

de competencias que la formación docente debe proporcionar.

Competencias en la educación superior: Tuning Europa

En 1999, los ministros de enseñanza superior de veintinueve países europeos firmaron la Declaración de Bolonia, la que después fue ampliada en Praga en el 2001, Berlín en el 2003 y Bergen en el 2005. En ese marco se creó el proyecto “Tuning Europa”, que pretende la potenciación del “Espacio Europeo de Educación Superior” al uniformar los programas de formación docente en algunas disciplinas, entre ellas las Matemáticas, por medio de las competencias profesionales. Este proyecto empezó con 77 universidades en cinco disciplinas, y en el 2004 ya involucraba a 135 instituciones (González et al., 2004). Cabe resaltar que esta iniciativa no se enfoca en los sistemas educativos, sino en las estructuras y contenidos de los programas de estudio.

El traslado a las universidades de los objetivos de la Declaración de Bolonia, con el concurso en particular de “Tuning”, ha implicado el desarrollo de perfiles profesionales y de aprendizaje susceptibles de comparación. Ha pesado en todo este proceso un énfasis pedagógico que recae en los estudiantes y el aprendizaje, en concordancia con las principales tendencias actuales de la educación.

Competencias en la formación docente para la educación matemática: el caso europeo

En sintonía con “Tuning”, se han venido generando contribuciones a este proceso de homogeneización curricular con base en competencias. Rico (2004) recoge algunos de los principios que se han planteado para la formación inicial del profesorado de secundaria:

- La formación docente ha de ser activa, vinculada con el ejercicio de la profesión, sostenida por la necesidad de atender y solucionar los problemas que la práctica plantea; el profesorado debe involucrarse en procesos de reflexión compartida.
- La preparación debe ajustarse a un modelo de competencias, que destaque el carácter funcional del aprendizaje de la profesión docente. Para ello se debe delimitar un catálogo de competencias con sus especificidades para esta disciplina.
- Requisito esencial para los planes de formación es el trabajo en grupo, es decir, la experiencia docente compartida, la reflexión conjunta y el intercambio de experiencias.
- La necesaria conexión entre docencia e investigación educativa, la transferencia de conocimientos y su aprovechamiento por medio de innovaciones didácticas deben estar garantizados en los planes de formación.
- La construcción de conocimiento que capacite al profesorado para intervenir ética y racionalmente en el aprendizaje de sus futuros estudiantes, debe ser resultado de los procesos de formación.

En el caso específico de la Educación Matemática, una de las aproximaciones más influyentes en cuanto al uso de competencias, en todos los niveles educativos, ha sido la desarrollada en Dinamarca entre los años 2000 y 2002 dentro del proyecto KOM (*Kompetencer Og Matematiklaering*, cuya traducción es “Competencias y el aprendizaje de las Matemáticas”), que buscaba responder a un conjunto de problemas identificados en la enseñanza de las Matemáticas en ese país. Su aplicación, sin embargo, trascendió las fronteras danesas, al ofrecer una nueva visión de lo que es una competencia matemática y cómo medirla. De acuerdo con la propuesta de Mogens Niss, director del KOM, una competencia matemática significa tener “la habilidad de entender, juzgar, hacer y usar las Matemáticas en una variedad de situaciones y contextos internos y externos a las Matemáticas, en los cuales las Matemáticas juegan o podrían jugar un papel” (Niss, 2002).

A continuación se presenta un modelo de competencias desarrollado a partir de lo expuesto por Niss (2002), el proyecto Tuning y otras iniciativas en esta línea.

Estructura de las competencias en la formación docente

Las competencias profesionales que intervienen en la práctica del educador se pueden agrupar en tres categorías: competencias matemáticas; competencias educativas generales y competencias en pedagogía matemática (específicas a la disciplina). Hay otras competencias de carácter general que por razones de espacio no se incorporan en este análisis, pero que son muy pertinentes para esta y cualquier otra carrera profesional, como las asociadas a la Ética, al compromiso humanista, ambiental y social, o a la Estética.

Con base en las propuestas de “Tuning Europa” (González y Wagenaar, 2005) es posible subdividir las **competencias matemáticas** de la siguiente manera: competencias cognoscitivas sobre la disciplina; competencias en la argumentación, el razonamiento y el lenguaje matemático; competencias para el pensamiento cuantitativo y cualitativo; competencias en la matematización, modelización y resolución de problemas, y competencias en el uso de instrumentos de cómputo y manejo informático (cuadro 4.1). Esta caracterización es compatible con los planteamientos de Niss.

Asimismo, las **competencias educativas generales** se pueden organizar, siguiendo el esquema usado en “Tuning Europa”, en siete categorías: institucionales, de comunicación, de planificación, gestión del aula, adecuación curricular, orientación estudiantil y evaluación (cuadro 4.1).

A partir de los resultados del seminario “Itermat”, realizado en la ciudad de Granada en el año 2004 por la subcomisión española de la Comisión Internacional de Instrucción Matemática (International Commission on Mathematical Instruction, ICMI), se extrae una propuesta de las **competencias generales** y las **específicas en pedagogía matemática**. En el primer grupo se incluyen cuatro categorías: conocimiento de las Matemáticas escolares, currículo matemático, evaluación específica en Matemáticas y gestión del aprendizaje matemático. El segundo grupo abarca nueve categorías, a saber: aplicación y relación de las Matemáticas con el entorno, teorías del aprendizaje de las Matemáticas, currículo matemático, cognición matemática, didáctica matemática, evaluación específica en Matemáticas, uso de recursos e instrumentos didácticos para las Matemáticas, comunicación matemática

y potenciación de destrezas y percepciones sobre las Matemáticas. Este conjunto de competencias se seleccionó para el presente estudio por ser uno de los más elaborados internacionalmente.

En América Latina se realizó un estudio similar a “Tuning Europa” entre 2004 y 2007 (con participación de Costa Rica). Para el caso de las Matemáticas se analizaron 23 competencias específicas, muy similares a las que emergieron en el contexto europeo, más otras adicionales (por

ejemplo, historia de las Matemáticas, conocimiento del inglés, capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios, etc.). Estas fueron discutidas y revisadas por 679 estudiantes, 415 académicos y 304 graduados (Beneitone et al., 2007). Una conclusión importante de esta investigación es la comprensión de que el desarrollo de una competencia está asociado al de otras, y que es posible, a través de ciertas acciones, potenciar varias competencias a la vez (Beneitone et al., 2007).

Cuadro 4.1

Competencias del educador de Matemáticas

Pedagogía matemática	Matemáticas	Educación general
<ul style="list-style-type: none"> • Competencias cognoscitivas de la disciplina para el aula. • Conocimiento de las Matemáticas escolares: dominio de contenidos matemáticos de educación secundaria desde una perspectiva matemática universitaria y su conocimiento como objetos de enseñanza-aprendizaje. • Aplicación y relación de las Matemáticas con el entorno: vincular contenidos matemáticos de la educación secundaria con fenómenos que los originan, reconociendo aspectos formales implicados, así como su presencia en situaciones cotidianas y otras que procedan de ámbitos multidisciplinarios. • Comunicación matemática: utilizar técnicas de comunicación para dotar de significado los conceptos matemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias cognoscitivas sobre la disciplina. • Competencias en la argumentación, el razonamiento y el lenguaje matemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Institucionales: conocimiento sobre normativa, organización del sistema educativo y aspectos relacionados, con énfasis en la comprensión prioritaria de sus finalidades y sentido. • Comunicación: habilidades instrumentales que permitan el ejercicio de competencias de relación interpersonal, la comunicación ágil y eficaz enfocada en la gestión del aula y los procesos de orientación de las y los estudiantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Competencias curriculares matemáticas. • Currículo matemático: dominio de la organización curricular y la planificación de sus contenidos para la enseñanza. • Evaluación matemática: capacidad para analizar, interpretar y valorar los conocimientos matemáticos de las y los estudiantes a través de sus actuaciones y producciones matemáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias para el pensamiento cuantitativo y cualitativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación: prever, organizar y reformular los procesos de enseñanza-aprendizaje en función de sus efectos; capacidades instrumentales como analizar y sintetizar, organizar y planificar, proponer problemas, junto con habilidades interpersonales como capacidad para la crítica y para trabajar en grupo.

Continúa...

Cuadro 4.1 (Continuación)

<ul style="list-style-type: none"> • Competencias para la enseñanza y potenciación del aprendizaje matemático. • Gestión del aprendizaje matemático: capacidad de gestión del contenido matemático en el aula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias en la matematización, modelización y resolución de problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de aula: gestión del trabajo en el aula y habilidades en la selección y secuenciación de tareas, organización del trabajo, gestión de los debates y, en general, organización de grupos.
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de teorías del aprendizaje de las Matemáticas. • Cognición matemática: reconocer razonamientos de las y los estudiantes, diagnosticar sus errores y proponer procesos de intervención adecuados. • Didáctica matemática: seleccionar y secuenciar actividades para el aprendizaje escolar; analizar problemas que surgen en situaciones de aprendizaje. Diseñar, seleccionar y analizar unidades didácticas, textos y recursos. • Potenciación de destrezas y percepciones sobre las matemáticas: favorecer potencialidades matemáticas de los y las estudiantes y promover actitudes positivas hacia las Matemáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias en el uso de diversos instrumentos de cómputo y manejo informático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación curricular: criterios para comprender y mejorar los procesos individuales de aprendizaje, capacidades personales de comunicación y para el trabajo en grupo de los escolares, diagnosticar deficiencias y proponer métodos para su correcto tratamiento. • Orientación estudiantil: capacidad para realizar actividades de tutoría y orientación de los y las alumnas de secundaria.
<ul style="list-style-type: none"> • Competencias instrumentales: conocer recursos y materiales (computacionales, audiovisuales, etc.) y emplearlos adecuadamente en la enseñanza de las Matemáticas de secundaria. 		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación: comprender para mejorar y calificar para acreditar, incluyendo distintos criterios e instrumentos, así como las competencias cuyo dominio se quiere garantizar.

Fuente: Ruiz, 2007, con base en los resultados del seminario "Itermat 2004" (Granada, España), el proyecto "Tuning Europa" y Rico, 2004.

La adopción de un enfoque por competencias es apenas un punto de partida que, entre otras cosas, obliga a diseñar un plan de formación académica dotado de estructura y prioridades. Las competencias pueden recibir prioridades distintas en cada institución. Por ejemplo, se puede enfatizar competencias cognoscitivas de la disciplina, o de uso de recursos e instrumentos didácticos, etc. La prioridad que se otorgue a las competencias dependerá de los contextos socioculturales, académicos e históricos, ya que el enfoque de competencias

subraya las relaciones cooperativas entre sociedad, academia y "usuarios" de la disciplina.

El conocimiento del educador matemático y el currículo

Desde hace más de veinte años, las principales investigaciones apuntan a una reconstrucción de los currículos para la enseñanza de las Matemáticas que supere la dicotomía entre contenido matemático y contenido pedagógico. En relación con la formación de profesores en general, Shulman

(1986) afirmaba que el “paradigma escondido” ha sido precisamente el “conocimiento pedagógico del contenido” (CPC). El CPC no es una conjunción de Pedagogía y contenido, ni una intersección de ambos, sino que alude al conocimiento de la disciplina *para* la enseñanza, en este caso de las Matemáticas.

