

PRINCIPIOS Y ESTÁNDARES PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: UNA VISIÓN DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES

Antonio Marín del Moral
Jose Luis Lupiáñez Gómez

Servicio de Publicaciones de la S.A.E.M Thales
Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada

Resumen

En este artículo se presenta la traducción al castellano de un documento básico en la educación matemática publicado en el año 2000 y ha sido editado por la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales. El libro, al que acompaña un CD-ROM con más de 40 ejemplos electrónicos utilizables en el aula desde cualquier navegador, hace un recorrido por la educación matemática desarrollando los Principios curriculares en Estándares educativos que se detallan por núcleos temáticos, y por niveles educativos desde Preescolar (Prekindergarden en EE.UU.) hasta el Bachillerato (Grado 12 en EE.UU.). Con esta traducción, la Sociedad Thales ha pretendido continuar con la tradición de acercar documentos de amplio impacto en educación matemática y formación del profesorado a todos los docentes de Matemáticas de habla hispana, como ya hizo con la primera publicación de los Estándares Curriculares del NCTM en el año 1989 y con sus posteriores Addendas.

El NCTM

En el prólogo de la obra original, *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000), el **National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)** se presenta como “una organización profesional internacional comprometida con la excelencia de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para todos los estudiantes” (p. xiii). Esta organización fue fundada en 1920, y en la actualidad tiene más de 100.000 miembros.

Publica periódicamente cuatro revistas de educación matemática: *Teaching Children Mathematics*, *Mathematics Teaching in the Middle School*, *Mathematics Teacher*, *Journal for Research in Mathematics Education*, además de un boletín mensual (*NCTM News Bulletin*), y tiene editados más de 200 libros, junto a videos, CD-ROM y otros materiales y recursos. Su página web (<http://www.nctm.org>) pone de manifiesto todas estas actividades relacionadas con la educación matemática:



Figura 1: Página principal del NCTM (<http://www.nctm.org>).

Publicaciones curriculares del NCTM

En EE.UU la educación no está centralizada como ocurre por ejemplo en España, asumiendo cada uno de sus Estados su propia política educativa. Por esta razón, la aportación de Estándares curriculares se hace muy necesaria.

El NCTM ha publicado diferentes obras en materia curricular: *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* (1989), traducido junto a sus Addendas por la Sociedad Thales (1995a, 1995b), *Professional Standards for Teaching Mathematics* (1991), y *Assessment Standards for School Mathematics* (1995).

Estos textos han representado una apuesta importante por desarrollar y articular explícita y ampliamente unos objetivos para el profesorado y los responsables de la política educativa. Además han venido proporcionado enfoques, coherencia y nuevas ideas a los esfuerzos por mejorar la educación matemática.

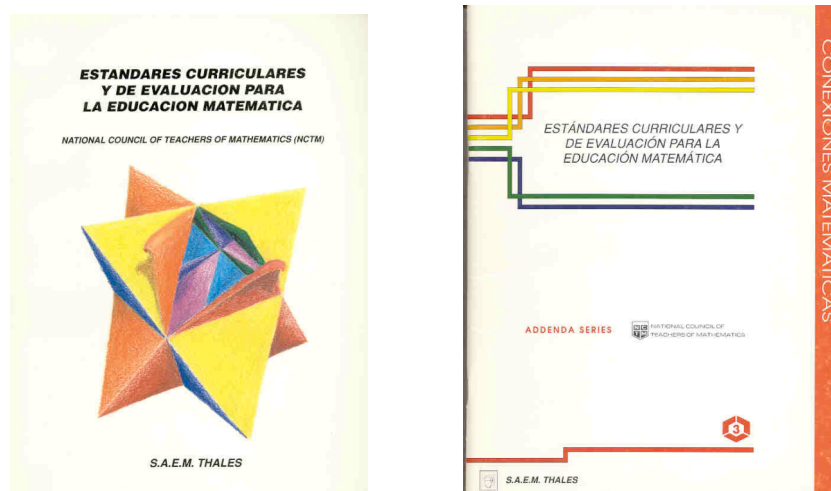


Figura 2: Traducciones de la Sociedad Thales de obras curriculares del NCTM.

El Proyecto “Estándares 2000”

En el año 1995 el NCTM designó una comisión para el futuro de los Estándares y se le encomendó: a) supervisar el proyecto Estándares 2000; b) recoger y sintetizar información y asesoramiento dentro y fuera del NCTM; y c) planificar la difusión, interpretación, ejecución y revisión posterior de los futuros Estándares.

En 1997 se constituye el equipo de redacción y el equipo del formato electrónico con profesores, formadores de profesores de matemáticas, representantes de las administraciones educativas, investigadores y matemáticos, todos ellos con gran experiencia educativa.

