

COMPONENTE

PROCESOS MATEMÁTICOS

*Estándares curriculares de
Matemáticas del MEN*

CAPÍTULO séptimo

Myriam Acevedo
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Virginia Cifuentes
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL MEN
Cecilia Casasbuenas
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL MEN
María Cristina Pérez
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DISTRICTAL SED, D.C.
Patricia Pedraza Daza
ICFES

Presentación

Los Estándares Curriculares de Matemáticas, propuestos por el MEN, como documento de estudio, se organizaron por grados y de acuerdo con los denominados “componentes del currículo”, siendo uno de ellos, los tipos de pensamiento matemático y el otro los procesos matemáticos. Estos últimos son para los autores de los Estándares: el planteamiento y resolución de problemas, el razonamiento matemático y la comunicación matemática. Esta forma de organizar los estándares constituye un primer elemento que los distancia del documento de Lineamientos Curriculares para el área de Matemáticas, también propuestos por el MEN, donde no se proponen elementos aislados sino una estructura curricular organizada en torno a tres aspectos: unos procesos generales que tienen que ver con el aprendizaje, unos conocimientos básicos que tienen que ver con procesos específicos que desarrollan el pensamiento matemático y con sistemas propios de la matemática, y un contexto relativo a los ambientes que rodean al estudiante, del que se generan situaciones problemáticas y que se debe aprovechar como recurso en el proceso de enseñanza. El documento de Lineamientos, también enfatiza la articulación de estos aspectos en todo momento del acto educativo.

Es de notar, además, que en la componente llamada, en los estándares, procesos matemáticos, no se menciona el proceso de modelación que tiene especial importancia en la construcción del pensamiento matemático y que está ligado íntimamente a la resolución de problemas para la construcción de modelos o matematización. Como se comenta en los Lineamientos, el punto de partida es una situación problemática real, que al ser simplificada, estructurada, sujeta a condiciones y suposiciones conduce a la formulación de un problema matemático.

En el análisis que presentamos a continuación se describen algunos referentes que permiten caracterizar los procesos mencionados en el documento de Estándares Curriculares, desde el significado que se planteó en los Lineamientos Curriculares y su contrastación con la interpretación que se deduce desde una lectura crítica del documento de estudio.

Sobre el proceso de resolución y planteamiento de problemas

Desde investigaciones nacionales e internacionales en el campo de la Educación Matemática, retomadas en el documento de Lineamientos Curriculares, se ha insistido, desde hace más de una década, en considerar como aspecto central del currículo de matemáticas el planteamiento y la resolución de problemas. Este deberá constituirse en parte integral de la

actividad en el aula, sin que se le considere como un tópico para ser tratado de forma independiente del currículo, “deberá permearlo en su totalidad y proveer un contexto en el cual los conceptos y herramientas sean aprendidos”¹.

Las investigaciones y propuestas que reconocen la resolución de problemas como una actividad muy importante para aprender matemáticas (en particular el documento de Estándares del NCTM 1989-2001) consideran que en todo momento de la actividad en el aula de matemáticas, en cualquiera de los grados o niveles es fundamental crear ambientes donde se propicie, entre otros, la formulación de problemas a partir de situaciones dentro y fuera de las matemáticas; el desarrollo y aplicación de diversas estrategias para resolverlos; la interpretación y verificación de resultados; la generalización de soluciones y estrategias para nuevas situaciones de problemas. Todo lo anterior permitirá que los estudiantes vayan ganando confianza en el uso significativo de las matemáticas. Al respecto Alan Schoenfeld recomienda propiciar ambientes de clase “donde los valores de las matemáticas, como una disciplina con sentido, sean reflejados en la práctica cotidiana”.

Para entender, cómo los estudiantes abordan la resolución de un problema y proponer actividades que puedan potenciar este proceso, es necesario discutir problemas en diferentes contextos y tener claridad acerca de los factores que influyen en la resolución de problemas: recursos matemáticos con que cuenta el estudiante (conceptos, procedimientos, conocimiento informal, relaciones,...etc); estrategias cognoscitivas (descomposición en casos simples, ensayo y error, uso de tablas o diagramas, búsqueda de patrones...etc); concepción de un plan, ejecución, verificación.