Una de las ideas que está detrás de este concepto es que el conocimiento de la disciplina no genera, por sí mismo, los mecanismos para la enseñanza de los contenidos. El CPC implica una reorganización y transformación de los contenidos, teniendo en cuenta el contexto, el currículo y el alumnado. Apunta directamente hacia elaboraciones y construcciones sobre la enseñanza de un tópico específico y representaciones múltiples de éste, así como a los propósitos didácticos involucrados. Incorpora también los mecanismos de

pensamiento y razonamiento que pueden resultar fructíferos para el objetivo pedagógico, junto a los valores, creencias y concepciones que participan en la práctica de la enseñanza-aprendizaje en un nivel determinado.

Estructura de los conocimientos en la formación del educador de Matemáticas

Los conocimientos que requiere el educador de Matemáticas pueden integrarse en un modelo general organizado en categorías cognoscitivas, a saber: conocimiento matemático y meta-matemático, conocimiento educativo general y conocimiento pedagógico de las Matemáticas. Como se aprecia, estas categorías concuerdan con las presentadas para el caso de las competencias en el cuadro 4.1. El cuadro 4.2 muestra con mayor detalle algunas de ellas.

Cuadro 4.2

Estructura de conocimientos en la formación del educador de Matemáticas

Categoría	Subcategorías	Descripción
Conocimiento general		Aquel que no atañe directamente a los procesos educativos, pero que es relevante en la formación integral del educador y, en general, de todo profesional: estudios que afianzan o promueven una perspectiva humanista, conocimientos instrumentales (lenguajes y paquetes informáticos, etc.), segunda lengua, entre otros.
Conocimiento matemático y meta-matemático		Las Matemáticas y las reflexiones sobre ellas desde diferentes enfoques.
Conocimiento educativo general	Conocimiento pedagógico general	Alude a los aspectos que participan directamente en la enseñanza y el aprendizaje en general: currículo, evaluación, didáctica, Psicología del aprendizaje y la enseñanza, cognición, Sociología educativa.
	Conocimiento educativo general no pedagógico	Aquel que interviene en la educación, pero no necesariamente en la acción pedagógica directa: normativas institucionales, Sociología y Antropología de grupos, etc.
Conocimiento pedagógico de las Matemáticas.		Refiere a las representaciones múltiples y las mediaciones pedagógicas específicas de los contenidos matemáticos.

Fuente: Ruiz, 2007.

La discusión acerca de la categoría “conocimiento general” trasciende los objetivos de este capítulo, razón por la cual no se presenta una descripción detallada de la misma. La categoría de los “conocimientos matemáticos” se refiere a los contenidos y métodos de las Matemáticas, en tanto que la de “contenidos meta-matemáticos” se entienden aquí como conocimientos filosóficos, históricos y sociológicos sobre las Matemáticas. Es decir, se trata de contenidos de y sobre la disciplina, que incluyen: conceptos y procedimientos, métodos de construcción, validación y comunicación, estructuras cognoscitivas, aplicaciones, Historia, Filosofía y Estudios Sociales de las Matemáticas. Construcción de modelos matemáticos, matematización y problemas contextualizados también deben ser parte de los conocimientos dominados por los educadores.

La categoría de “conocimiento educativo general”, si bien no tiene un impacto significativo en el éxito del aprendizaje específico de las Matemáticas en el aula, es importante en tanto existen dimensiones no relativas directamente a las Matemáticas, que intervienen en la práctica profesional dentro y fuera del salón de clases, entre otras, vida institucional, interrelación con profesionales de otras disciplinas, conductas (Psicología y Sociología) de grupos o individuos, problemas generales de aprendizaje (discapacidades, por ejemplo), visiones y creencias sobre la educación y la vida (filosofías), factores culturales (asociados a etnia, género, clase social, etc.), valores éticos, actitudes, legislación, etc. Este componente general promueve las perspectivas más amplias que se han señalado antes para la profesión del educador.

Por último, la categoría de “conocimiento pedagógico de las Matemáticas”, como ya ha sido mencionado, se basa en una integración interactiva entre las Matemáticas y la Pedagogía, que debe responder al nivel educativo y a los contenidos matemáticos que se deben enseñar. Es posible desagregar esta en algunas subcategorías, a saber: teorías del aprendizaje matemático, cognición y Matemáticas, creencias y concepciones sobre las Matemáticas, currículo matemático, didácticas específicas y gestión de las Matemáticas, evaluación matemática e investigación en educación matemática. Aunque la lista no es exhaustiva, la estructura aquí planteada perfila un primer bosquejo de la perspectiva teórica que puede sostener un currículo para la educación en Matemáticas. Finalmente, es importante señalar que el diseño exacto de la organización curricular no puede establecerse *a priori*, sino que depende de las condiciones y los requerimientos de sociedades específicas en momentos históricos determinados.

En ese sentido resulta relevante examinar la situación de Costa Rica.

La formación docente para la enseñanza de las Matemáticas en Costa Rica

Contexto

La oferta para la formación de docentes de Matemáticas fue provista inicialmente por universidades estatales. Durante treinta años, a partir de finales de los cincuenta, el crecimiento de esa oferta fue lento y ello incidió en que se presentara un faltante de este tipo de personal en el país. En la década de los noventa, con la apertura de nuevas universidades privadas, se experimentó una significativa expansión de los programas disponibles en esta materia. Actualmente los centros privados otorgan más títulos a nivel de bachillerato que los estatales.

Incorporación histórica de actores en la enseñanza de las Matemáticas

En Costa Rica la formación de profesionales en enseñanza de las Matemáticas comenzó en 1959, cuando la Universidad de Costa Rica (UCR) creó la carrera de Profesorado en Física y Matemáticas, la cual fue ofrecida hasta 1966. A partir de 1967 se establecieron dos carreras separadas: Profesorado en Física y Profesorado en Matemáticas. Sin embargo, el número de graduados por año era inferior al ritmo que las necesidades educativas del país requerían. Esta y otras razones llevaron a la fundación, en 1968, de la Escuela Normal Superior, que tendría entre sus objetivos formar profesores de Matemáticas para la enseñanza media (Barrantes y Ruiz, 1995).

Al fundarse la Universidad Nacional (UNA), en 1973, la Escuela Normal Superior fue absorbida por la nueva institución, y se implementó un plan especial, que rigió hasta 1974, para que los estudiantes que se encontraban cursando la carrera concluyeran sus estudios (Adolio et al., 1995).

En 1974 la UCR amplió la formación de profesores, mediante la creación del Bachillerato y la Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas; no obstante, a partir de 1980 se cerró la posibilidad de la salida previa con grado de Profesor. En 1974 la UNA también creó el Bachillerato y la Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas.

El cierre del nivel de Profesorado en la UCR afectó negativamente el número de graduados, lo que, aunado al significativo aumento de la demanda que experimentó el país en la década de los ochenta, hizo que el faltante de profesores con un mínimo de formación se hiciera muy notorio. Así, en 1991, la preocupación por la carencia de

docentes, tanto de Matemáticas como de otras disciplinas, llevó al Ministerio de Educación Pública a gestionar un préstamo con el Banco Mundial, con el propósito de financiar la formación de profesores. Dentro de este marco, la UCR, la UNA, la Universidad Estatal a Distancia (UNED) y la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) firmaron un convenio con el Ministerio, para que dichas universidades atendieran los faltantes en la formación de educadores en distintas áreas. Esto se materializó en la apertura de un programa de Profesorado en Matemáticas en las tres instituciones, que empezó a funcionar en 1992 y, aunque el convenio expiró en 1998, esa carrera se mantiene en la actualidad. Este grado académico faculta para la docencia en instituciones de enseñanza media. Cabe mencionar que el

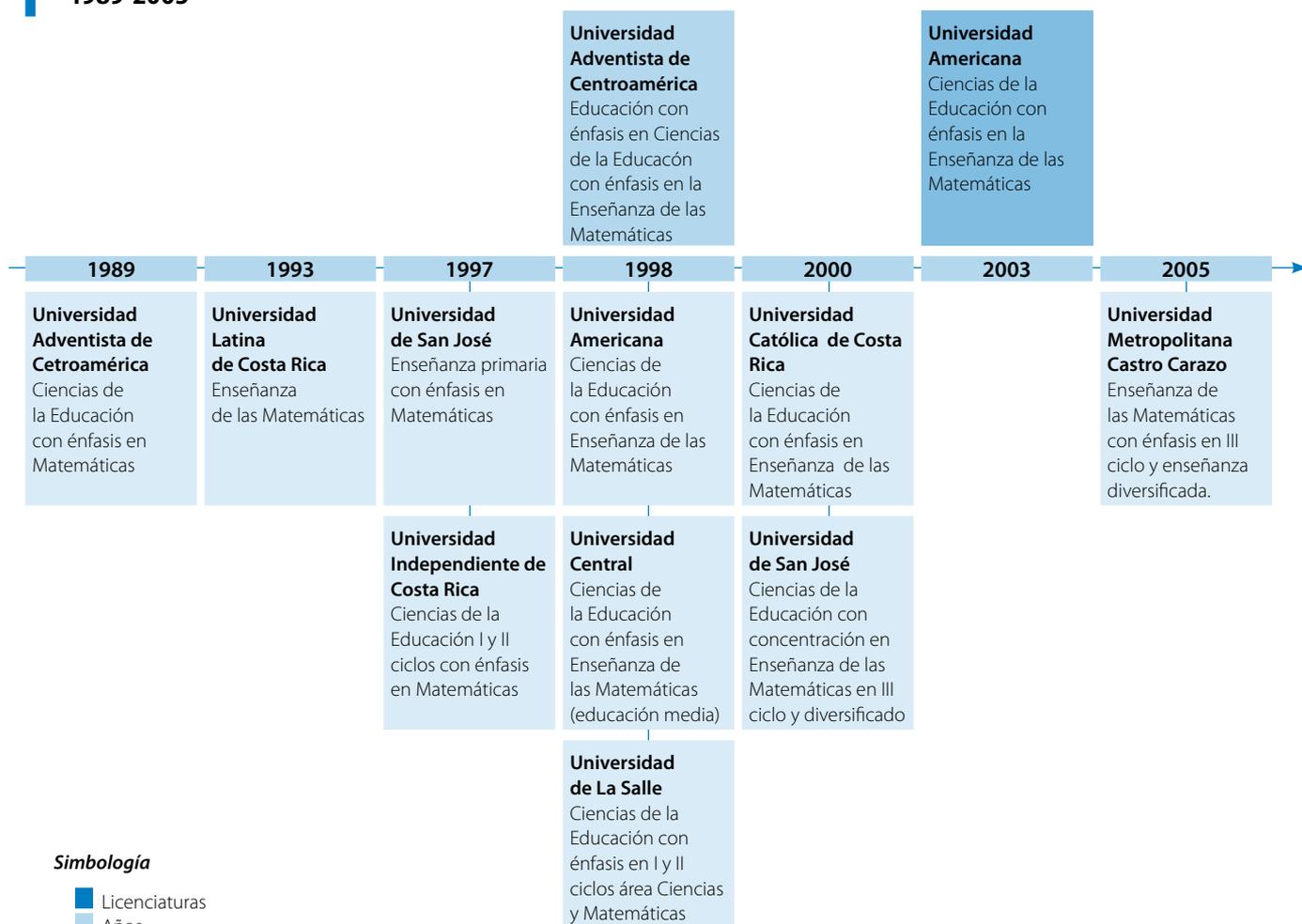
Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) no tiene esta opción.