Se invitó a todas las sociedades miembros de la *Conference Board of the Mathematical Sciences* a constituir la *Association Review Groups* (ARGs), que podría proporcionar asesoramiento e información sobre las matemáticas. Se constituyeron catorce Grupos de Revisión.

El *Research Advisory Committee* del NCTM encargó una serie de documentos resumiendo la investigación realizada hasta el momento en ocho áreas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, que sirvieran de antecedentes al Equipo de redacción.

La *Conference on Foundations for School Mathematics*, celebrada en Atlanta en marzo de 1999 proporcionó una preparación a los redactores sobre las perspectivas teóricas relativas a la enseñanza y el aprendizaje.

En 1998, se hizo una amplia difusión de un borrador de los Estándares, bajo el título de *Principles and Standards for School Mathematics: Discussion Draft*, con el fin de que se discutiera y se remitieran al NCTM las consideraciones pertinentes. Se facilitaron cerca de 30000 copias a personas interesadas. Decenas de miles accedieron a este documento por Internet.

Entre 1998 y 1999 se celebraron sesiones de presentación y discusión del documento. Se comisionó a veinticinco personas para revisar el borrador desde la perspectiva de sus áreas particulares de interés. Se recibieron más de seiscientos cincuenta respuestas individuales, y las opiniones de más de setenta grupos. Fueron examinados los argumentos sobre todas las perspectivas de los distintos aspectos considerados, y a la luz de las respuestas, el equipo decidió detenidamente la postura que **Principios y Estándares** debería adoptar respecto a cada uno de los temas.

El NCTM después constituyó un grupo de trabajo para elaborar materiales, impresos y electrónicos, con el título *Navigations*, para ayudar y apoyar al profesorado a poner en práctica los **Principios y Estándares** en sus clases. Este equipo del formato electrónico está trabajando para ampliar y mejorar las futuras versiones electrónicas, tanto en la Web como en CD. El proyecto *Illuminations*, al que nos referiremos más adelante, proporciona recursos para ejemplificar y aclarar los mensajes del documento impreso.

Principios y estándares: una visión de las matemáticas escolares

La utopía de este documento se marca muy bien en su presentación. He aquí un breve párrafo:

“Imagine una clase, una escuela o un distrito escolar donde todos los estudiantes tienen acceso a una educación matemática atractiva y de calidad. Hay expectativas ambiciosas para todos y adaptaciones para los que las necesiten. Los profesores, bien preparados, poseen los recursos adecuados para apoyar su trabajo y están

perfeccionándose continuamente como profesionales. El currículo es matemáticamente rico... La tecnología es un componente esencial del entorno. Los alumnos trabajan, con confianza, en tareas matemáticas complejas cuidadosamente elegidas por el profesorado...; (p. 3).

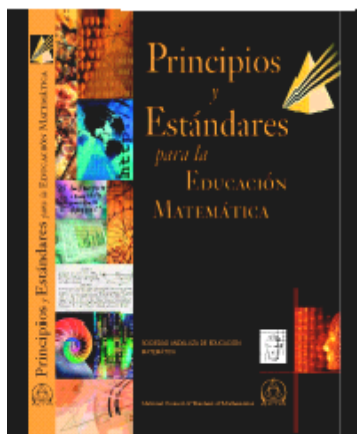


Figura 3: Portada de la traducción de la sociedad Thales: Principios y Estándares para la Educación Matemática (Thales, 2004).

En búsqueda de esta utopía se presentan las finalidades del trabajo:

- Exponer un conjunto amplio y coherente de objetivos para las matemáticas, desde Prekindergarten (Preescolar en España) hasta el Grado 12 (Bachillerato), para todos los estudiantes, a fin de que orienten los esfuerzos relativos al currículo, a la enseñanza y a la evaluación, durante las próximas décadas;
- Servir como recurso a los profesores, responsables educativos y políticos, para analizar y mejorar la calidad de los programas de instrucción matemática;
- Guiar el desarrollo de marcos curriculares, evaluaciones y materiales de enseñanza;
- Estimular ideas y conversaciones continuas en los ámbitos nacional, provincial o estatal y local, respecto a cómo ayudar mejor a los estudiantes para que consigan una profunda comprensión de las matemáticas.

Principios y Estándares: Un modelo de organización del currículo

La obra se estructura en base a dos pilares: *principios* y *estándares*. Los principios orientan la acción educativa. Forman parte de las grandes decisiones subyacentes a todo currículo e implican a los ámbitos políticos, sociales y económicos

Estos son los principios curriculares que propone el NCTM:

Igualdad: La buena educación matemática requiere igualdad, es decir, altas expectativas y una base potente para todos los estudiantes

Curriculum: Un curriculum es más que una colección de actividades: debe ser coherente, enfocado en matemáticas importantes, y bien articulado en grados.

