Recibido: martes, 24 octubre 2006

educación ::
matematicalia
revista digital de divulgación matemática
Vol. 2, no. 4 (oct. 2006)

Procesos de intuición en matemáticas: una experiencia con estudiantes para profesores de Secundaria

Inés M. Gómez Chacón
Departamento de Álgebra
Universidad Complutense de Madrid
e-mail: igomezchacon @ mat.ucm.es
página web: http://www.mat.ucm.es/~imgomezc

Introducción

Intuición, muchos estudiantes creen que la intuición significa no tener que pensar en las cosas. Incluso con el uso de la expresión "tener una corazonada" quieren significar que la intuición no tiene lugar en la mente. En otros casos, también se asocia con pensar, o no, de forma lógica. Sin embargo, no pensar de forma lógica no es lo mismo que ser intuitivo. De hecho, al utilizar la intuición percibimos de forma activa nuestras impresiones, las registramos, las interpretamos y, por último, las integramos con el resto de los procesos mentales. La intuición es un proceso muy riguroso. Un proceso que necesita ser cultivado explícitamente con una formación adecuada. Estamos de acuerdo con Guzmán (1991) en que la intuición no se debe concebir como una especie de regalo arbitrario de las musas. La intuición se puede cultivar activamente. Fischbein (1987), con el fin de introducir claridad en el complejo dominio de la intuición, propuso categorizaciones, análisis de cómo tenerla en cuenta en la educación matemática. También nosotros, en nuestra trayectoria como formadores de profesores de Secundaria, hemos desarrollado algunas estrategias para trabajar en el aula una tipología de intuiciones, las afirmatorias, en particular las referidas a los procesos de inferencia (Gómez-Chacón, 2000), y más recientemente con estudiantes que se están formando para profesores de Secundaria en la Universidad Complutense de Madrid hemos trabajado ejemplificaciones sobre intuición y razonamiento matemático.

Para que el estudiante para profesor llegue a ser un buen profesional de la enseñanza de las matemáticas, es necesario que se produzca una construcción de conocimientos fruto de la interrelación entre sus conocimientos de matemáticas, de cómo enseñarlas, de cómo aprendemos y de cómo aprenden los alumnos de esos niveles.

La experiencia que se presenta aquí ha sido desarrollada en la asignatura piloto Metodología Matemática de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense, impartida durante el curso 2005-2006, dentro de las Acciones de la Universidad Complutense para la Construcción del Espacio Europeo de Educación Superior.

Los objetivos del presente trabajo han sido:

- Formar a los estudiantes que se preparan para profesores en las competencias de "aprender a enseñar".
- La matemática como saber de método en el proceso educativo inicial.
- Desarrollar usos matemáticos de Internet.

Una de las apuestas metodológicas que hacemos en esta asignatura es introducir a los estudiantes para profesores en actividades matemáticas estimulantes, seleccionadas específicamente para mostrar cómo aplicar conocimientos y habilidades en la vida diaria con sus futuros alumnos de Secundaria (por ejemplo, comprender los problemas mundiales o tomar decisiones sobre su propia vida personal, la percepción del infinito en nuestra mente, la paradoja como estimulo del progreso matemático, etc.).

En este artículo ofrecemos, en primer lugar, una sucinta aproximación al significado de intuición, procesos intuitivos y modelos intuitivos. Después, presentamos una ejemplificación para trabajar la intuición del infinito, en la que se diseñó un modulo de aprendizaje. Y terminamos poniendo de relieve algunas características de los procesos de "aprender a enseñar" en la formación de futuros profesores de Secundaria.

1. El significado y el papel de la intuición

Durante largo tiempo el razonamiento se ha estudiado principalmente en términos de nexos proposicionales gobernados por reglas lógicas. Consecuentemente, el proceso instruccional, especialmente en ciencias y en matemáticas, ha tendido a proporcionar al aprendiz cierta cantidad de información (principios, leyes, teoremas, fórmulas) y desarrollar métodos del razonamiento formal adaptado a los dominios respectivos. Aunque la matemática es un sistema deductivo de conocimientos, la actividad creativa en matemáticas es un proceso constructivo, en el cual los procedimientos inductivos, las analogías y las conjeturas plausibles, juegan un papel fundamental. Para ello el rol de la intuición es clave. Nos acercamos a su significado.