En 1999 la UNED amplió su oferta con el título de Bachiller en Enseñanza de las Matemáticas. En 1996 el ITCR había establecido la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas Asistida por Computadora, que se complementó en el 2007 con al apertura de una Licenciatura. Por otro lado, en el 2003 la UCR creó, dentro de su Maestría en Matemáticas, un énfasis en Matemática Educativa (aunque a la fecha solo ha graduado a una persona). La UCR ofrece además carreras en Matemáticas Puras y Actuariado, aunque el número de estudiantes es muy reducido.

Finalmente, la UCR desconcentró en los ochenta su carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Matemática, para que fuera ofrecida en la sede de Occidente, ubicada

Figura 4.1

Incorporación de nuevos programas para la formación de docentes en enseñanza de la matemática. 1989-2005



Simbología

- Licenciaturas
- Años
- Bachilleratos

Nota. Los programas aprobados por el Conesup no necesariamente se están impartiendo en la actualidad.

Fuente: Elaboración propia con información del Conesup.

en San Ramón de Alajuela, y en 1997 se desconcentró también la Licenciatura (E: Ulate, 2007)². Este programa aporta una importante cantidad de los graduados de la UCR y posee una dinámica académica propia (Oficina de Registro-UCR, 2007).

A la oferta de las universidades estatales se le unió, en 1989, la Universidad Adventista de Centroamérica, que se constituyó en el primer centro privado en establecer un programa de formación docente en Enseñanza de las Matemáticas en el país. En la década de los noventa y hasta el año 2000 se registró un gran dinamismo en cuanto a la incorporación de nuevas instituciones privadas con esta oferta. En la actualidad un total de nueve entidades ofrecen esta opción (UCR, UNA, UNED, ITCR, Universidad Latina, Universidad de San José, Universidad Americana, Universidad Católica y Universidad Adventista).

Reconfiguración de la oferta de formación de docentes para la enseñanza de las Matemáticas

El número de graduados por institución de educación superior brinda una perspectiva de las

dimensiones de cada una en términos de la oferta global, así como del potencial impacto que pueden generar en la enseñanza de las Matemáticas a través de sus graduados. Los programas de Bachillerato permiten realizar más comparaciones, dado que las universidades privadas y el ITCR no otorgan el grado de Profesorado, y no son todas las entidades que ofrecen el de Licenciatura. Los resultados de este análisis revelan que tanto las universidades estatales como las privadas han aportado una gran cantidad de profesionales en esta materia en años recientes. Durante la última década el mayor porcentaje ha provenido de los centros públicos. Entre 1997 y 2006, del total de bachilleres en Enseñanza de las Matemáticas, las universidades estatales graduaron el 61% y las privadas el restante 39%. La UNA fue la institución con mayor número de bachilleres en todo el período (24%); el segundo lugar lo ocupó la UCR (17%) y la Universidad Americana se ubicó en la tercera posición (17%) a pesar de su reciente incorporación (cuadro 4.3). El cuadro 4.3 evidencia el significativo aumento de la oferta general de graduados universitarios a partir del 2002.

Cuadro 4.3

Bachilleres en Enseñanza de las Matemáticas graduados por año, según universidad. 1997-2006

Universidad	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
UCR	17	18	30	17	15	16	16	16	23	14	182
UNA	19	11	27	22	14	63	27	19	29	20	251
ITCR	0	0	0	7	12	28	12	3	13	14	89
UNED	0	0	11	9	11	12	24	18	12	16	113
UAM	0	0	0	32	11	25	29	31	8	39	175
Católica	0	0	0	0	0	0	3	3	5	20	31
Latina	10	0	0	0	1	32	11	7	1	24	86
Adventista	0	0	0	0	6	5	0	0	1	1	13
USJ	0	0	0	0	0	6	4	11	21	28	70
UC	0	0	0	3	5	6	10	8	2	0	34
Total	46	29	68	90	75	193	136	116	115	176	1.044

Fuente: Elaboración propia con información de Conare y Conesup.

A lo largo del período se observa una tendencia de las universidades privadas a aumentar su participación; en los años 2004 y 2006 es claro que éstas sobrepasaron a las estatales (gráfico 4.1). Solo cuando se consideran todos los grados académicos juntos (Profesorado, Bachillerato y Licenciatura), el porcentaje de títulos generados en las estatales sigue siendo el dominante.

No solo ha variado con el tiempo el peso relativo de las universidades estatales y privadas en el aporte de graduados, sino que también, en las primeras, ha cambiado la contribución según el grado académico (gráfico 4.2). En los programas de bachillerato, durante el período 2004-2006 las entidades estatales aportaron el 48% de los

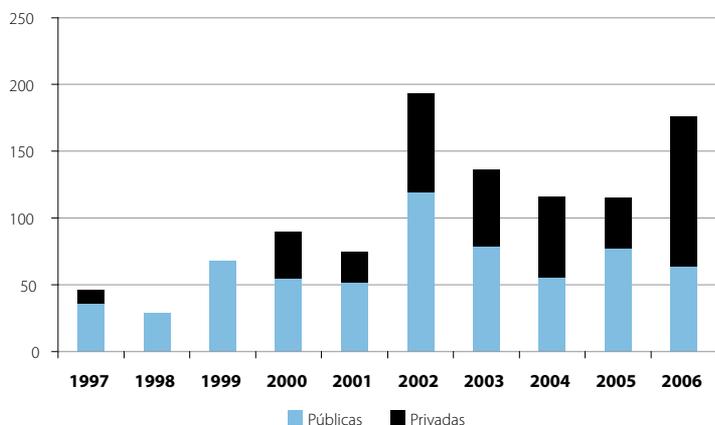
graduados y las privadas alcanzaron el 52%. El centro que más profesionales generó en ese nivel y en ese período fue la Universidad Americana (UAM), seguida por la UNA. Este resultado apunta a un momento histórico en la configuración de la educación superior costarricense. La UAM y la Universidad de San José (USJ) son las instituciones privadas más importantes en este campo en el lapso considerado, con una contribución al total de los graduados en bachillerato, tanto de las universidades estatales como de las privadas, de 19% y 15%, respectivamente.

A nivel de Licenciatura las universidades estatales ocuparon en el mismo período el primer lugar. Hay cinco centros que han egresado licenciados: UNA, UCR, UAM y las universidades Latina y Adventista. En el 2006 la UAM graduó más personas que la UNA o la UCR.

Al considerar todos los graduados, es decir, las personas con títulos de Profesorado, Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, la universidad estatal con mayores niveles de titulación es la UNA, seguida por la UCR y luego por la UNED. En términos del aporte de graduados, el ITCR ocupa la última posición (gráfico 4.2). En la UCR llama la atención que la sede de Occidente, con un claustro pequeño, haya graduado en los últimos diez años más profesores y bachilleres que la sede central de esa institución, en profesores más que la UNED y en bachilleres un número comparable al del ITCR (Oficina de Registro-UCR, 2007).

Gráfico 4.1

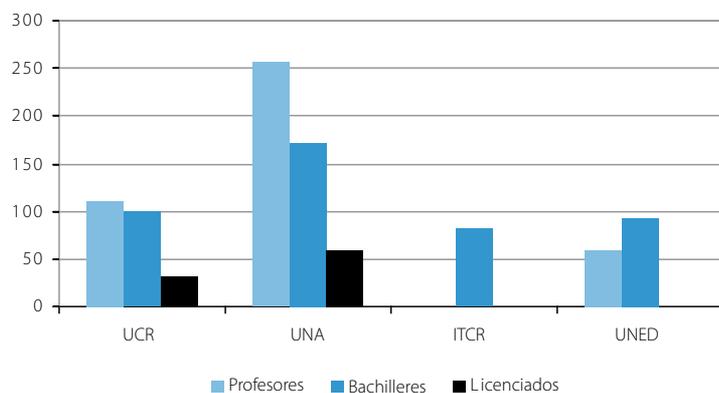
Bachilleres en Enseñanza de las Matemáticas graduados en universidades públicas y privadas



Fuente: Elaboración propia con información de Conare y Conesup.

Gráfico 4.2

Diplomas otorgados en Enseñanza de las Matemáticas por las universidades públicas, según grado académico, 2001-2006



Fuente: Conare.

Los currículos de enseñanza de las Matemáticas en las universidades estatales

Principios generales y perfiles

El plan compartido de estudios para la formación de profesores en el área de Matemáticas que propusieron la UCR, la UNA, la UNED y la OPES, en el año 1991, representa un punto de partida importante para el desarrollo del currículo de formación docente en esta disciplina que se da actualmente en el país. Su fundamento y su perfil, en cuanto a las Matemáticas, enfatizaba el papel de la geometría, aplicaciones matemáticas en otras disciplinas, relación con el entorno e incorporación de la computación; además incluía algunas competencias matemáticas como objetivo de la carrera. Sin embargo, cada universidad ha experimentado especificidades con respecto a la evolución de sus fundamentos curriculares (recuadro 4.3).

En las universidades estatales cada currículo, a su manera, incorpora la propuesta de perfiles

Recuadro 4.3

Cambios recientes en los fundamentos teóricos del currículo de las universidades estatales

En la UCR existe un documento que formalmente recoge los fundamentos y principios del currículo, e incluye una malla curricular de cursos individuales. Muchos de los aspectos del “fundamento teórico” fueron tomados del plan compartido de Profesorado (aunque perdió consistencia curricular y no se adaptó todo el currículo para sostener con fisonomía propia el plan de Bachillerato y Licenciatura). Desde ese momento hasta el año 2006, los cambios experimentados por este plan de estudios fueron pocos, esencialmente permutaciones o transformaciones de cursos (Oficina de Registro-UCR, 2007). A partir del primer semestre del 2007, sin embargo, se observan reformas en algunas dimensiones de este currículo; en particular se les ha dado a los primeros cursos un mayor acercamiento a las Matemáticas del currículo escolar.

El plan de estudios que actualmente ofrece la UNED está basado, también, en el plan compartido UCR-UNA-UNED, y más todavía en el de la UCR, ya comentado; de hecho, supone una reducción en los aspectos tomados del perfil profesional de aquellos. Fue ligeramente cambiado durante el proceso de autoevaluación y acreditación que vivió esa universidad en el período 2003-2004.

En cuanto al ITCR, al aprobarse esta carrera por el Conare en 1995, se recomendó incluir en el plan de estudios original los temas de actitudes, habilidades y destrezas intelectuales, pues solo contenía un listado de

contenidos en Matemáticas, Computación y Educación. Esto se hizo en el año 2000, y otras modificaciones relevantes fueron incorporadas en el 2004 (Conare-OPES, 2005). En un proceso de autoevaluación y reforma (sin miras en ese entonces a la acreditación), entre 2001 y 2004, se realizaron cambios significativos: ampliación del número de cursos de Matemáticas, reducción de los de Computación (con algunos ajustes) y creación de tres nuevos cursos de Pedagogía (Conare-OPES, 2005). Cabe subrayar que en estos últimos se ofrece una mayor orientación hacia la enseñanza específica de las Matemáticas.