En este sentido los Lineamientos consideran que la formulación y la resolución de problemas permite alcanzar metas significativas en el proceso de construcción del conocimiento matemático, como las siguientes:

- Desarrolla habilidades para comunicarse matemáticamente: expresar ideas, interpretar y evaluar, representar, usar consistentemente los diferentes tipos de lenguaje; describir relaciones y modelar situaciones.
- Provoca procesos de investigación que subyacen al razonamiento matemático: exploración de ejemplos, casos particulares; formulación sistemática de afirmaciones, probar, argumentar sobre validez; explicar el porqué, someter a prueba, ...etc.

¿Cómo se considera este proceso en el documento de estándares?

En primer lugar la organización misma del documento sugiere este proceso (al igual que los otros considerados) como una enunciación de temas a desarrollar grado por grado, sin ninguna relación con los tipos de pensamientos y desligado de los otros procesos.

¹Lineamientos Curriculares de Matemáticas (1998, pág 75).

Dos enfoques claves respecto al planteamiento y resolución de problemas, son ignorados por completo en el documento de Estándares: la interacción con situaciones problemáticas como una estrategia didáctica con fines pedagógicos y la resolución de problemas como fin fundamental del área. La intención de considerar la resolución y el planteamiento de problemas como un eje fundamental del currículo de matemáticas está lejos de la consideración esquemática hecha por los autores de los Estándares de proponerlo como un “tópico” agregado, no transversal al currículo y, en consecuencia, no se podría constituir de manera alguna en contexto de aprendizaje, como lo plantean los Lineamientos. Para el análisis del tópico en cuestión, se propone hacerlo desde su organización en el documento de Estándares:

GRADO	ESTANDAR DE PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
PRIMERO	Hace preguntas respecto a su entorno y a objetos de uso diario. Plantea problemas sencillos acerca del espacio y de los objetos que lo rodean. Resuelve problemas sencillos para los cuales debe acudir a la adición y a la sustracción de números hasta 100, previo análisis de la información que recibe.
SEGUNDO	Reconoce los datos esenciales de un problema numérico sencillo e identifica la operación aritmética necesaria para resolverlo. Verifica la solución de un problema que ya haya resuelto.
TERCERO	Identifica y resuelve problemas que surgen de situaciones matemáticas y experiencias cotidianas. Reconoce que puede haber varias maneras de resolver un mismo problema..
CUARTO	Utiliza estrategias, habilidades y conocimientos adquiridos previamente para resolver un problema dado Hace conexiones entre diferentes conceptos con el fin de resolver un problema Identifica estrategias para resolver un problema que pueden aplicarse en las soluciones de otros problemas
QUINTO	Extrae del enunciado de un problema la información pertinente y descarta la que no lo es. Descompone un problema en componentes más sencillos. Utiliza relaciones aditivas y multiplicativas para resolver situaciones problemáticas dentro y fuera del contexto de las matemáticas
SEXTO	Resuelve problemas no rutinarios mediante la selección de conceptos y técnicas matemáticas apropiadas.
SEPTIMO	Formula problemas matemáticos en el contexto de otras disciplinas y los resuelve con los conocimientos y las herramientas adquiridas
OCTAVO	Traduce problemas del lenguaje común al algebraico y los resuelve satisfactoriamente Idea un plan para resolver un problema y lo lleva a cabo con éxito
NOVENO	Resuelve problemas cada vez más complejos, descomponiéndolos en partes más sencillas y aplicando una diversidad de estrategias Hace generalizaciones de las soluciones que obtiene

	Utiliza de manera creativa una calculadora científica para llevar a cabo experimentos, probar conjeturas y resolver problemas
DECIMO	Utiliza ideas geométricas y de la trigonometría para resolver problemas tanto de las matemáticas como de otras disciplinas
ONCE	Resuelve una amplia gama de problemas matemáticos y de otras disciplinas mediante el uso de herramientas de distinto tipo y el desarrollo de estrategias apropiadas. Verifica la validez de la solución a un problema identificando casos excepcionales

En esta propuesta se limitan a mencionar en cada grado aspectos que son desde luego importantes en el proceso de resolución de problemas, pero esta atomización por grados, como si se tratara de temáticas que el niño trabaja a medida que avanza el proceso escolar, de tal manera, que un niño de segundo grado, por ejemplo, no podría explorar caminos diversos, argumentar informalmente sobre la solución, verificar soluciones. Es claro, para nosotros, que se están malinterpretando propuestas presentadas por documentos de referencia, donde la resolución de problemas es reconocida como una actividad muy importante para aprender matemáticas, en multiplicidad de perspectivas, que son fundamentales grado a grado, desde el preescolar hasta el último grado y son además pertinentes y significativas en los distintos dominios del área. En contraste, en el documento la resolución de problemas aparece como una temática anexa referida al sistema numérico, con una única excepción para el grado 10° donde hace mención en la geometría.