A lo largo de la historia la palabra intuición en matemáticas ha comportado una pesada carga de ambigüedad y misterio (Davis y Hersh, 1988). Según contextos, las connotaciones han sido diferentes, unas vinculadas a la inspiración, y otras como oposición a los modos de proceder con rigor. Algunos de los significados que se ha atribuido a la palabra intuición en matemáticas han sido los siguientes:

- Intuitivo es opuesto a riguroso.
- Intuitivo significa visual.
- Intuitivo significa plausible o convincente, aún sin demostración.
- Intuitivo significa inspirado en un modelo físico, o en algunos ejemplos importantes de los procedimientos heurísticos.
- Intuitivo significa holístico o integrador, entendido como contrario a detallado o analítico.

La intuición no es una percepción directa de algo externo existente. Es el efecto que provoca en la mente la experiencia de ciertas actividades mentales de manipulación de objetos concretos (en una fase posterior, de marcas en un papel, e incluso de imágenes mentales). Como fruto de esta experiencia, hay algo en la “pupila de la mente” (un residuo, un efecto) que constituye su representación.

Tenemos intuición porque tenemos representaciones mentales de los objetos matemáticos. Adquirimos estas representaciones no por memorización de fórmulas verbales, sino a través de reiteradas experiencias (en el nivel elemental, la experiencia de la manipulación de objetos materiales; en un nivel superior, la experiencia de resolver problemas y de descubrir cosas por nosotros mismos).

Una intuición es una idea que posee las dos propiedades fundamentales de una realidad concreta y objetivamente dada: inmediatez (evidencia intrínseca) y certeza (no la certeza convencional formal, sino la certeza inmanente, prácticamente significativa).

2. Distintas cualidades de los procesos intuitivos

Una reflexión intuitiva sobre un fenómeno matemático nos puede aportar diferentes sensaciones. Entre ellas, está la sensación de evidencia y certeza. Nos hace sentir seguros de nuestro resultado y no sentimos la necesidad de demostrarlo rigurosamente. Se da en el caso en que de alguna manera, al pensar sobre el objeto de estudio, nuestro bagaje matemático nos hace relacionarlo con comportamientos bien conocidos y nos lleva a sacar conclusiones.

La necesidad de armonizar la intuición y las nociones matemáticas constituye una cuestión básica en educación matemática. Una contribución a esta difícil tarea proviene de los estudios que se ocupan de conflictos y discrepancias, y detectan los orígenes de éstas y aquéllos.

En relación a los dos sentimientos mencionados anteriormente, podemos toparnos con situaciones poco deseables, la que tiene que ver con la perseverancia y con la denominada por Fischbein coacción.

Cuando una persona concibe un fenómeno intuitivamente, puede ser muy difícil deshacerse de esta idea pues su mente siente bastante seguridad sobre la validez de este resultado. Este aspecto debe ser tenido en cuenta por los profesionales de la educación, y la experiencia y la historia pueden dar claves de cuáles son las suposiciones erróneas más usuales de los estudiantes.

Otra situación poco deseable es la denominada coacción. La coacción aparece en el caso en que se acepta intuitivamente un hecho (convencimiento de que dada una recta y un punto exterior a ella, existe una única recta paralela que pasa por dicho punto, axioma de la Geometría Euclidea) que provoca rechazar la validez de otros resultados (puede que no exista ninguna, caso de la Geometría Riemenniana o que se puedan trazar infinitas como en la Geometría de Lobachevsky).

Esta situación ha tenido lugar a lo largo de la historia de la matemática, y en algunos casos conllevando una perpetuación de falsas teorías y es que, como ya se ha comentado, no es sencillo desprenderse de una convicción de tipo intuitivo.