En cuanto a sus fundamentos curriculares, el plan de la UNA es el más extenso, completo y ambicioso (en términos de la incorporación de objetivos y competencias, distinción entre grados profesionales, e incluso adquiere alguna precisión matemática cuando refiere, por ejemplo, a conocer y aplicar modelos). Se estableció entre los años 2003 y 2005, en el contexto de la transformación en los períodos lectivos que vivió la UNA. La estructura de su fundamentación se da en correspondencia con los lineamientos curriculares generales de esa institución (UNA, 2003). Algunos cambios, producto de objetivos de reforma curricular dentro de la Escuela de Matemática, se observan en la segunda mitad del año 2007 e inicios del 2008; en parte, con ellos se busca adecuar el currículo a la débil formación con la que ingresan los estudiantes a esta carrera.

Fuente: Ruiz, 2007.

profesionales para el Profesorado, el Bachillerato y la Licenciatura, en los grados que ofrecen. También contempla, en diferente medida, las perspectivas generales en cuanto a lo que una carrera de una universidad pública debe proporcionar (graduados críticos, pensamiento creativo, flexibilidad), así como propósitos de vínculos con los intereses nacionales en su adecuación a lo que la sociedad demande (conciencia ambiental, de las circunstancias socioeconómicas, culturales, calidad de vida). Los currículos invocan conocimientos sólidos en Educación y Matemáticas, así como en tecnología en el caso del ITCR, y ofrecen una línea de profundo estudio en la enseñanza de las Matemáticas. La UNA, la UNED, la UCR y el ITCR plantean ejes transversales o curriculares o metodológicos (distintos en cada institución). Hay una voluntad expresa de afirmar valores: perseverancia, ética profesional, excelencia. En el ITCR y la UNA se apegan a las dimensiones o líneas educativas que la Unesco consignó para la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir, aprender a ser. Todas declaran además una vocación de mediación pedagógica, aunque no con las mismas palabras.

No obstante, la presente investigación encontró algunas debilidades puntuales, como en el caso de la UNED, que no hace mucha diferencia entre

el perfil del Profesorado y el del Bachillerato (de hecho se repiten en buena medida), y en el caso de la UCR, que no distingue del todo entre los distintos grados que ofrece.

Hay, sin embargo, deficiencias de mayor peso. De manera global, un problema significativo es que las competencias que se plantean en los cuatro casos son muy generales. Se afirman muchos propósitos de generar criticidad, compromiso social, humanismo, acuerdo con los lineamientos educativos del país, entre otros que, aunque válidos, son muy generales. No hay un contexto histórico que se pueda identificar con claridad, al punto de que podrían ser consideraciones y propósitos válidos en el siglo XIX, salvo cuando se habla de tecnologías.

De igual forma, en cuanto a los perfiles profesionales se proponen objetivos y competencias que son de la educación general, a los cuales, y no en todos los casos, se les acompaña de una referencia a las Matemáticas. Es decir, son propósitos generales aplicados a las Matemáticas. Bastaría sustituir, en muchos casos, el término de referencia “matemática” por el de otra carrera, y el perfil se podría utilizar en buena parte para otra disciplina. Es decir, no se hace alusión a asuntos específicos, o incluso técnicos, de la educación matemática: cognición matemática (procesos mentales de comprensión

y manipulación de los objetos que usan las Matemáticas), construcción de conceptos y procedimientos matemáticos, transferencia o devolución matemáticas, fenomenología de las situaciones didácticas matemáticas³, entre otros, que se deben incorporar en el repertorio de competencias de un egresado de enseñanza de las Matemáticas. En conclusión, se encuentra poca especificidad hacia la Educación Matemática como disciplina y como profesión.

En la UNA, el ITCR y la UNED, cuando se mencionan las Matemáticas, lo que en general se interpreta es solamente el “dominio” de estas, aunque también se plantean “aplicaciones” al entorno, a veces “modelos” e incluso interdisciplinaridad. Pero no hay una colección amplia de competencias matemáticas específicas: razonamiento y argumentación matemáticas, modelización y matematización, resolución de problemas, comunicación, metacognición (procesos de control, toma de decisiones para escoger el mejor camino en los procesos de resolución de problemas), etc. Cabe destacar que los fundamentos teóricos del currículo formalmente vigente en la UCR, a pesar de las limitaciones señaladas, sí afirman una visión específica de las Matemáticas y de lo que se considera debe ser su enseñanza (con historia, aplicaciones, énfasis geométrico, relación con el entorno y computación), pero esto no se recoge así en el perfil profesional aprobado por la institución en 1991 ni, como se verá mas adelante, en la malla curricular (Centro de Evaluación Académica-UCR, 2007). La dificultad que se encontró para obtener el currículo oficial en vigor en esta universidad,

podría ser una indicación de su alejamiento de la práctica que se realiza en las aulas.

Estructura curricular por cursos

La formación está organizada en ocho semestres (cuatro años) en la UNA, la UCR y el ITCR; en la UNED está en doce cuatrimestres, que equivalen a cuatro años también. En la estructura curricular de los programas analizados predominan los cursos de Matemáticas y de Educación.

Al comparar el número de cursos que imparten estas universidades a nivel de Profesorado se encuentra que, en cuanto a Matemáticas, el plan de la UNA contiene más que las otras (cuadro 4.4). La UCR tiene menos cursos en esta materia, pero más en el área de Computación. En el área de Educación (cursos referidos a Pedagogía, Psicología, didácticas generales y específicas de las Matemáticas y otros relacionados) las instituciones muestran situaciones muy parecidas.

En cuanto al Bachillerato, el plan de la UNA contiene más cursos de Matemáticas, cinco más que el ITCR, que es el de menor oferta (cuadro 4.5). En Educación, la UCR y la UNA imparten el mayor número de cursos, tres más que la UNED, que es el que incluye la menor cantidad. El ITCR tiene cinco cursos sobre Computación y en el otro extremo está la UNED, que no tiene ninguno. Algo análogo sucede con los cursos de idioma inglés: dos cursos en la UNA y el ITCR, frente a su ausencia en la UNED y la UCR. En términos globales, el plan de Bachillerato con menos cursos es el de la UNED, que posee ocho cursos menos que el que más tiene (el ITCR).

Cuadro 4.4

Número de cursos en el Profesorado en Enseñanza de las Matemáticas, por áreas, en las universidades estatales

Universidad	Matemáticas	Educación	Computación	Inglés	Otros ^{a/}	Total
UCR	11	8	2	0	7	28
UNA ^{b/}	13	9	1	2	1	27
UNED	12	8	0	0	4	24

a/ Incluye cursos como Física, Humanidades y repertorios.

b/ En la UNA los Estudios Generales no forman parte del Profesorado.

Fuente: Programas de estudios de la UCR (1992), la UNA (2005) y la UNED (2004).

Cuadro 4.5

Número de cursos en el Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas, por áreas, en las universidades estatales

Universidad	Matemáticas	Educación	Computación	Inglés	Historia	Otros	Total
UCR	14	12	3	0	0	8	37
UNA	18	12	1	2	0	6	37
UNED	14	9	0	0	1	7	31
ITCR	13	11	5	2	0	8	39

Fuente: Programas de estudios de la UCR (1992), la UNA (2005), el ITCR (2004) y la UNED (2004).

Como se mencionó antes, hay tres universidades estatales que ofrecen la Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas: la UNA, el ITCR y la UCR. En la UCR este grado representa un año adicional al Bachillerato, en tanto que en la UNA y el ITCR implica un año y medio adicional (en la última institución se requiere un semestre más para hacer el trabajo final de graduación) y la presentación de un trabajo final de graduación (tesis, seminario u otra modalidad). En este grado se nota una mayor preocupación por la investigación educativa y una integración más apropiada entre Matemáticas y Pedagogía (el ITCR incluye dos cursos de Didáctica de las Matemáticas).

Créditos y horas lectivas

Al comparar los créditos y horas lectivas entre los programas de las universidades estatales, se observa que a nivel de Profesorado el número de créditos muestra bastante uniformidad, lo que no existe en la estructura de componentes curriculares, ya que la UNED da mayor énfasis a las Matemáticas (cuadro 4.6). En el Bachillerato, el grado en que se pueden comparar las cuatro instituciones estatales, hay contrastes abismales entre UNA-UCR e ITCR-UNED. La diferencia de veinte créditos es muy significativa y revela una disparidad en la oferta académica pública en esta disciplina. En el plan de Bachillerato, la diferencia más relevante entre los componentes se da en el ITCR, donde fue necesario hacer ajustes para incorporar de manera fuerte el componente tecnológico, reduciendo el porcentaje dedicado a las Matemáticas y la Educación. Se trata de una distancia de cinco y siete puntos porcentuales, respectivamente, de la media de

las otras instituciones. La brecha más grande en cuanto a los créditos la presenta la UNA en el Bachillerato. En horas lectivas, la UNA posee un 56,4% más que el ITCR en Matemáticas (muy cerca de la UCR), lo que indica un alejamiento desproporcionado de este último con respecto a las otras entidades.

La distribución de los créditos por año según el plan de estudios muestra que en el Profesorado de la UNA los 98 créditos se deben completar en tres años de estudio, un promedio de entre 32 y 33 cada año. Su plan de Bachillerato establece 143 créditos en total, o sea, 45 créditos adicionales al Profesorado, que están programados para complementarse en un año. En conclusión, en la UNA hay un desequilibrio entre el Profesorado y el Bachillerato en cuanto al número de créditos, y se “carga” mucho ese último año. Adicionalmente, se tiene un Bachillerato con muchos más créditos que en la UNED y el ITCR, un poco más que en la UCR, y existen cursos con fuertes probabilidades de ser subvalorados en término de créditos.

En relación con la Licenciatura, la del ITCR tiene 14 créditos y 36 horas lectivas menos que la UNA, es decir, no está sobrecargada en créditos como en los casos de la UNA y la UCR. Cabe recordar que el Conare ha establecido que los créditos para un Bachillerato deben oscilar entre 120 y 144, a los que se agregan de 30 a 36 créditos adicionales para la licenciatura. La UNA y la UCR están en el tope superior en cuanto al Bachillerato.

Contenidos en los currículos

La revisión de los contenidos de los currículos permite afirmar que en las universidades estatales (salvo

Cuadro 4.6

Créditos y horas lectivas en Matemáticas y Pedagogía, según grado académico y universidad estatal

Profesorado								
Universidad	Matemática		Pedagogía		Otras		Total	
	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas
UNED ^{a/}	59		27		12		98	
UCR ^{b/}	52	55	27	46	27	32	106	133
UNA	54	63	30	36	14	16	98	115
Bachillerato ^{c/}								
Universidad	Matemática		Educación		Otras		Total	
	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas
UNED	66		30		25		121	
UCR	66	70	40	64	33	36	139	170
ITCR	57	55	36	42	32 ^{d/}	45 ^{e/}	125	142
UNA	73	86	41	47	29	31	143	164
Licenciatura								
Universidad	Matemática		Educación		Otras		Total	
	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas	Créditos	Horas
UCR	81	85	56	76	38	41	175	202
UNA	88	101	57	67	34	36	179	204
ITCR	70	66	48	51	47 ^{f/}	51 ^{g/}	165	168

a/ Por la modalidad no se consideran horas presenciales.

b/ No se toman en cuenta las horas de los cursos de repertorio y seminario.

c/ En el Bachillerato se suman los créditos y horas del Profesorado.

d/ De estos 32 créditos, 20 corresponden a cursos que tienen que ver directamente con diferentes temas de Computación.

e/ De las 45 horas, 20 corresponden a cursos de Computación.

f/ De estos 47 créditos, 28 corresponden a cursos que tienen que ver directamente con diferentes aspectos del uso de tecnologías. Además, se considera en este rubro los 7 créditos que tiene asignado el trabajo final de graduación; ni la UCR ni la UNA asignan créditos al trabajo final de graduación.

g/ De las 51 horas, 26 corresponden a cursos relacionados con tecnologías.