El énfasis en seleccionar matemáticas importantes o relevantes para los objetivos marcados es muy notable: Por. Ejemplo, dentro del campo numérico cita la proporcionalidad y las razones; cita las destrezas de razonar y deducir, la capacidad de

predicción a través de las matemáticas o incrementar conocimientos en recursión, iteración, comparación de algoritmos.

Enseñanza: La enseñanza efectiva de las matemáticas requiere comprender que los estudiantes saben y necesitan aprender y, entonces, retándolos y desafiándolos aprenderán bien.

Aprendizaje: Los estudiantes deben aprender matemáticas, comprendiéndolas, construyendo activamente nuevo conocimiento desde la experiencia y el conocimiento previo.

Evaluación: La evaluación debería apoyar el aprendizaje de las matemáticas importantes y aprovechar esta información poderosa para ambos, alumnos y profesores.

Tecnología: La tecnología es esencial en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; influye en las matemáticas que se enseñan y refuerza el aprendizaje de los estudiantes.

Los estándares curriculares tratan de dar respuesta a la pregunta ¿qué contenidos y procesos matemáticos deberían los estudiantes aprender a conocer y a ser capaces de usar cuando avancen en su educación? Se estructuran en estándares de contenido y de proceso.

Los cinco estándares de contenidos se organizan en base a áreas de contenido matemático, y son: *Números y Operaciones, Álgebra, Geometría, Medida y Análisis de datos y Probabilidad*. Los otros cinco estándares son de procesos y mediante ellos se presentan modos destacados de adquirir y usar el conocimiento: *Resolución de Problemas, Razonamiento y Demostración, Comunicación, Conexiones y Representación*.

En el documento de Principios y Estándares, se establecen unos ejes que marcan unas pautas generales para cada uno de los Estándares, y que deberían darse para todos los niveles educativos. Por ejemplo, en el Estándar de Números y Operaciones, se establece que (p. 34):

“Los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a todos los estudiantes para:

- Comprender los números, las diferentes formas de representarlos, las relaciones entre ellos y los conjuntos numéricos;*
- Comprender los significados de las operaciones y cómo se relacionan unas con otras;*
- Calcular con fluidez y hacer estimaciones razonables*

Estos ejes de contenido, al igual que los de proceso, se desarrollan desde Preescolar hasta terminar el Bachillerato. En cada nivel educativo se desglosan en Estándares que se justifican y se analizan detallando cómo puede producirse la evolución de las expectativas para cada. También se dan pistas acerca de cómo enseñar algunos contenidos en algunos niveles específicos.

Los Estándares de procesos siempre se argumentan en mutua interconexión con los de contenidos ya que los primeros facilitan la comprensión de los segundos.

Veamos un ejemplo de los ejes que organizan un Estándar de proceso: el de *Comunicación* (p. 64):

“Los programas de enseñanza de todas las etapas deberían capacitar a todos los estudiantes para:

- organizar y consolidar su pensamiento matemático a través de la comunicación; comunicar su pensamiento matemático con coherencia y claridad a los compañeros, profesores y otras personas;*
- analizar y evaluar las estrategias y el pensamiento matemáticos de los demás;*
- usar el lenguaje matemático con precisión para expresar ideas matemáticas.”*

Principios y Estándares como instrumento de apoyo a la docencia y a la formación del profesorado.

Además de incluir sistemáticamente una reflexión acerca de la enseñanza de algunos estándares en cada nivel, en los estándares de proceso las sugerencias para implementar su enseñanza son muy prácticas. Se basan en investigaciones y referencias constantes a experiencias de aula que muestran *cómo hacer* matemáticas en aula.

Se enfatiza la importancia de crear en el aula un ambiente productivo para el aprendizaje, promoviendo, por ejemplo, que los escolares trabajen en equipo, o aprovechando sus ideas y errores para conducir su aprendizaje (Joyner & Reys, 2000).

Estos mismos investigadores ponen de manifiesto la importancia que este tipo de proyectos tiene para la formación inicial de profesores de matemáticas: *“(…) suministran información útil para que los futuros profesores desarrollen su conocimiento pedagógico del contenido mientras se introducen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas”* (p. 323).

Y no sólo el profesor juega un papel central en todo el proceso a la hora de llevar a cabo una educación matemática *para todos*, como propugnan los Principios y Estándares. Los matemáticos y las comunidades de educadores matemáticos, los padres, la administración comparte la responsabilidad junto a los profesores de matemáticas de conseguir que cada escolar tenga acceso a una enseñanza de las matemáticas lo más cualificada y profesional posible. Los principios y estándares suministran pautas para que cada persona y cada colectivo lleve a cabo su papel en esa enseñanza de calidad (Graham & Fennell, 2001).