En lo que concierne a las etapas o fases del proceso de resolución, estas aparecen desmembradas, en los diferentes grados, el niño comprende el problema en un grado, pero se debe esperar hasta el grado superior para concebir un plan, se aprecia así un completo desconocimiento respecto a la investigación en este campo; de nuevo se consideran las etapas como objetos de enseñanza, grado por grado. No sobra reiterar que en verdaderos ambientes de resolución de problemas abiertos, estas etapas se dan de manera natural sin importar que el problema sea sencillo o complejo.

Se maneja en el documento de Estándares una idea muy particular de problema complejo, la cual parece estar asociada por un lado al grado, y al respecto nos preguntamos: ¿no podrían los niños de los grados iniciales abordar problemas «complejos»? y por otro pareciera que la complejidad está ligada, exclusivamente, al orden de magnitud de los números involucrados en la situación o al uso de una o más operaciones requeridas para su solución.

Sobre el proceso de razonamiento

En los Lineamientos Curriculares de Matemáticas, se afirma sobre el razonamiento en matemáticas que:

“Razonar en matemáticas tiene que ver con:

- Dar cuenta del cómo y el porqué de los procesos que se siguen para llegar a conclusiones.
- Justificar estrategias y procedimientos puestos en acción en el tratamiento de problemas.
- Formular hipótesis, hacer conjeturas, encontrar contraejemplos, usar hechos conocidos, propiedades y relaciones para explicar otros hechos.
- Identificar patrones y expresarlos matemáticamente.
- Usar argumentos propios para exponer ideas.” (Pág 77)

Se plantea además un aspecto interesante que puede orientar un análisis crítico de los Estándares. Este proceso, se afirma, debe desde luego estar presente en todo el trabajo de los estudiantes como articulador de su actividad matemática; para involucrarlo significativamente, es necesario tener en cuenta su edad y nivel de desarrollo, esto implicaría partir de niveles informales de razonamiento, en los conjuntos de grados inferiores, para llegar a niveles más elaborados en conjuntos de grados superiores.

Respecto a la secuenciación de este proceso grado por grado en el documento de estándares del NCTM, se presenta una propuesta interesante que podría servir como un referente, que surge, seguramente, de una investigación sistemática.

En los grados iniciales, hasta 4°, se plantea propiciar situaciones en las que el estudiante requiera usar modelos, hechos conocidos, propiedades y relaciones para explicar ideas, justificar respuestas y estrategias, hacer uso de conceptos básicos y relaciones para analizar situaciones, se propone además hacer una introducción informal al razonamiento proporcional. En los grados 5° a 8°, se sugiere razonar en contextos espaciales, razonar con proporciones, razonar a partir de gráficas, y razonar inductiva y deductivamente. Se menciona la búsqueda de patrones como la esencia del razonamiento inductivo para trabajar en estos grados, así como el uso de contraejemplos o la verificación de casos particulares para llegar a una generalización sencilla, utilizando problemas apropiados para su edad y conocimiento. En los grados 9° a 12°, se deberían hacer explícitos razonamientos más elaborados, en términos de hacer y comprobar conjeturas, formular contraejemplos, seguir argumentos lógicos, juzgar la validez de un argumento y construir argumentos sencillos y válidos. Las demostraciones indirectas, usando el principio de inducción quedan, según esa propuesta, para la formación universitaria.

¿ Y qué plantea sobre el razonamiento el documento de Estándares propuesto por el MEN?

En primer lugar se describe el razonamiento como un proceso matemático, ligado a “ejercitarse en la formulación e investigación de conjeturas, aprender a evaluar argumentos y demostraciones matemáticas”, está orientado a que

“los estudiantes conozcan y sean capaces de identificar diversas formas de razonamiento y métodos de demostración” (Pág. 16, Estándares Curriculares Nacionales)

Desde esta perspectiva, el razonamiento a lo largo del documento además de presentarse como una temática más del currículo, no muestra articulación con el desarrollo de los pensamientos en los diferentes grados, sino que se limita al aspecto de “identificar y ejercitar”.