Fuente: Programas de estudios de la UCR (1992), la UNA (2005), el ITCR (2004) y la UNED (2004).

en el ITCR) existe una formación de base común que sigue, en esencia, una misma lógica: aparte de temas generales, hay bastantes contenidos matemáticos, en menor medida en Educación general, y aun menor en Pedagogía específicamente orientada a las Matemáticas. Aunque este esquema básico se sigue en los programas de las cuatro universidades, hay diferencias en la amplitud y la profundidad de los temas que se desarrollan en cada institución; en particular sobresale el caso del ITCR, donde los cursos de Computación aportan un sesgo distinto a su currículo.

En términos relativos, el plan de estudios que introduce más contenidos propios de la enseñanza de las Matemáticas es el del ITCR. Los cursos del área pedagógica de la UCR y la UNA no son tan específicos a la enseñanza-aprendizaje de esta disciplina, como los incluidos en la UNED y el ITCR; ello conduce a una cantidad mayor de contenidos en estos temas en los programas de las dos primeras instituciones. La “generalidad” que domina en los cursos educativos

de la UCR y la UNA hace que tópicos relevantes para el ejercicio profesional no sean estudiados con la minuciosidad requerida. Aunque en los programas de la UNA se incorporan más contenidos de investigación que en las otras universidades, esto no sucede en el área de las Matemáticas. En general, los asuntos relativos a la investigación son muy escasos en todos los programas y no se aprecia esta actividad como un eje transversal.

En cuanto a contenidos matemáticos los planes de la UCR y la UNA son los más extensos. En particular, dada la modalidad que utiliza la UNA con los llamados “módulos”, en sus programas aparecen contenidos que no están presentes en los planes de estudio de las otras universidades, del todo o con tanta especificidad: trigonometría esférica, geometría no euclidiana, programación lineal, matemática financiera e inferencia estadística. En el ITCR la cantidad de cursos en el área de Matemáticas es menor que en las demás instituciones. Este hecho

Recuadro 4.4

Enseñanza de las Matemáticas: perspectivas de un director

A continuación se transcribe la entrevista realizada al director de una carrera de Escuela de Matemática.

¿De qué manera piensa usted que la formación que ofrece la carrera de Enseñanza de las Matemáticas se utiliza en la labor de aula por los docentes de secundaria? ¿Qué acciones realiza o debería emprender su unidad académica para que los graduados que genera y la carrera de Enseñanzas de las Matemáticas que ofrece posean mayor pertinencia social y calidad académica en el actual contexto histórico?

“De acuerdo con los estudios que en los últimos dos años hemos estado realizando, se ha podido establecer que existe un distanciamiento entre el proceso formativo de los profesores de Matemáticas con respecto a sus necesidades profesionales dentro del ámbito académico en que se estarían desarrollando. En el proceso formativo, por años, se ha insistido en una preparación matemática teórica, descuidando aspectos de aplicación, de uso de recursos tecnológicos modernos y de vinculación con los planes de estudio magisteriales. Pero también, desde el punto de vista pedagógico, su preparación se ha enfocado hacia conocimientos muy generales de la educación, inclusive en aquellos aspectos donde se debía haber particularizado más, como son las estrategias didácticas, evaluativas y de currículo. Esta situación ha provocado que los profesores que se han estado formando se gradúen con un perfil que no es el idóneo, debido a que la integración de los aspectos matemáticos y pedagógicos ha quedado bajo su responsabilidad y esta labor deben realizarla directamente en el aula. Este divorcio entre Matemáticas y Pedagogía ha provocado serios problemas en el desenvolvimiento profesional de los docentes.

Ante esta situación, en la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional estamos realizando, en estos momentos, un replanteamiento del plan de estudios de nuestra carrera, de manera que los problemas de

formación que se han apuntado anteriormente puedan ser solventados. Esto implica un rompimiento con el patrón tradicional de formación de educadores en esta área, por lo que el proceso es complejo y delicado. Pero consideramos que es nuestra obligación ofrecer, al estudiante de esta carrera, una preparación coherente con las necesidades del trabajo que va a realizar en su actividad profesional.”

¿Cómo afectó o afecta el proceso de acreditación de la carrera de Enseñanza de las Matemáticas en su institución en su desarrollo y en las perspectivas de mejoramiento de la misma? ¿Ventajas y desventajas de ese proceso?

“La acreditación de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en la Enseñanza de las Matemáticas ha permitido lograr un mayor estatus a nivel nacional con respecto al resto de carreras en esta línea. Tanto que a nuestros graduados se les otorgan puntos adicionales en el Servicio Civil, por haber sido formados en una carrera que cumple con este requisito. Nuestros estudiantes se sienten respaldados debido a que la carrera ha pasado por un control de calidad de las diferentes acciones relacionadas con su proceso formativo. También, gracias a este logro, ha sido posible conseguir mayor financiamiento para las diferentes actividades que lleva a cabo la Escuela. De esta manera, se ha incrementado el presupuesto de operación, contamos con nuestro propio laboratorio de Informática, se ha podido ampliar el recurso tecnológico para la labor docente, administrativa, así como para los distintos proyectos que se realizan. En estos momentos estamos negociando una remodelación completa del área de oficinas, tanto administrativas como de los cubículos de los docentes, y ha sido posible ampliar el recurso administrativo de la unidad. No obstante, el principal aporte ha sido el de reconocer nuestras limitaciones, lo que nos ha obligado a establecer acciones de mejoramiento del trabajo que se venía realizando.”

Fuente: Ruiz, 2007 con base en E: Chaves, 2007.

se expresa en la menor amplitud o profundidad de algunos temas, como por ejemplo geometría analítica, que aunque en el ITCR se menciona como contenido, en tanto que en las otras universidades estatales corresponde a un curso en sí. Un tema que solo se incluye en el plan de estudios de la UCR es el de la variable compleja. El uso de la tecnología como herramienta para la enseñanza de las Matemáticas no se contempla en el programa de la UCR.

Algunas observaciones generales sobre los currículos

La formación en conocimiento matemático es amplia en todas las universidades estatales: del total de créditos se le destina un porcentaje que oscila entre 52% y 60% en el Profesorado, y 46% y 55% en el Bachillerato. De hecho es el componente más importante en estos planes de estudio. A la preparación en temas educativos se le otorga un porcentaje de entre 26% y 31% en el Profesorado, y de entre 25% y 29% en el Bachillerato. En las tecnologías de computación la formación se muestra deficitaria (salvo en el ITCR). El caso más extremo es el de la UNED, donde no existe ningún curso sobre este tema.

Los contenidos en educación general, de acuerdo con los currículos, parecen ser suficientes para asegurar el conocimiento en esta área cognoscitiva (Pedagogía general, Psicología, teoría curricular, evaluación, Sociología educativa, etc.). Sin embargo, en la mayoría de los casos estos temas corresponden a los que la literatura internacional señala como menos instrumentales en la labor profesional de aula.

Se percibe, en general, una marcada separación entre las diferentes áreas, en especial entre la de Educación y la de Matemáticas; esto es, los cursos parecen estar desconectados, sin la debida relación entre sí. Hay una debilidad que sobresale en todos los currículos: el poco espacio para el conocimiento pedagógico de las Matemáticas. Los graduados, aun asumiendo que tengan suficiente conocimiento de la disciplina, saben poco sobre cómo enseñar Matemáticas en la educación media. Existe un déficit en la pedagogía y las didácticas específicas de los diversos temas que constituyen el plan de estudios de ese nivel educativo. Estas deficiencias se expresan de múltiples maneras en la práctica profesional (Contreras, 2002).

Por otra parte, el estudio realizado revela una tendencia en los cursos (objetivos, bibliografía, evaluación) a sobredimensionar los aspectos formales, axiomáticos y demostrativos de las Matemáticas, en detrimento de otros elementos que vinculan

más esta materia con los entornos físicos y socioculturales, que son cruciales para el educador (en particular para enseñar a apreciar el valor y la utilidad de las Matemáticas). Asimismo, es evidente la ausencia de un tejido de relaciones explícitas entre el conocimiento matemático general y las Matemáticas que se deben enseñar. También existe una clara diferencia entre el currículo del ITCR y los de las otras instituciones, marcada por la introducción del componente tecnológico; con este propósito se disminuyó la cantidad de cursos de Matemáticas y de otras disciplinas, lo que creó un equilibrio distinto entre los componentes de ese currículo.

Si bien, tal como se ha venido señalando, existen importantes debilidades en los planes de estudio para la enseñanza de las Matemáticas, es meritorio que todas las universidades estatales hayan llevado a cabo acciones concretas de mejora, a través de procesos de autoevaluación y acreditación (recuadro 4.5).

Los currículos y su relación con algunas políticas educativas oficiales

Este apartado no pretende analizar las virtudes y la pertinencia de los lineamientos y políticas educativas emanados del Ministerio de Educación Pública y el Consejo Superior de Educación (CSE, 1994). Sin embargo, sí analizan algunos de los principios generales que se desprenden de ellos, a saber:

- La investigación es un factor importante para la práctica docente.
- El docente debe tener una formación amplia, que le permita realizar la mediación pedagógica en su práctica.
- El enfoque epistemológico constructivista es el adecuado para todas las dimensiones educativas.
- Debe existir coherencia entre formación inicial y continua, currículo e instrumentos pedagógicos.
- Se debe propiciar la integración de formación inicial y continua con cooperación interinstitucional permanente.
- Debe buscarse la afirmación de la disciplina a partir de una perspectiva multi y transdisciplinaria.
- La resolución de problemas es un mecanismo privilegiado y la Historia de las Matemáticas es importante (MEP, 2005a, 2005b).

Recuadro 4.5

Iniciativas para mejorar la enseñanza de las Matemáticas: autoevaluación, acreditación e investigación

En años recientes la UNA y la UNED realizaron procesos de autoevaluación y acreditación. Como parte de este esfuerzo, la UNED, por ejemplo, decidió sustituir varios cursos del área pedagógica que, según la misma autoevaluación, no estaban cumpliendo un papel adecuado en la formación de profesores de Matemáticas. El propósito es reemplazar seis cursos de Educación por cursos más ligados a la enseñanza específica de las Matemáticas (recursos didácticos para la enseñanza de las Matemáticas, currículo para la educación matemática, didáctica específica de las Matemáticas, fundamentos filosóficos para la educación matemática, evaluación de los aprendizajes en la educación matemática, investigación en la enseñanza de las Matemáticas). La institución espera que estos cursos se comiencen a impartir en el año 2008. Por su parte, la Escuela de Matemática de la UNA ha vivido desde el año 2001 un intenso proceso de transformación de su claustro y sus perspectivas académicas, con base en el fortalecimiento de la investigación educativa y la gestión institucional. Además, con apoyo en la acreditación se han emprendido reformas en el uso de tecnologías y en la mediación pedagógica, al tiempo que se esperan acciones globales de renovación curricular muy importantes en la universidad.