Respecto a los vínculos entre intuición y falta de rigurosidad o la aprehensión, extrapolación y organización de las ideas: la validez rigurosa de un proceso intuitivo no se puede comparar a la de un proceso formal, pero puede generar avances a veces inalcanzables por medio únicamente de pasos formales, como por ejemplo aprehender la universalidad de una proposición o extrapolar ideas u organizar la información de un modo global y dotar de una estructura con significado a los elementos que intervienen en el desarrollo matemático.

3. Modelos intuitivos implícitos

La necesidad de modelos intuitivos viene justificada por facilitar la tarea de comprensión y poder representar mejor el aspecto a estudiar. Al construir un modelo, estamos descifrando y tratando de organizar cuáles son los elementos importantes de nuestro objeto de estudio.

Ejemplos de modelos pueden ser el construir gráficas para describir funciones, usar representaciones visuales que clasifiquen formas geométricas, resumir datos en forma de tablas... Fischbein (1987) clasifica los modelos en cuatro categorías: implícitos, explícitos, paradigmáticos y por analogía.

En el caso explícito, los objetos del estudio no son sustituidos por otros y la naturaleza de los mismos no se interpreta de otro modo diferente al que la matemática les dota. Los modelos paradigmáticos trabajan sobre una clase de sistemas conceptuales, y los modelos por analogía comparten características con el original, pero no son del mismo tipo.

La ventaja principal que supone trabajar con el modelo en vez de con el original, es que podemos pensar mejor en términos concretos y manipulables que en aquellos más abstractos. Ahora bien, antes de empezar a trabajar con el modelo, tenemos que asegurarnos de que en el modelo habiten las propiedades del objeto y de que estén representadas de modo satisfactorio, asimismo, las conceptualizaciones previas que se dan en la mente de los alumnos.

4. Una ejemplificación: trabajar la intuición del infinito

Nos decía Miguel de Guzmán en el 2000:

> *La presencia del infinito en la matemática constituye un reto insoslayable. En la misma percepción originaria de la multiplicidad presente en las cosas, en ese caer en la cuenta de la finitud (no soy quien lo llena todo) y repetibilidad de la unidad presente en la propia conciencia del yo (hay otros como yo mismo), en esos puntos suspensivos que colocamos cuando empezamos a contar y decimos 1,2,3,... está ya presente de alguna manera la percepción de la presencia del infinito en nuestra mente [...] De manera parecida, el infinito de algún modo presente en nuestra mente posibilita y funda nuestro conocimiento de lo finito, y en el conocimiento de lo finito y concreto nos apercibimos de esa presencia del infinito [...] A lo largo de la historia de la matemática, este tipo de proceso reaparece una y otra vez, motivando el progreso del pensamiento matemático. Los números irracionales aparecidos al margen de ciertas construcciones geométricas, las paradojas de Zenón en torno al movimiento y a la naturaleza continua del espacio, fueron motivaciones para construir una nueva forma de manejar matemáticamente esta forma de infinitud. Los desarrollos del cálculo infinitesimal, consolidados en un intenso trabajo de multitud de matemáticos entre el siglo XVII y finales del XIX, constituyen nuevas formas de manejo del infinito matemático. La teoría de conjuntos de Cantor, a fines del siglo XIX y principios del XX, constituyó el instrumento fundamental para tratar de dar rigor a estos nuevos esquemas de pensamiento* (Guzmán, 2000: 37-38).

La concepción de infinito como unidad (infinito actual) no se suele trabajar mucho en la enseñanza de la matemática, a pesar de que la naturaleza infinita de los conjuntos numéricos **N**, **Z**, **Q** y **R** que se estudian en Primaria y Secundaria suponen un conocimiento de este concepto por parte del profesor. La construcción de la idea del infinito como proceso inalcanzable (el infinito potencial de Aristóteles) no es suficiente para explicar por qué **N**, **Z** y **Q** son equipotentes y en cambio **R** tiene una cardinalidad mayor. Este hecho justifica la necesidad de aclarar en algún momento la idea del infinito como unidad (infinito actual).