De lo anterior se puede deducir que el planteamiento de los Lineamientos, respecto a que el proceso de razonamiento debe estar presente en todo el trabajo matemático de los estudiantes y debe articular todas las actividades relacionadas con el área, en cada uno de los grados, se pierde completamente en la propuesta de estándares. Para su análisis veámoslos:

GRADO	ESTANDAR DE RAZONAMIENTO
PRIMERO	Observa patrones y hace conjeturas respecto de su comportamiento
SEGUNDO	Hace conjeturas acerca de los números y examina casos particulares en busca de contraejemplos o argumentos para demostrarlas
TERCERO	Encuentra ejemplos que cumplen o refutan una afirmación matemática
CUARTO	Obtiene conclusiones lógicas de situaciones matemáticas mediante el uso informal de razonamiento tanto deductivo como inductivo
QUINTO	Verifica la validez lógica de los procedimientos utilizados en la solución de un problema
SEXTO	Comprende los conceptos de proposición y valor de verdad; analiza correctamente el uso de los conectivos lógicos (y, o) y los utiliza para construir conjunciones y disyunciones
SEPTIMO	Reconoce una proposición condicional y sus componentes; da ejemplos de ellas e identifica condiciones necesarias y suficientes para que una proposición condicional sea verdadera o falsa; argumenta en forma convincente a favor o en contra de alguna proposición matemática
OCTAVO	Presenta demostraciones directas o indirectas de proposiciones matemáticas significativas
NOVENO	Establece la validez de conjeturas geométricas mediante la deducción; aplica leyes básicas de la lógica para determinar el valor de verdad de algunas proposiciones compuestas; explica o justifica cómo llega a una conclusión o a la solución de un problema
DECIMO	Identifica las condiciones necesarias y suficientes bajo las cuales la solución de un problema o la demostración de un teorema permanece válida
ONCE	Hace razonamientos matemáticos coherentes, explica y justifica sus deducciones e inferencias

En los enunciados anteriores no se menciona el uso de modelos, de hechos conocidos, de propiedades o relaciones de los objetos matemáticos involucrados en una situación; tampoco se considera que el razonamiento es fundamentalmente un proceso cognitivo que requiere y hace parte de la estructura conceptual de los estudiantes, esencial para el análisis de situaciones matemáticas. Respecto a procesos en los que se requiere la

manipulación y exploración de ejemplos y de casos particulares, la elaboración sistemática de afirmaciones, conjeturar, probar, estructurar argumentos y generalizar, si bien, algunas de estas acciones se mencionan en los Estándares, aparecen dispersas, con el riesgo de ser interpretadas como temáticas a ejercitarse, esporádicamente, en el grado para el que están propuestas.

Si el razonamiento se concibe como un proceso ligado al desarrollo del pensamiento matemático, no se entiende cómo en los Estándares éste se liga a los pensamientos solo en dos de los grados, en segundo cuando se expresa que el niño hace conjeturas acerca de los números y en noveno cuando habla de enunciar conjeturas geométricas. Así, el razonamiento, como proceso transversal, no es de ninguna manera intención del documento de Estándares.

En lo relativo a la secuencialidad en las formas de razonamiento, a la que se hace mención en los Lineamientos y que se reitera en los estándares del NCTM, en el documento de Estándares colombianos se privilegia el razonamiento formal inductivo y deductivo, otras formas no se tienen en cuenta y otras se mencionan tangencialmente. En el NCTM las demostraciones indirectas y el uso del principio de inducción, como ya se dijo, se proponen para la formación universitaria. El documento de Estándares del MEN introduce desde el grado octavo estos aspectos e incluye desde sexto elementos formales de la lógica proposicional colocando de nuevo el énfasis, como se había hecho en propuestas anteriores muy cuestionadas, en el reconocimiento de términos, conectores, cuantificadores, reglas de inferencia y no en la riqueza del razonamiento y en el uso con sentido de la argumentación, la comunicación y la resolución de problemas en situaciones significativas para el nivel o grado.