El ITCR realizó un proceso de autoevaluación a los cinco años de la creación del programa de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora, que generó modificaciones curriculares, y en la actualidad trabaja con miras a la acreditación. En el 2007 la UCR, con un nuevo equipo

de dirección en la Escuela de Matemática, inició un esfuerzo para “poner orden” y realizar una autoevaluación, cuyo derrotero podría ser muy importante para la enseñanza de las Matemáticas.

El empeño de las universidades estatales dirigido a afrontar los problemas de la enseñanza de las Matemáticas en el país, y a cubrir algunas deficiencias en la formación inicial, se expresan también en la gestión, realización o apoyo de eventos académicos nacionales de gran impacto y continuidad: los Congresos Internacionales de Enseñanza de las Matemáticas Asistida por Computadora (www.cidse.itcr.ac.cr/ciemaac), los Festivales Internacionales de Matemáticas (www.cientec.or.cr/matematica/festival.htm), los Encuentros Internacionales de Enseñanza de la Matemática, los Simposios Costarricenses sobre Matemáticas, Ciencias y Sociedad (www.cimm.ucr.ac.cr/simposios), son ejemplos concretos de estos esfuerzos.

Recientemente se han generado también relevantes investigaciones sobre educación matemática que involucran a la UCR, la UNA y la UNED⁴. En el año 2007 se fundó el “Programa de investigación y formación en Educación Matemática” que busca coordinar las iniciativas de estas instituciones en este campo. Se espera que sus resultados generen cambios importantes en los currículos de enseñanza de las Matemáticas en algunos de estos centros educativos. Estas son señales positivas de que, por lo menos en estas universidades, se trabaja en la búsqueda de respuestas a la situación actual de la Educación Matemática.

Fuente: Ruiz, 2007.

Las afirmaciones o buenos propósitos que enuncian estos elementos son convergentes con la que, a la luz de lo expuesto al inicio de este capítulo, parece ser una visión acertada de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, aunque existen algunas insuficiencias. Además, es preciso señalar que se trata de un conjunto muy abstracto y general de afirmaciones que, por lo tanto, puede encubrir interpretaciones parciales o equivocadas, o bien puntos de vista que no necesariamente se adecuan al marco de conocimientos sobre Educación Matemática aquí presentado.

El análisis aporta una primera conclusión: los principios seleccionados no se consignan en la malla curricular de la formación de docentes en Matemáticas de las universidades estatales con la amplitud que se esperaría. Una segunda conclusión es que hay una diferencia cualitativa entre los cursos de las áreas de Matemáticas y los de Educación. En los de Matemáticas, los principios de la política educativa se mencionan mucho menos que en los del área de Educación. Incluso en asuntos muy pertinentes, como la resolución de problemas y el uso de aplicaciones interdisciplinarias, su presencia es mínima.

A diferencia del ITCR (y en este caso se trata de la repetición de un mismo esquema de media-

ción, no de un detalle de estrategias específicas), es muy significativo que no se aluda a la mediación pedagógica en ningún curso de Matemáticas de la UNA y la UNED.

Algunos de los principios mencionados fueron recogidos en las fundamentaciones de los currículos, como parte de los objetivos y competencias que generaría la carrera, pero no aparecen en los cursos individuales.

Se observa una gran distancia entre la fundamentación ofrecida por los currículos y las mallas curriculares. Si bien se hace referencia a aprendizajes activos y colaborativos, compromisos con la criticidad, perspectivas de asociación con los entornos sociales y culturales, aplicaciones, historia, investigación, construcción cognoscitiva, etc., en los cursos no se aprecia el énfasis declarado en la fundamentación. No todos los currículos poseen, sin embargo, el mismo nivel de inconsistencia, debido a que en algunos casos las declaraciones de sus fundamentos fueron más acotadas.

Formación docente y tendencias internacionales en la educación matemática

En relación con las tendencias analizadas en la primera sección de este capítulo, sobre la investigación educativa internacional, se observa que

en general las mallas curriculares incorporan muy poco de estas orientaciones, lo que genera una serie de vulnerabilidades importantes.

En este sentido sobresalen las debilidades en los perfiles profesionales y las competencias que deben integrar estos currículos y su relación con la malla curricular de cursos individuales, la cual debería corresponder enteramente a los perfiles y competencias (Arias, 2005, por ejemplo, reporta algunas de estas debilidades para el caso de la UCR). Entre éstas se encuentran:

- La debilidad notoria en la incorporación de la dimensión de competencias y conocimientos pedagógicos de las Matemáticas, lo que debería ser un fundamento crucial de esta carrera, afirmado en una visión de la educación matemática como una disciplina científica y profesional independiente de las Matemáticas y de la Educación.
- El carácter marginal que se otorga a la investigación, la resolución de problemas, la formación continua y otros asuntos que de manera recurrente señala la política educativa oficial.

Los currículos de enseñanza de las Matemáticas en las universidades privadas

Como se comentó anteriormente, en Costa Rica existen varias universidades privadas que ofrecen formación para la enseñanza de las Matemáticas (cuadro 4.7). El análisis que se presenta a continuación se centra en los currículos de las carreras impartidas por la Universidad de San José (USJ) y la Universidad Americana (UAM), por ser las dos instituciones que han graduado más bachilleres en esta disciplina de todos los centros privados, al tiempo que exhiben un ritmo de crecimiento muy fuerte. En los últimos tres años estas dos universidades han generado el 66% de los bachilleres de instituciones privadas y el 34% del total de graduados de ese nivel de todas las universidades, estatales y privadas. Complementariamente, se examina el conjunto de las universidades privadas en varios aspectos de carácter más general.

Principios generales y perfiles

En las fundamentaciones de los currículos de la UAM y la USJ se enfatiza en valores, actitudes y aptitudes pedagógicas que, sin embargo, son demasiado generales. La USJ ha estructurado

Cuadro 4.7

Universidades privadas que han ofrecido formación para la enseñanza de las Matemáticas

Universidad	Bachillerato	Licenciatura
Universidad Católica Anselmo Llorente y Lafuente	Bachillerato en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas	
Universidad Americana	Bachillerato en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas	Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas
Universidad Latina de Costa Rica	Bachillerato en Enseñanza Media en Matemáticas	Ofreció este título antes del 2007
Universidad de San José	Bachillerato en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas	
Universidad Adventista de Centroamérica	Bachillerato en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas	Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas
Universidad Central Costarricense	Ofreció este título antes del 2007 ^{a/}	
Universidad Metropolitana Castro Carazo	Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas ^{a/}	

a/ En el año 2007 no impartieron estas carreras (aunque la Castro Carazo la ofreció en su página web).

Fuente: Ruiz, 2007.

mejor sus fundamentos, al incluir más referencias a condiciones intelectuales y profesionales (aplicar pensamiento, motivación, resolución de problemas, investigación). En el caso de la UAM, sus declaraciones casi podrían usarse en el contexto de cualquier otra disciplina.

En ambos currículos es notoria la ausencia de una visión de la Educación Matemática como disciplina científica independiente, distinta a la Educación y las Matemáticas. Esta deficiencia es mucho mayor que la anotada para las universidades estatales. De la misma manera, la referencia explícita a las Matemáticas es muy escasa. Las declaraciones abstractas recaen sobre todo en la Educación.

Por otro lado, en las dos universidades las fundamentaciones no aluden explícitamente a ejes curriculares o transversales que busquen integrar el currículo, aunque la USJ subraya el uso de la Historia de esta disciplina en la enseñanza. En ninguno de los dos casos se establecen suficientes aspectos filosóficos o históricos generales para sustentar la aproximación académica a la carrera. La fundamentación de la USJ describe la fisonomía específica de su currículo, lo que no se encuentra en la UAM. Globalmente, sin embargo, ambas fundamentaciones son abstractas, escuetas y poseen poco desarrollo teórico.

Estructura curricular por cursos

La formación hasta el nivel de Bachillerato, en el conjunto de las universidades privadas que ofrecen

la carrera de interés, se organiza en ocho períodos académicos cuatrimestrales, exceptuando la Universidad Católica Anselmo Llorente y Lafuente, en la cual consta de nueve cuatrimestres (cuadro 4.8). Esto equivale a 32 meses para el primer grupo.

Al revisar el número de cursos ofrecidos en las diferentes materias se observa que, en el área de Matemáticas, estas universidades imparten entre 12 y 16 cursos (una oferta relativamente baja); la que más ofrece es la Adventista, con 16, y la que menos lo hace es la Castro Carazo, con 12. En cuanto al número de cursos de Educación, hay una amplia diferencia entre la mayor oferta (Castro Carazo, con 16) y la menor (UAM, con 9). Todas tienen cursos de Computación en su programa de estudios, en un rango que va de 1 a 3 cursos. Salvo la Católica, las demás ofrecen al menos un curso de Inglés. En cuanto a “otros cursos” hay una gran variabilidad: de 2 a 14 cursos en esta categoría. Destacan la Anselmo Llorente (9) y la Adventista (14) como las que más tienen; estas dos universidades son católicas y varios de esos cursos adicionales son de corte religioso. La UAM imparte, además, la Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en la Enseñanza de las Matemáticas; tiene como requisito de ingreso el Bachillerato y consta de 10 cursos que abarcan 3 cuatrimestres. En general se percibe en los programas una marcada separación entre las distintas áreas, en particular entre la de Educación y la de Matemáticas.

Cuadro 4.8

Cursos impartidos en la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas, por área, según universidad

Universidad	Matemáticas	Educación	Computación	Inglés	Historia	Otros	Total
UAM	15	9	2	2	1	3	32
Católica	14	11	1	0	1	9	36
Latina	13	11	3	2	1	2	32
Adventista	16	14	2	2	0	14	48
USJ	14	13	2	1	0	2	32
Castro Carazo ^{a/}	12	16	1	4	0	2	35

a/ La carrera de Enseñanza de las Matemáticas fue inscrita, pero nunca se impartió.

Fuente: Programas de estudios de las universidades: USJ (1999), UAM (1997), Castro Carazo, (página oficial UMCA), Adventista (2000), Católica (2001), Latina (1996).

Créditos y horas lectivas

El análisis de los planes de estudio con base en los créditos y horas lectivas de los cursos muestra que el mayor número de créditos lo tiene la Universidad Adventista (18 más que la USJ), aunque los créditos adicionales no corresponden al área de Matemáticas ni a Pedagogía. La UAM tiene más créditos en Matemáticas que el resto (cuadro 4.9) y el rango entre los casos extremos va de 43 a 60 créditos. En Educación sucede algo parecido, con 20 créditos de diferencia entre los extremos. La Universidad Latina destaca por su mayor oferta de créditos en Computación, mientras que la Castro Carazo exhibe la mayor oferta de cursos de Inglés. Como resultado, estas dos instituciones agrupan relativamente pocos créditos en otras áreas.

En cuanto a las horas lectivas, la Adventista supera a todas las otras instituciones: aventaja a la UAM, la Latina y la USJ en 48 horas, y a la Católica en unas 36 horas lectivas; esto se debe a créditos en el área de “otros cursos” e Inglés (Ruiz, 2007). La cantidad de créditos adicionales que muestra la UAM con respecto a la USJ corresponde esencialmente a cursos de Matemáticas.