En Martín & Berk (2001) se realiza una revisión detallada de cómo han influido los Principios y Estándares en muchas agendas de investigación en didáctica de la matemática. Los autores ponen de manifiesto cómo existe una notable relación entre el texto del NCTM y la investigación en este campo, y la describen como cíclica, en el sentido de que fue mucha investigación la que dio forma al documento final, pero es éste el que ahora establece muchas prioridades y directrices de investigación en didáctica de la matemática.

Otra aportación básica al profesor de la traducción realizada por la Sociedad Thales, es el CD-ROM que la acompaña. Se han traducido los textos que explican la utilización de varios programas sencillos (applets de Java) que abren las puertas a un gran abanico de actividades: geoplanos electrónicos, software sobre geometría de transformaciones, representación de funciones o vectores. También hay programas específicamente

diseñados para ayudar a la comprensión de algunos conceptos como la media y mediana, la recta de regresión en estadística, la equivalencia de fracciones, las relaciones entre áreas y volúmenes en prismas, etc. Se incluyen finalmente algunos videos que ejemplifican situaciones de aula relacionadas con algún proceso de comprensión o una aportación metodológica del profesor.



Los ejemplos electrónicos incluidos en el CD-ROM están preparados para lanzarse desde cualquier navegador y utilizarse como material de apoyo por el profesor, o como material el alumno en un aula informatizada.

Estos ejemplos son una parte de todos los diseñados a partir de los Principios y Estándares. Desde Internet se pueden acceder a varias páginas en las que se muestran multitud de propuestas de actividades listas para llevarlas a cabo con escolares.

Dentro de todas esas páginas, que son accesible desde la página principal del NCTM que ya citamos anteriormente, nos parece destacable el proyecto *Illuminations*:



Figura 4: Página inicial del proyecto *Illuminations*: <http://illuminations.nctm.org>

Este proyecto del NCTM suministra numerosos recursos electrónicos que se actualizan periódicamente, para “iluminar” los Principios y Estándares. Estos recursos están organizados por niveles educativos, y para cada uno de ellos se describe cómo se usa, qué nociones matemáticas se trabajan, y qué tareas pueden afrontar los estudiantes. En todos ellos se promueve que los estudiante descubran, conjeturen y analicen, favoreciendo la interacción entre el estudiante y el ordenador, y entre los estudiantes entre sí.


		Home About Contact Search	
		Join NCTM Products & Publications	
Tools		Lessons Standards Tools Web Resources	
	Title	Grade	Description
	A Geometric Investigation of $(A + B)^2$	9-12	Explore a geometric explanation of why $(A + B)^2 = A^2 + 2AB + B^2$.
	Adjustable Spinner	Pre-K-2 3-5 6-8 9-12	This tool allows students to create their own spinners and examine the outcomes given a specified number of spins. Students learn that experimental probabilities differ according to the characteristics of the model; they also grapple with the idea of variability—that two identical spinners or dice may not produce identical experimental data.

Figura 5. Ejemplo de dos programas del portal *Illuminations*.

En la figura 5 puede verse como para cada uno de los recursos, existe un título, una referencia a los diferentes niveles en los que puede usarse, y una descripción genérica de en qué consiste cada uno de ellos. Muchos de estos recursos aparecen totalmente traducidos en el CD-ROM que acompaña la edición en español de los Principios y Estándares para la Educación Matemática.

En resumen, la Sociedad Thales presenta este esfuerzo editorial con la vocación e ilusión de seguir siendo útil al colectivo de profesores de matemáticas. Esperamos que esta obra contribuya a mejorar sus actuaciones docentes, y que esto repercuta en que los jóvenes estudiantes conozcan más y sepan cómo usar mejor las matemáticas.

Referencias

- Graham, K., Fennell, F. (2001). Principles and Standards for School Mathematics and Teacher Education: Preparing and Empowering Teachers. *School Science and Mathematics*, 101 (6), p. 319-327.
- Joyner, J., Reys, B. (2000). Principles and Standards for School Mathematics: What's in It for You? *Teaching Children Mathematics*, 7, 1, p. 26-29.
- Martín, W. G., Berk, D. (2001). The Cyclical Relationship Between Research and Standards: The Case of Principles and Standards for School mathematics. *School Science and Mathematics*, 101 (6). p. 328-339.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NCTM (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NCTM (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

SAEM Thales (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

SAEM Thales (1995a). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

SAEM Thales (1995b). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática. Addenda Series*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.