Plantear un acercamiento didáctico en la formación de los estudiantes para profesor de Secundaria nos hizo reflexionar sobre algunos aspectos, por ejemplo:

¿La aclaración de este concepto se contempla en los planes y programas de formación de profesores de Primaria y Secundaria?
¿Un estudiante que se está formando para profesor tiene la suficiente claridad del término infinito, sus aspectos históricos y sus implicaciones teóricas para dar una explicación adecuada de la idea de infinitud tomando en cuenta que la concepción popular del concepto de infinito difiere del concepto formal matemático?
¿Cuál es el momento adecuado para introducir este concepto?

La mayoría de los libros de cálculo asumen el hecho de que los estudiantes tienen ya una noción del concepto del infinito y por lo general lo comienzan a utilizar al definir límites al infinito y límites infinitos, pero sin hacer una introducción adecuada del concepto.

Conviene, previamente al estudio, que el profesor haga una reflexión del infinito antes de comenzar a utilizarlo tanto en los aspectos históricos como en lo referente a las paradojas y contradicciones involucradas.

El módulo *Camino al infinito* es una ejemplificación en la que los estudiantes para profesores han trabajado, planteando una posible secuencia para familiarizar a los estudiantes de Secundaria y Bachillerato. En él, tras una introducción histórica sobre el concepto del infinito, se plantean problemas de iniciación a los fractales, series, etc.

Para nosotros es claro que no se puede pretender con los estudiantes de Secundaria mostrarles la formalidad matemática del concepto. No obstante, entendemos que el profesor debe considerar dentro de su planteamiento didáctico la posibilidad de ampliar la concepción usual del infinito en función de las inquietudes y dudas que puedan plantear los alumnos. Por tanto, es necesario que en el bagaje cultural de los estudiantes que se forman para profesor entren estos aspectos, ya que deberán enseñar a sus futuros alumnos que la manera de pensar en procesos que involucran al infinito es diferente a la manera en que se conciben los fenómenos finitos. Esto permite justificar por ejemplo (a un nivel intuitivo) por qué una suma infinita de números positivos en algunos casos es infinito y en otros es un número finito. Lo recomendable en este caso es indicar al estudiante que la forma (intuición o lógica) en que percibimos los procesos finitos no se puede aplicar en general cuando se encuentra involucrado un proceso infinito.

Módulo *Camino al infinito*

Este módulo, elaborado por alumnos de estudiantes para profesores bajo la supervisión de la profesora de la asignatura, está dirigido a los alumnos de Secundaria y Bachillerato. Parte de una breve introducción de cómo se descubrió el infinito a lo largo de la historia. El objetivo de esta introducción es que los alumnos puedan ver que es natural encontrarse con el concepto de infinito. Con esta página web queremos que el alumno se familiarice con las propiedades del infinito y vea cómo se comporta en distintas situaciones, conozca cómo se pueden dar paradojas en las que el resultado es sorprendente y cómo la intuición se ve engañada en estas situaciones.

Se plantea una secuencia a través de diferentes secciones y problemas:

Con este problema se intenta explicar de forma practica cómo en situaciones normales nos podemos encontrar con el infinito y así ver que no es una cosa tan abstracta como en principio a los alumnos les puede parecer, y también ver cómo una suma en la cual los términos a partir de un número grande se acercan mucho a cero y aun así la suma puede ser todo lo grande que quieras. Esto sucede porque estamos sumando infinitos términos. Después se plantea un problema en el que podemos aplicar la propiedad de la serie armónica a la práctica.

En este problema queremos que los alumnos vean que no siempre una suma infinita de términos positivos da como resultado un número infinito. En este problema nos ayudamos de un sencillo gráfico para ver el resultado.

El objetivo de estos dos problemas es contrastar cómo se comportan las sumas infinitas de términos positivos que disminuyen, y lo diferentes que pueden ser los resultados.

Seria útil proponer al alumno un nuevo problema en el que se le plantee escribir analogías y diferencias entre los problemas 1 y 2 para que el mismo alumno saque sus propias conclusiones.

El objetivo de este problema es que el alumno vea que el infinito también puede aparecer en una figura acotada. A priori parece impensable que en un folio se pueda dibujar una figura de perímetro infinito. En este problema quedan otra vez de manifiesto las diversas apariciones del infinito y la delicadeza de este concepto al que no podemos generalizar con una definición concreta, ya que en cada caso el infinito aparece de una manera distinta.

Con este problema damos a conocer la geometría fractal, la cual puede resultar muy interesante y atractiva al alumno por sus peculiares formas.

El objetivo de este problema es que el alumno se familiarice con el concepto de infinito. Trata de mostrar que el infinito no se ve alterado al sumarlo y multiplicarlo por números finitos, excepto cero, pero de una manera distinta a los demás problemas. En este dejamos de trabajar con objetos puramente matemáticos y pasamos a un campo en el que el alumno puede visualizar más fácilmente la situación, ya que estamos trabajando con objetos y personas, aunque en todo momento estamos manejando infinitas habitaciones. Las soluciones son ingeniosas y comprensibles pero no por ello obvias, así que el alumno necesita un tiempo para pensar. La clave de este problema es justamente que el alumno dedique tiempo a reflexionar en él.

Además de esta sección de problemas hemos planteado dos más, una de ampliación y otra vinculada al arte.

En esta sección buscamos afianzar el concepto para los alumnos más curiosos. Estos problemas no son fundamentales para el trabajo, son una parte complementaria. En ella hay interesantes ejemplos y una breve introducción a la demostración matemática. Se tratan conceptos de inconmensurabilidad.

En esta sección vemos cómo el infinito no se limita a aparecer en la matemática, sino que influye en desarrollo de las técnicas artísticas del renacimiento. Este descubrimiento proporcionó a los artistas la capacidad de pintar con perspectiva y posteriormente influyó en el desarrollo de la geometría proyectiva, donde el infinito no es algo fijo.

5. Algunas características de “aprender a enseñar” en la formación de futuros profesores

Señalamos brevemente algunos puntos esenciales que han caracterizado los procesos de “aprender a enseñar” en esta propuesta.

5.1. La actividad matemática como base

¿Donde están las matemáticas en la actualidad? La actividad matemática (Guzmán, 2001) se enfrenta hoy en día con un cierto tipo de estructuras de la realidad, entendida en sentido amplio como realidad social, física o mental. Miguel de Guzmán señalaba que la matemática participa de muchos de los aspectos del juego, pero no es solamente juego, sino también una ciencia, un arte intelectual creador de una belleza peculiar, uno de los ejes fundamentales de la cultura, con un lugar muy central en ella y una responsabilidad muy especial en su correcto desarrollo. La actividad matemática utiliza unos recursos peculiares determinados históricamente y que incluyen:

- La propuesta y resolución de problemas, modelos y proyectos como eje vertebrador de la acción.
- Una simbolización adecuada, aspecto relacionado con la representación del conocimiento y los intentos de objetivación que pretende cualquier dominio científico.
- Una manipulación o tecnificación racional rigurosa, en el sentido de que se sigan unos convenios aceptados por la comunidad de matemáticos de un cierto momento histórico.
- Un dominio efectivo de la relación entre los modelos personales e institucionales que cada uno construye y la realidad modelada.

A través de los materiales que se han desarrollado en la asignatura de Metodología Matemática y de los que este módulo es una muestra[1], se ha mostrado a los estudiantes que existen concepciones curriculares bajo el enfoque de situaciones realistas que tratan de ir más allá de estas situaciones cotidianas y avanzar hacia la matemática abstracta que subyace (De Lange, 1996; Gravemeijer, 1994). La práctica matemática escolar consiste en buscar regularidades, en clasificar, formalizar y simbolizar, en conjeturar, argumentar y comprobar –y siempre aspirando a niveles más altos de la abstracción matemática–. Los contextos extra-matemáticos sirven meramente de punto de partida hacia los conceptos y estructuras matemáticas, y no tienen valor en sí mismos.

Además, en nuestro enfoque consideramos las matemáticas como un instrumento crítico para penetrar la así llamada “matematización de la sociedad” (Davis, 1989; Keitel, Kotzmann, Skovsmose, 1993). La finalidad de esta aproximación consiste en revelar las matemáticas implícitas en tecnologías sociales, económicas y científicas, para identificar planteamiento y consecuencias –y, sobre todo, intereses– de los modelos matemáticos. De esa manera, las matemáticas aparecen como un instrumento de base para una reflexión crítica de nuestro entorno. Sin embargo, no es posible tal análisis crítico sin conocimiento de los contextos y situaciones ya matematizados, así que resulta este eje esencialmente interdisciplinario. En las prácticas matemáticas escolares correspondientes no existen situaciones extra-matemáticas, ya que son exactamente las tecnologías sociales, económicas y científicas que definen nuestro entorno.

5.2. La actividad didáctica: adaptación y cambio

Formar al estudiante para profesor en Educación Matemática implica reconocer qué se está haciendo como actividad didáctica en matemáticas. ¿Debemos formar en Didáctica de la Matemática como un saber meramente práctico, una tecnología fundada y dependiente de otras ciencias, o, por el contrario, existen problemas cuyas características requieren un nivel de análisis teórico y metodologías propias de un verdadero saber científico?

Planteamos itinerarios formativos para que el estudiante para profesor vivencie las interconexiones entre diferentes dominios de conocimiento del profesor y además pueda pensar sobre el contenido y organización de un tema particular de un curso de Secundaria o de un curso de un programa de formación, estableciendo un continuo diálogo entre la teoría y la práctica.

Por ejemplo, el desarrollo de este módulo de aprendizaje sobre intuición del infinito ha supuesto:

Aprender matemáticas a través de exploración de situaciones matemáticas, identificación de conceptos y aplicación.
Desarrollar conocimiento sobre matemáticas.
Profundizar en teorías de aprendizaje matemático; en este caso se ha priorizado el enfoque realista y modelos de matematización.
Comprender las dificultades del aprendizaje de sus futuros alumnos.
Planificar la enseñanza: los estudiantes para profesor realizan actividades matemáticas en el nivel de sus alumnos potenciales, reflexionando y discutiendo en pequeños grupos los resultados de las tareas desde la perspectiva del aprendizaje de los alumnos.

A través de estos procesos y actividades para desarrollar la secuenciación del módulo los estudiantes para profesor han ido mostrando cierta tendencia a la aplicación de la teoría a la práctica docente, y entendiendo que el objetivo final es desarrollar la competencia (conocimiento y destrezas) para enseñar matemáticas.

La metodología utilizada ha sido trabajar en grupos explorando una situación problemática planteada por la profesora para cada grupo, facilitándole una bibliografía básica que favoreciera el cuestionamiento y la reflexión. Después los estudiantes debían identificar conceptos, para llegar en la siguiente fase a la aplicación y extensión de nuevas ideas y la formulación del proceso instructivo.

6. Conclusión

Y para terminar, queremos poner de manifiesto la positividad de la experiencia. Se ha logrado con los estudiantes para profesores un progreso mayor en la dimensión reflexiva, en el desarrollo de la estructura de atención y la conciencia matemática en el aprendizaje de la misma.

Formarse en los aspectos de enseñanza en matemática es tener como eje en las aulas no sólo el contenido matemático, sino el proceso de construcción del conocimiento matemático; la importancia de los procesos de pensamiento matemático, en los que los procesos de intuición son determinantes.