Los currículos y su relación con algunas políticas educativas oficiales

En relación con las mallas curriculares de los planes de estudio de la USJ y la UAM, se encuentra que en la primera hay más menciones a los lineamientos de las políticas educativas oficiales: la Historia de

las Matemáticas aparece en siete cursos de la USJ y en cinco de la UAM; la resolución de problemas figura en siete cursos de la USJ. Resulta interesante que en esta última institución se aluda al tema del constructivismo más en la parte matemática que en la pedagógica. Se nota que en el diseño de la carrera se puso especial cuidado a la integración de estos principios en los cursos.

La formación continua no figura en las mallas curriculares de estas instituciones. El peso de la investigación es casi nulo en la UAM a nivel de Bachillerato: solo es considerada en un curso; sin embargo, a nivel de Licenciatura se menciona en siete cursos y hay tres cursos propiamente de investigación. Varias de las otras políticas educativas no se nombran en la UAM. La perspectiva multi y transdisciplinaria no aparece, pero las aplicaciones están presentes en ocho cursos de la UAM y seis de la USJ. En esta última la investigación forma parte de tres cursos y hay uno específico dedicado a ella.

El análisis de algunos elementos más globales muestra que, en ambas instituciones, la relación entre la fundamentación y la malla curricular es casi inexistente, en particular porque el discurso del fundamento es tan abstracto que no resulta operativo para hacerlo visible en los cursos. Como se señaló anteriormente, no existen ejes curriculares o transversales; no obstante, las menciones más amplias de políticas educativas en la USJ aportan algo en esa dirección. En términos generales

Cuadro 4.9

Número de créditos en los cursos de la carrera de Bachillerato en Enseñanza de las Matemáticas, por área, en universidades privadas

Universidad	Matemáticas	Educación	Computación	Inglés	Historia	Otros	Total
UAM	60	36	8	8	4	12	128
Católica	56	40	3	0	4	25	128
Latina	52	44	12	8	4	8	128
Adventista	48	43	6	6	0	37	140
USJ	55	47	8	4	0	8	122
Castro Carazo ^{a/}	43	56	4	16	0	6	125

a/ La carrera de Enseñanza de las Matemáticas fue inscrita, pero nunca se impartió.

Fuente: Programas de estudios de las universidades: USJ (1999), UAM (1997), Castro Carazo, (página oficial UMCA), Adventista (2000), Católica (2001), Latina (1996).

estos currículos son una yuxtaposición de cursos. Existe una separación drástica entre Matemáticas y Pedagogía, que se expresa a lo largo de las mallas curriculares. La presencia de los aspectos demostrativos en las Matemáticas es casi nula en las dos instituciones, lo que subraya debilidades en el abordaje de esta disciplina. Cabe destacar que en ambos casos se evidencia una relación entre los contenidos que se enseñan en la carrera y aquellos del currículo escolar al que van dirigidos. Sin embargo, el principal problema es la ausencia de formación matemática suficiente para dotar al profesional de instrumentos que le permitan el dominio adecuado de la disciplina y la posibilidad de profundizar sus conocimientos. La UAM ofrece en general más contenidos matemáticos que la USJ. La investigación se orienta en esencia a la construcción de la tesis, aunque en los cursos de Licenciatura de la UAM se mencionan “investigaciones de campo para que el estudiante lleve a la práctica la teoría y se adapte a la realidad”.

Formación docente y tendencias internacionales en la educación matemática

Los currículos revisados integran en un rango mínimo los hallazgos de la investigación sobre tendencias educativas internacionales: manejo insuficiente de competencias en los perfiles profesionales, y en la relación entre estos y la malla curricular, ausencia casi total de competencias y conocimientos pedagógicos de las Matemáticas, la investigación es exigua, no ocupan un lugar relevante temas como la resolución de problemas, la formación continua y las tecnologías digitales como recurso específico en la enseñanza de las Matemáticas, entre otros.

Universidades estatales y privadas: comparaciones generales y análisis de conjunto

En este apartado se consideran dos dimensiones: por un lado, algunas de las relaciones, similitudes y diferencias que se observan entre las universidades estatales y las privadas en cuanto a la formación docente en enseñanza de las Matemáticas; por otro lado, los elementos principales de un diagnóstico de los programas de formación docente en enseñanza de las Matemáticas que se ofrecen en el país.

De forma muy general, los programas de estudios de las universidades estatales presentan similitudes entre sí en algunos contenidos y en su enfoque del desarrollo de los cursos en el área específica. Comparten una visión similar sobre las Matemáticas que se incorpora en el currículo de enseñanza de la disciplina, así como el lugar asignado a los

espacios matemáticos y a los educativos (en el ITCR se incluye la Computación como componente de esta materia). Sin embargo, hay diferencias relevantes. Por ejemplo, el currículo del ITCR posee un énfasis en Computación que las otras instituciones no tienen. Por otra parte, hay menos Pedagogía específicamente matemática en la UCR y la UNA, y existe un mayor peso de aspectos pedagógicos y de investigación en la UNA que en las otras universidades. La modalidad a distancia de la UNED implica otras diferencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje que, aunque aquí no se evalúan, se reconocen. En general, existe entre ellos un “parentesco de familia” (Wittgenstein, 1988).

En el caso de las universidades privadas estudiadas en más detalle (la UAM y la USJ), sus programas de estudios presentan más divergencias que similitudes en términos de cursos y contenidos. Hay disparidades en cuanto al volumen de Matemáticas incorporado, así como en los contenidos mismos. Los fundamentos curriculares son distintos, con mayor elaboración en la USJ, pero hay más Matemáticas en la UAM, de acuerdo con los planes y programas de estudio.

El tiempo de graduación de las y los estudiantes en las instituciones privadas marca una diferencia sustancial con respecto a las estatales, pues en una universidad privada el Bachillerato se obtiene en dos años y dos cuatrimestres, mientras que en las estatales el tiempo para conseguir ese grado académico es de cuatro años. Los estudiantes de una universidad pública duran más para obtener su Profesorado que lo que se tarda en lograr un Bachillerato en las privadas. En contraste, en los países europeos y de Asia del Este el tiempo que se plantea en la formación docente para la enseñanza de las Matemáticas es de alrededor de cinco años (después de doce de formación preuniversitaria).

Las horas lectivas semanales en las universidades privadas son, en general, menos que en las universidades estatales: en las primeras casi todos los cursos son de tres horas, mientras que en las segundas son de tres a cinco horas, dependiendo de la naturaleza de la materia por desarrollar (cuadro 4.10).

En cuanto a los totales de horas lectivas, al comparar las universidades estatales con los dos centros privados que fueron objeto de análisis detallado, se aprecia que en las instituciones privadas los bachilleres reciben 46 horas menos que los del ITCR, 68 menos que los de la UNA y 74 menos que los de la UCR. En particular, en lo que concierne a las asignaturas del área de Educación, el número total de horas en las universidades estatales es bastante mayor que en las privadas.

Cuadro 4.10

Horas lectivas dedicadas a los cursos de Matemáticas y Educación, en la carrera de Bachillerato en la Enseñanza de las Matemáticas

	Matemática	Educación	Otros cursos	Total
UCR	70	64	36	170
ITCR	55	42	45	142
UNA	86	47	31	164
UAM	45	27	24	96
Católica	42	33	33	108
Latina	39	33	24	96
Adventista	48	42	54	144
USJ	42	39	15	96

Fuente: Programas de estudios de las universidades: UCR (1992), UNA (2005), ITCR (2004), UNED (2004), USJ (1999), UAM (1997), Adventista (2000), Católica (2001), Latina (1996).

Las relaciones internas en cuanto al peso relativo de los componentes curriculares se pueden visualizar mediante el análisis de los créditos. El énfasis que otorgan las universidades privadas a las Matemáticas es similar al del ITCR, pero inferior al que dan los otros centros estatales. Si se comparan con estos últimos, las entidades privadas en general (salvo la UAM) destinan más espacio en su currículo a cursos del área educativa que a Matemáticas.

Las universidades estatales ponen más énfasis en los contenidos matemáticos. Esto se expresa de varias maneras: además de la relación entre los componentes curriculares, ya comentada, formalmente existe una cantidad mayor de contenidos matemáticos en los programas de estas instituciones. También se observan diferencias en aspectos relevantes, como la mayor presencia de métodos, en particular demostrativos, en los currículos de las universidades estatales.

En las dos universidades privadas estudiadas, en el programa de Bachillerato no se plantean contenidos en las áreas de topología, análisis, métodos numéricos y cálculo en diversas variables, los cuales están presentes en tres de las cuatro universidades estatales. A nivel de Licenciatura, sin embargo, la UAM tiene un curso de topología y otro de métodos numéricos.

Si bien en ambos tipos de institución el conocimiento pedagógico de las Matemáticas ocupa un

lugar débil, este es bastante más limitado en las universidades privadas.

La UAM y la USJ, en sus planes formales, plantean una relación explícita entre la formación docente universitaria y el currículo escolar al que ésta va dirigida, mientras que en las estatales esa vinculación es menor.

El reducido espacio para la investigación en los programas es una clara debilidad de las universidades privadas analizadas. Aunque mayor, el lugar que brindan los centros estatales a este tema es escaso en comparación con las perspectivas internacionales y la coyuntura histórica que vive el país.

La importancia que se da a las tecnologías digitales como recurso didáctico en la enseñanza de las Matemáticas es mayor en las instituciones estatales que en las dos privadas, pero aun aquéllas no alcanzan a darles el lugar que deberían, de acuerdo con las experiencias internacionales (salvo en el ITCR, por su énfasis curricular particular).

Si bien los currículos de las universidades estatales y privadas exhiben debilidades en cuanto al uso de competencias, definiciones de perfiles profesionales, consistencia entre fundamentos y malla curricular, entre otras, en general las estatales ofrecen mayor sustento intelectual en los fundamentos de sus currículos (invocan algunos principios, teorías y perspectivas).

En las universidades estatales la mediación pedagógica aparece en todos los cursos de Educación,

no así en las privadas. La formación continua no se menciona en ningún centro privado, y entre las estatales solo se identifica en la UCR. En relación con el resto de las políticas educativas examinadas, la malla curricular de las universidades privadas contiene más referencias explícitas que las estatales, lo que revela la voluntad expresa de incluirlas.

La formación posterior al Bachillerato para obtener la Licenciatura en la UAM, y en las tres estatales que imparten lecciones presenciales (UCR, UNA e ITCR) es semejante en cuanto al número de cursos. Sin embargo, la Licenciatura de la UNA requiere año y medio (tres semestres) de cursos (esta institución, al igual que la UCR, brinda la posibilidad de que los estudiantes incorporen asignaturas para adelantar el trabajo de graduación). Obtener la Licenciatura en el ITCR toma un año de cursos y es obligatorio un semestre más para el trabajo final de graduación. En el caso de la UAM, la duración de la Licenciatura, incluido el trabajo de graduación, es de un año. En síntesis, el trabajo de graduación en las tres universidades estatales es adicional al número de cursos, mientras que en la UAM es parte de ellos.

En la UCR, la UNA y la UAM se ofrecen cuatro cursos de Matemáticas que complementan los conocimientos adquiridos en el Bachillerato; dado que en este nivel hay diferencias en la formación, se presentan también diferencias en cuanto a la temática de los cursos propios de la Licenciatura. En el ITCR se incluyen dos de Matemáticas y dos de Computación, además de Historia de las Matemáticas. En la UCR, la UNA y la UAM se brindan tres cursos en el área específicamente pedagógica (dos en el ITCR), además de los cursos y seminarios de investigación que preparan para el trabajo final.