Reiteramos nuestra crítica proponiendo la siguiente cita:

“La capacidad de establecer nuevas relaciones entre unidades de información que constituyen un concepto se expresa mediante una secuencia argumentativa a la que solemos llamar razonamiento. El razonamiento es la forma usual de procesar conceptos, es decir, de derivar unos conceptos de otros o implicar una nueva relación sobre la base de las relaciones ya establecidas. En matemáticas, además del razonamiento deductivo, se emplean el razonamiento inductivo y el analógico, en cualquiera de los tipos de razonamiento se utilizan destrezas de diferentes clases. Cuando un determinado razonamiento se ejecuta con unas pautas de rigor, precisión, concisión y elegancia se estandariza con alguna denominación especial: prueba, teorema, etc. En el trabajo con alumnos...un razonamiento será todo argumento suficientemente fundado que dé razón o que justifique una propiedad o relación. Las capacidades de expresión y comunicación de los alumnos las consideramos como una parte importante de su capacidad de razonamiento.”²

Acerca de la comunicación

En los Lineamientos se plantea la comunicación como uno de los procesos más importantes para aprender matemáticas y para resolver problemas.

²Rico, Luis: *Consideraciones sobre el Currículo Escolar de Matemáticas*. Revista Ema. Vol 1, 4-24. Bogotá. 1995

Expresan, además, que la comunicación ayuda, a los estudiantes, a construir vínculos entre sus nociones informales y el lenguaje de las matemáticas, cumple una función clave como apoyo para que tracen importantes conexiones entre las representaciones físicas, pictóricas, gráficas, simbólicas, verbales y tabulares de las ideas matemáticas. Cuando los estudiantes se dan cuenta, que una representación es capaz de describir muchas situaciones distintas y aprecian que hay formas de representación más útiles que otras comprenden realmente la flexibilidad y utilidad de las matemáticas.

En los lineamientos se anota, igualmente, que la comunicación se da en el aula de matemáticas cuando se trabaja en grupos cooperativos, cuando un estudiante explica un procedimiento, cuando propone un método para resolver un problema, cuando construye una representación gráfica y argumenta sobre ella, cuando propone una conjetura...etc.

Para que los estudiantes puedan comunicarse matemáticamente se deben crear ambientes en que la comunicación sea una práctica usual y natural, que permita a todos:

- Adquirir seguridad para preguntar, para explicar razonamientos, para argumentar, para resolver problemas.
- Leer, interpretar, discutir, escuchar y negociar ideas. Escribir sus ideas, hacer informes orales en los cuales comuniquen a través de gráficas, palabras, ecuaciones, tablas, representaciones físicas; pasar constantemente del lenguaje cotidiano al de las matemáticas.

Un ejemplo de secuenciación de este proceso, para el desarrollo curricular aparece en el NCTM, allí se propone: hasta 4° grado relacionar materiales físicos y diagramas con ideas matemáticas, relacionar el lenguaje diario con el lenguaje de los símbolos matemáticos, darse cuenta de que el representar, discutir, leer, escribir y escuchar en matemáticas es parte fundamental para el aprendizaje y uso de las matemáticas en la escuela. De 5° a 8° grado se asocia la comunicación con el uso de métodos escritos, orales, concretos, pictóricos, gráficos y algebraicos; se insiste en trabajar destrezas como leer, escuchar y visualizar como un recurso para interpretar y evaluar ideas matemáticas. Para los grados superiores 9° a 12° se propone enfatizar en argumentaciones orales y escritas sobre situaciones matemáticas y no matemáticas.

¿Y qué se plantea sobre la comunicación en el documento de Estándares propuestos por el MEN?

La comunicación matemática, en los estándares curriculares nacionales, se refiere a “incluir actividades en el currículo que les permitan (a los estudiantes) comunicar a los demás sus ideas matemáticas de forma coherente, clara y precisa” (pág 16)

Nuevamente, la comunicación, más un que proceso, se considera como una actividad anexa en el currículo, no como un elemento dinamizador y de significado en la construcción de conocimiento matemático escolar en los diferentes grados.

Los aspectos planteados desde los Lineamientos se diluyen a través de enunciados repetitivos y esquemáticos grado a grado, veamos:

GRADO	ESTANDAR DE COMUNICACION
PRIMERO	Utiliza el lenguaje de las matemáticas para describir algunas de sus actividades cotidianas
SEGUNDO	Utiliza con propiedad la terminología matemática estudiada hasta el momento
TERCERO	Representa y comunica ideas matemáticas mediante representaciones concretas o diagramas
CUARTO	Explica la solución de un problema de manera lógica y clara y apoya su solución con evidencia tanto escrita como oral
QUINTO	Presenta los procedimientos y resultados de un problema de manera clara, suscitan y correcta
SEXTO	Utiliza el lenguaje de las matemáticas para comprender y explicar situaciones complejas
SEPTIMO	Utiliza lenguaje, notación, símbolos matemáticos para presentar, modelar y analizar alguna situación problemática
OCTAVO	Expone ante una audiencia, de manera convincente y completa, argumentos matemáticos
NOVENO	Utiliza el lenguaje matemático de manera precisa y rigurosa en sus trabajos escritos y presentaciones orales
DECIMO	Se comunica matemáticamente mediante una variedad de herramientas y argumentos sólidos
ONCE	Lee, comprende y asume una posición frente a una variedad de textos que utilizan lenguaje matemático; se comunica por escrito y de manera oral en forma clara, concisa y precisa mediante el uso adecuado y riguroso del lenguaje matemático

Aunque en los anteriores enunciados aparecen aspectos mencionados en los lineamientos, con respecto a este proceso las propuestas curriculares deben incluir situaciones en las que se “de la oportunidad para que los estudiantes comuniquen sus ideas matemáticas y hablen sobre las matemáticas”. En el documento no aparece la comunicación como un proceso ligado al aprendizaje significativo de las matemáticas, como sí se sugiere en los lineamientos. Con enunciados genéricos, que se repiten grado por grado, no se aprecia como se potencia un avance a medida que se supera un nivel , para el docente serán de nuevo aspectos aislados a trabajar ocasionalmente y sin contexto o relación alguna con los llamados, en los lineamientos, conocimientos básicos. Con respecto a los otros procesos no se con la resolución de problemas ni con el razonamiento, una reflexión en este sentido podría aclarar, por ejemplo, como el uso de uno u otro sistema de representación adecuado para un determinado grado permite a los estudiantes construir nuevos conceptos y usar matemáticas escolares con verdadera propiedad.

En términos generales la comunicación matemática como proceso que involucra expresar ideas, interpretar, evaluar, representar, usar consistentemente los diferentes tipos de lenguaje, traducir de un tipo de representación a otra, describir relaciones y modelar situaciones cotidianas, no se ve reflejada en el contenido de los estándares, puesto que sus enunciados se centran en

mencionar formas de comunicación y representación, pero colocando el acento en “uso de lenguaje simbólico formal”, en la “corrección”, “precisión” y “rigor”.

Como ejemplo de lo anterior, en el grado quinto se lee: “Presenta los procedimientos o resultados de un problema de manera clara, sucinta y correcta»; en grado noveno: “Utiliza el lenguaje matemático de manera precisa y rigurosa en sus trabajos escritos y presentaciones orales» y en grado once: “se comunica por escrito y de manera oral en forma clara, concisa y precisa mediante el uso adecuado y riguroso del lenguaje matemático”

Para finalizar, es necesario mencionar sobre los procesos de modelación y de elaboración, comparación y ejercitación de procedimientos descritos en los Lineamientos de Matemáticas que, aunque no son mencionados en el documento de Estándares, los consideramos fundamentales durante la formación en la educación básica y media y que deberían estar incluidos en el documento de estándares que se proponga para estos niveles educativos.

Bibliografía

- DICKSON, L., BROWN, M., GIBSON, O. (1991). *El aprendizaje de las matemáticas*. Barcelona: Labor.
- ERNEST, P., (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. Basingstoke: The Falmer Press. Pont-A-Mousson: Tópiques éditions.
- LLINARES, S. y SANCHEZ, M.V. (Eds.) (1990). *Teoría y Práctica en Educación Matemática*. Sevilla: Alfar.
- MASON, J. y otros. (1992). *Pensar matemáticamente*, Barcelona: Labor.
- MORENO, L. y WALDEGG, G.. (1992). *Constructivismo y Educación Matemática*. En: Educación Matemática, Vol.4, No 2. p. 7-15.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. (1989). *Estándares Curriculares y de Evaluación para la Educación Matemática*. Sevilla: Edición en castellano Sociedad Andaluza de Educación Matemática “THALES”.
- _____ (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston (VA): NCTM.
- _____ (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- RICO, L. (1995) *Consideraciones sobre el Currículo Escolar de Matemáticas*. En: EMA, Vol. 1, No. 1. p. 4-24.
- SANTOS, L. M. (1992). *Resolución de Problemas; El trabajo de Alan Schoenfeld: Una propuesta a Considerar en el Aprendizaje de las Matemáticas*. En: Educación Matemática, Vol. 4, No. 2. p. 16-23.
- _____ (1993). *La naturaleza de las Matemáticas y sus implicaciones didácticas*. En: Mathesis, Vol. 9, No. 4.