En el desarrollo de la disciplina de Metodología Matemática, no atribuimos a la reflexión un carácter espontáneo o improvisado inherente al comportamiento del futuro profesor, sino que consideramos que ha de ser objeto de atención específico en el diseño de las tareas que se propongan. Es necesario introducir estrategias para probar los niveles de conciencia del que aprende, así como para estructurar las tareas, pensar sobre los conceptos y permitir a los que aprenden extender fructíferamente simples tareas por ellos mismos. El módulo *Camino hacia el infinito* ha tratado de dar respuesta a este objetivo y explorar con los estudiantes la noción de que el aprendizaje consiste en cambios en la estructura de atención: en a qué se le presta atención y cómo, y la manera en que esto influye en la práctica de la enseñanza de las matemáticas.

Se trata de cultivar esa “sensibilidad adicional” para que el futuro profesor pueda elegir la respuesta a situaciones, desarrollar ejercicios-tarea más refinados y examinar su experiencia pasada, presente y futura.

Referencias

C. Cañón (2004): Lo nuestro es el infinito. *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, Monográfico Filosofía y Matemáticas 37, 8-24.

P.J. Davis, R. Hersh (1988): *Experiencia matemática*. Barcelona: Labor-MEC.

P.J. Davis (1989): *Applied mathematics as social contract*. En C. Keitel et al. (eds.): *Mathematics, education, and society*. Paris: UNESCO Series, pp. 24-28.

J. De Lange (1996): *Using and applying mathematics in education*. En A.J. Bishop et al. (eds.): *International handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 49-98.

E. Fischbein (1987): *Intuition in science and mathematics.* Dordrecht: Kluwer

E. Fischbein, D. Tirosh, U. Melamed (1979): Intution of infinity. *Educational Studies in Mathematics* 10, 3-40.

I.M. Gómez-Chacón (2000): La intuición en matemáticas. *EDUCAR, Publicación del Centro de Capacitación y Perfeccionamiento Docente, Uruguay* 3(7), 30-34.

I.M. Gómez-Chacón (2005): Metodología Matemática. Asignatura Piloto de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

K. Gravemeijer (1994): *Developing realistic Mathematics Education*. Utrecht: CD-b Press.

M. de Guzmán (1991): *Para pensar mejor*. Barcelona: Labor.

M. de Guzmán (1994): ¿Para qué el pensamiento matemático en nuestra cultura? *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas* 1, 15-23.

M. de Guzmán (2000): Las matemáticas y estructuras de la naturaleza. Á*baco, Revista de Cultura y Ciencias Sociales*, Monográfico Matemáticas y Vida Cotidiana, 24-45.

M. de Guzmán (2001): Tendencias innovadoras en Educación Matemática. *Sigma, Revista de Matemáticas* 19, 5-25.

C. Keitel, E. Kotzmann, O. Skovsmose (1993): *Beyond the tunnel vision: Analysing the relationship between mathematics, technology and society.* En C. Keitel, K. Ruthven (eds.): *Learning from computers: Mathematics Education and technology*. Berlín: Springer Verlag, pp. 243-279.

---

[1] El lector interesado puede consultar algunos proyectos para trabajar matemática realista destinados a Secundaria en I.M. Gómez-Chacón (ed.) (2006): *Aprendiendo a enseñar: WebQuest matemáticas* [CD-ROM]. Acciones formativas de la Universidad Complutense para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Departamento de Álgebra, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense.

Sobre la autora

La Dra. **Inés Mª. Gómez-Chacón** es profesora de Educación Matemática en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid. Coordina e imparte de modo regular cursos de actualización y de postgrado dirigidos al profesorado de matemáticas. Sus líneas de investigación son: Afecto y Pensamiento Matemático, y Tecnología y Matemáticas. Ha publicado materiales didácticos y obras de educación matemática, así como capítulos en varios libros colectivos y artículos en revistas internacionales. En la actualidad pertenece al Comité Editorial de *Matematicalia*.

---

matematicalia
revista digital de divulgación matemática