A partir de los hallazgos que este capítulo resume, se hace necesario comenzar a repensar el currículo de formación docente en la enseñanza de las Matemáticas con nuevas perspectivas y con base en ciertos criterios. A continuación se aportan algunos elementos en esa línea, con el objetivo de promover una discusión más amplia que estimule los cambios requeridos.

Ideas y orientaciones para enfrentar el desafío de transformar la formación docente en la enseñanza de las Matemáticas

Mejorar la enseñanza de las Matemáticas en Costa Rica requiere, como punto de partida, que las universidades, estatales y privadas, revisen sus currículos y la formación de los futuros docentes.

Este capítulo presenta hallazgos importantes basados en la experiencia nacional e internacional en la Educación Matemática, que ponen sobre la mesa ideas que pueden servir de base para iniciar el trabajo en esta dirección:

- Considerar las competencias profesionales como un vector que dirija los distintos elementos que intervienen en la construcción curricular (en especial el conocimiento que se impartirá a la educadora o el educador matemático) dentro de una perspectiva que integre armónicamente los intereses de la academia, la sociedad y los usuarios (estudiantes de diversos niveles).
- Proporcionar conocimientos matemáticos apropiados, pero interrelacionados estrechamente con las “Matemáticas por enseñar”, dentro de una visión de éstas que, además de los aspectos formales y demostrativos, enfatice sus aplicaciones, utilidad y contextualización (empírica, histórica y sociocultural).
- Introducir como componentes cruciales del currículo los conocimientos pedagógicos de las Matemáticas, dentro de un equilibrio de todos los componentes cognoscitivos de este; en particular, introducir los siguientes temas: teorías del aprendizaje matemático, cognición y Matemáticas, creencias en Matemáticas, currículo matemático, didácticas específicas y gestión de las Matemáticas, evaluación matemática e investigación en Educación Matemática.
- Enfatizar en una enseñanza a través de la resolución de problemas y situaciones de aprendizaje, tanto para la práctica profesional del educador como en la formación que este recibe, una perspectiva que asume un énfasis en la comprensión de los conceptos y no en el aprendizaje memorístico de procedimientos.
- Incorporar la investigación dentro del currículo de una manera transversal efectiva, en especial en los cursos de Matemáticas, y orientada globalmente hacia la labor de aula.
- Mejorar las capacidades y establecer mecanismos internos en la formación inicial para fortalecer la formación continua.
- Incorporar ampliamente las tecnologías digitales y construir un currículo apropiado en todas las instituciones, con base en el significado y uso adecuado de estas tecnologías en la enseñanza de las Matemáticas.
- Propiciar una mayor apertura y flexibilidad curriculares para la incorporación de resultados

de la investigación internacional, presentes y futuros, sobre la Educación Matemática.

- Considerar un currículo basado en el principio de que es más importante la profundidad que la amplitud de los temas, con la perspectiva edificante de mejorar el aprendizaje efectivo.
- Propiciar una relación estrecha no solo con los principios de la política educativa nacional, sino con todas las instituciones que tienen la responsabilidad práctica de gestionar la educación matemática del país.

Algunas de estas acciones requerirían de las universidades mayores esfuerzos de investigación y formación en las áreas cognoscitivas de la Educación Matemática, de acuerdo con los resultados disponibles en el contexto internacional.

Finalmente, es importante reconocer un componente sociocultural relevante: las expectativas de las personas sobre lo que les proporcionará la enseñanza de las Matemáticas. Mucho se ha hablado de la “matefobia”, que coloca a los niños, niñas y jóvenes a la defensiva, incluso antes de empezar su formación en Matemáticas en las escuelas y colegios. El compromiso por cambiar esta percepción también debería nutrir los planes de formación docente en la disciplina.

Agenda de investigación

Si se desea avanzar más en el diagnóstico y en los fundamentos para el diseño de políticas educativas en la enseñanza de las Matemáticas, hay varias dimensiones que en los próximos años deberán ser objeto de investigaciones rigurosas:

- Construcción de un marco teórico completo, que integre los diferentes hallazgos internacionales en la Educación Matemática, en torno a las características de esta disciplina como ciencia (su epistemología y ontología), el papel de las competencias profesionales que la definen, el significado y la estructura precisa del conocimiento pedagógico de los contenidos matemáticos y la naturaleza de los cursos de Matemáticas para educadores en esta disciplina. Esto, en particular, deberá ofrecer conclusiones generales sobre el orden, prioridad y lugar de la Pedagogía y las Matemáticas en el currículo de formación docente para la enseñanza de las Matemáticas.
- Estudio de las condiciones prácticas de la formación docente para la enseñanza de las Matemáticas en las universidades costarricenses (labor de aula, orientaciones y filosofías presentes,

condiciones socio-académicas de los claustros y de los estudiantes, relación de la práctica con los currículos, características de la evaluación, características de la bibliografía, etc.).

- Elaboración de propuestas curriculares específicas para la formación docente en la enseñanza de las Matemáticas, lo cual puede considerar los elementos consignados en este trabajo (además de la utilización de más comparaciones internacionales, se sugiere incorporar las expectativas e influjos de diversos sectores de la sociedad interesados en la enseñanza de las Matemáticas -estudiantes, educadores en servicio, autoridades, empleadores, etc.).
- Estudio de las condiciones, las políticas y acciones académicas y sociolaborales necesarias para el diseño de una formación continua moderna y adecuada en la enseñanza de las Matemáticas, construida desde la formación inicial en las universidades (análisis de experiencias internacionales y nacionales exitosas).
- Estudio de las relaciones entre formación docente en la enseñanza de las Matemáticas, las políticas educativas, los programas oficiales, la práctica en las aulas de secundaria y el diseño de orientaciones educativas, para potenciar la coherencia académica y pedagógica de estas dimensiones.
- Análisis exhaustivo de los programas de estudio de Matemáticas en la enseñanza media costarricense: diagnóstico y perspectivas. Evaluar la pertinencia, la calidad y la equidad en los currículos de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en el escenario histórico actual.
- Investigación en profundidad del uso de tecnologías digitales en la formación docente para la enseñanza de las Matemáticas en las universidades y en el currículo escolar de la secundaria. Se requiere un diagnóstico de la situación nacional y la definición de políticas y acciones hacia una transformación integral de los currículos con base en la potenciación y el uso adecuado de estas tecnologías.
- Estudio de los principales hallazgos en el ámbito internacional sobre la evaluación en Matemáticas, y diseño de políticas generales para su desarrollo a lo largo de todo el sistema educativo costarricense.
- Estudio sobre la sociocultura de las Matemáticas y las percepciones y creencias sobre estas que influyen en los procesos educativos;

definición de políticas integrales para potenciar su aprendizaje.

- Estudio de las características de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en contextos socioculturales distintos: étnicos, socioeconómicos, etc.
- La enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en poblaciones especiales: jóvenes con discapacidad o con talentos especiales, entre otros.

Además, dada la naturaleza sistémica de la problemática de la enseñanza de las Matemáticas, se requiere un estudio completo sobre esta práctica en la educación primaria, para ofrecer políticas y líneas de acción en este nivel y de una manera integral para toda la educación nacional. La investigación internacional muestra que en la escuela primaria se empiezan a establecer no solo los conocimientos, sino también las creencias y actitudes hacia las

Matemáticas, asuntos que juegan un papel decisivo en su enseñanza y aprendizaje.

Queda en la agenda, también, algo esencial: una visión de más largo plazo, es decir, la definición precisa de una política educativa nacional de las Matemáticas y su enseñanza-aprendizaje para los siguientes veinticinco años, que oriente y nutra todos los planes y las acciones que se realicen.

Avanzar en estas nuevas investigaciones con base en una estrategia integradora será crucial para responder con éxito a los problemas y debilidades de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en el país, que socavan las perspectivas de progreso colectivo e individual en el momento histórico actual y que también involucran mucha frustración en niños, niñas y jóvenes. Proseguir en esta dirección, sin embargo, requerirá un fuerte y sostenido apoyo de las comunidades matemática y educativa, de las instituciones nacionales y de la ciudadanía.

El insumo que sirvió de base a este capítulo es la ponencia “La formación docente en la educación matemática: Balance y perspectivas”, preparada por Ángel Ruiz.

La edición técnica fue realizada por Karol Acón y Leda Muñoz, con el apoyo de Susan Rodríguez y Antonella Mazzei. Se agradecen los comentarios y observaciones de María Eugenia Venegas, Edwin Chaves, Ronny Gamboa, Jeannette Fallas, Marcela Román, Víctor Buján y Jorge Monge.

La revisión de cifras la efectuaron Elisa Sánchez, Antonella Mazzei, Hugo Barrantes y Loretta Elizondo.

Los talleres de consulta se llevaron a cabo el 27 de junio y el 26 de setiembre del 2007, con la asistencia de: Gilberto Alfaro, José Alfredo Araya, Ronald Arias, Leda Badilla, José Antonio Barquero, Fabiola Bernal, Fernando Bogantes, Bernardita Brenes,

Ana Lucía Calderón, Viviana Carazo, Sonia Carballo, Maite Capra, Mónica Lucía Castro, Soledad Chavarría, Edwin Chaves, Luis Davis, Juan Manuel Esquivel, Ida Fallas, Edison de Faria, Astrid Fischel, Leonardo Garnier, Wilfredo Gonzaga, Milena Grillo, Ana María González, Miguel Gutiérrez, Ana Cecilia Hernández, Rosemary Hernández, Arturo Jofré, Xinia López, Carmen Martínez, Omar Martínez, Jose Andrés Masís, José Joaquín Meléndez, María Luisa Montenegro, Víctor Manuel Mora, Sergio Muñoz, Marielos Murillo, María Eugenia Paniagua, Henry Ramírez, Olman Ramírez, Keneth Rivera, Ana María Rodino, Jorge Rodríguez, Yolanda Rojas, Ángel Ruiz, Víctor Manuel Sánchez, Manuel Santos, Vilma Segura, Fernando Varela, María Eugenia Venegas, Pedro Venegas, Renata Villers e Irma Zúñiga.

Notas

- 1 El “Programa para la evaluación internacional de alumnos”, de la OCDE (PISA, por su sigla en inglés), tiene por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber. Las pruebas PISA son aplicadas cada tres años a estudiantes de 15 años para evaluar sus conocimientos y destrezas en Lectura, Matemáticas, Ciencias, así como su capacidad para resolver problemas. Evalúan también una gama amplia de resultados educativos, entre los que se encuentran: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que estos tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje.
- 2 Las referencias que aparecen antecedidas por la letra “E” corresponden a entrevistas realizadas durante el proceso de elaboración del Informe.

La información respectiva se presenta en la sección “Entrevistas”, de la Bibliografía de este capítulo.

- 3 El concepto de situaciones didácticas matemáticas fue elaborado por el germano-holandés H. Freudenthal (1991) y se refiere a la construcción de situaciones pedagógicas a partir de los fenómenos que organiza un determinado objeto matemático, para generar el aprendizaje de ese objeto específico o transposiciones didácticas específicas, entendidas como el paso de un objeto de saber científico a un objeto de enseñanza.
- 4 Estas investigaciones se encuentran reflejadas en publicaciones disponibles en la Internet, en www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos.