

## Un Proceso de Actualización Integral de Profesores de Matemáticas en el Uso Didáctico de los Sistemas de Cómputo Simbólico: Resultados Preliminares y Reflexiones

Ana Guadalupe del Castillo, José Ramón Jiménez,  
Enrique Hugues y Lucía Guadalupe Dórame

Universidad de Sonora  
México

[acastillo@gauss.mat.uson.mx](mailto:acastillo@gauss.mat.uson.mx), [jimenez@gauss.mat.uson.mx](mailto:jimenez@gauss.mat.uson.mx),  
[ehugues@gauss.mat.uson.mx](mailto:ehugues@gauss.mat.uson.mx), [lucyd65@yahoo.com.mx](mailto:lucyd65@yahoo.com.mx)

Formación de Profesores, Tecnología Avanzada – Nivel Superior

### Resumen

Se presentan los resultados parciales de la primera etapa de un proyecto de actualización de profesores de matemáticas del nivel superior en torno al uso didáctico de los sistemas de cómputo simbólico CAS. El proyecto en su conjunto asume un enfoque integral, cuya principal característica estriba en concebir la actualización no como el resultado de un curso más o menos breve de capacitación instrumental, sino como el de un proceso (experimentado por el profesor en conjunto con un equipo de investigación) de reflexión, discusión, conocimiento de tecnología, diseño de materiales y mejoramiento gradual de sus prácticas docentes, como un proceso de cambio paulatino, observable y controlado, en el que el profesor está involucrado como protagonista.

### Objetivo

Se presenta un proyecto de actualización de profesores de matemáticas del nivel superior en torno al uso didáctico de los sistemas de cómputo simbólico CAS actualmente en desarrollo, y que pretende tener repercusiones observables en el salón de clase. El proyecto tiene como propósito central investigar bajo qué condiciones, tanto por parte de los profesores como de los estudiantes, es más factible y eficiente la modernización de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas mediante la integración de dichos sistemas CAS a ambos procesos (enseñanza y aprendizaje) en los cursos básicos del nivel superior. Se pretende estudiar el potencial que ofrece un ambiente en el que concurren la actualización participativa de los profesores, la integración sistemática de calculadoras simbólicas en el proceso educativo, el uso de materiales diseñados ex profeso, y la investigación educativa en matemáticas, a través de observar durante varios ciclos semestrales los efectos de un programa de actualización y mejoramiento de las prácticas docentes de los profesores y de las prácticas de aprendizaje de los estudiantes en un ambiente de innovación educativa.

El proyecto en su conjunto asume un enfoque integral, cuya principal característica estriba en concebir la actualización no como el resultado de un curso más o menos breve de capacitación instrumental, sino como el de un proceso (experimentado por el profesor en conjunto con un equipo de investigación) de reflexión, discusión, conocimiento de tecnología, diseño de materiales y mejoramiento gradual de sus prácticas docentes, como un proceso de cambio paulatino, observable y controlado, en el que el profesor está involucrado como protagonista. Esta estrategia de actualización intenta conjuntar la investigación educativa y la docencia, en el caso en que ambas actividades se realizan en el seno del mismo Departamento académico.

## **Marco teórico**

Como lo muestran las investigaciones científicas de los procesos de actualización de profesores en muchos países, y particularmente en México, no resulta fácil ni inmediato lograr una modificación real de las prácticas docentes tradicionales. La adaptación de los profesores que durante muchos años se han desempeñado en un modelo de docencia tradicional expositivo, a un modelo dinámico y participativo centrado en el alumno, y además con la incorporación de nuevas tecnologías, es un proceso largo y difícil, en el que los obstáculos tienen que ser identificados in situ y superados de manera consecuyente y paulatina. En particular, el paso de un modelo expositivo a uno centrado en el aprendizaje y en el uso sistemático de la tecnología parece ser un salto enorme para la mayoría de los profesores. Parecería por lo tanto adecuado organizar este salto en etapas más asequibles y congruentes con la evolución de las concepciones teóricas de los profesores.

En particular, los avances del proyecto sugieren tres etapas o componentes en dicha evolución:

1. La actualización didáctico-metodológica de los profesores, y particularmente, el cambio de paradigma teórico para explicar y comprender el aprendizaje: de una argumentación empirista basada en la enseñanza como transmisión de conocimientos, a una explicación teórica basada en la participación activa –aunque dirigida– del estudiante (el constructivismo).
2. La actualización de los profesores en lo relativo al uso de las nuevas tecnologías, y particularmente, de las que han sido denominadas “tecnologías cognitivas”, entre las que se encuentran los sistemas de cómputo simbólico.
3. La actualización de los profesores en lo relativo al uso, diseño y experimentación de secuencias didácticas centradas en el aprendizaje y que incorporen de manera consecuyente el uso de los sistemas de cómputo simbólico.

## **Metodología**

Dado que los datos que se obtendrán, tanto del desempeño y actitudes de los profesores como de los estudiantes, se basan en eventos observables in situ en el salón de clases en el momento de su ocurrencia, se considera adecuado emplear el método de análisis cualitativo. En particular, se aplicarán varias herramientas para el estudio cualitativo de los eventos: a) encuestas, b) entrevistas, tanto formales (grabadas en video o en cinta de audio y sujetas en cierto modo a un listado de preguntas previamente elaboradas), como informales, sin un guión previo y sin necesidad de la grabación, c) observaciones sistemáticas en el salón de clase, d) análisis de productos (en el caso de los estudiantes, la resolución de paquetes de hojas de trabajo y diversas actividades didácticas; en el caso de los profesores, el diseño, ya sea en forma conjunta con los investigadores o de manera independiente, de actividades de aprendizaje para los estudiantes, materializadas en hojas de trabajo, lecturas, programas interactivos para el sistema CAS, etcétera).

Partiendo del supuesto de que toda acción de actualización que se emprenda puede impactar las concepciones que los profesores tengan respecto a la enseñanza y el aprendizaje a dos niveles, el del discurso y el de la acción, pretendemos procesar la información que se recabe de los profesores mediante las cuatro herramientas ya mencionadas, en dos planos correlacionados. En el primer plano, las encuestas y las entrevistas nos permitirán tener una

idea bastante aproximada respecto al impacto que el programa esté teniendo sobre el discurso didáctico–metodológico de los profesores. Pero partiendo de la experiencia previa y de los estudios al respecto, que muestran que las acciones tradicionales de actualización, en términos generales, impactan sobre todo el discurso del profesor pero tienen poco efecto en su práctica cotidiana, también nos preocupamos por valorar por otras fuentes diferentes el impacto de nuestra estrategia en la acción cotidiana de los profesores en el aula. Por esta razón, en un segundo plano procesaremos la información recopilada durante las observaciones directas y sistemáticas del trabajo del profesor en el aula, en su interacción con los alumnos, al aplicar las hojas de trabajo, confrontando los hechos observados con las declaraciones expresadas por los profesores, e intentando establecer el grado de correspondencia o de concordancia entre lo dicho y lo hecho. En ese mismo sentido, los diseños de actividades de aprendizaje que produzcan los profesores nos servirán como elementos para juzgar respecto a la profundidad y solidez de las concepciones que previamente hayan expresado. En otras palabras, la información obtenida a partir de las dos primeras herramientas, las encuestas y entrevistas, se contrastará con la información recopilada mediante las otras dos herramientas, las observaciones directas en el aula y el diseño de actividades de aprendizaje. De manera completamente análoga procesaremos la información que se recabe de los alumnos, para quienes en el primer plano estarán las encuestas y entrevistas, y en el segundo plano las observaciones directas en el aula y la resolución de las hojas de trabajo.

### **Resultados parciales**

Se presentan los resultados parciales de una primera etapa de un proyecto de actualización de profesores de matemáticas del nivel superior en torno al uso didáctico de los sistemas de cómputo simbólico CAS. Dicho proyecto consta de dos Diplomados en secuencia, uno denominado Nivel Básico y otro de Nivel Avanzado, cada uno de un semestre de duración. Aquí se reportan resultados parciales del primero de dichos Diplomados, realizado de agosto de 2003 a enero de 2004. Los resultados de la primera etapa arrojan evidencia interesante relativa a la modificación de las concepciones y creencias de los profesores en los siguientes aspectos:

- Las matemáticas como asignatura. Se le distingue de la Matemática como ciencia de manera muy tenue, de tal modo que se le asemeja a un conocimiento organizado abstraído de la realidad, y con un carácter pragmático orientado hacia su aplicación a “problemas”.
- Su aprendizaje y su enseñanza. En gran medida se tiene una visión que delega en el profesor el saber y su reproducción y comunicación, asignando al estudiante la responsabilidad de seguir al profesor para la resolución de ejercicios y “problemas”.
- El papel que los recursos tecnológicos pueden jugar en dichos procesos. Es un papel incierto, no habiendo mucha familiaridad al respecto pero sí cierto entusiasmo. En parte se les concibe como objeto de conocimiento en sí mismos, con un impacto inmediato en la enseñanza como facilitadores de ciertas elaboraciones del profesor.
- El papel del profesor en un cambio de innovación curricular. No se concibe al profesor como un participante activo y con capacidad de decisión en dicho proceso, sino como un ejecutor entusiasta de las directrices curriculares elaboradas por otras instancias (Dirección Académica, Academias, Comisiones, etcétera).

Con el fin de que el proceso de familiarización del profesor, tanto con el manejo del dispositivo de cómputo simbólico, como con el marco teórico–conceptual (desarrollado en relación con el uso de tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, y particularmente con el uso de los dispositivos CAS) fuera profundo y reflexivo, se implementaron una serie de acciones. Se promovió la participación de los profesores en las discusiones durante las asesorías que se ofrecieron en el Diplomado. Se analizaron y discutieron un total de catorce artículos y reportes de investigación, seleccionados de diversos sitios en Internet, relativos a la problemática abordada. Estas lecturas fueron asignadas a cada uno de los profesores para ser traducidas. En la fase final (de evaluación) del primer Diplomado, se exigió que cada profesor eligiera un tópico de matemáticas y desarrollara una propuesta didáctica para abordarlo en un ambiente que integrara el uso de la calculadora simbólica. Esta propuesta didáctica fue desarrollada gradualmente, hasta convertirse en un documento escrito y en una ponencia. Estos trabajos reflejan los dos aspectos esenciales que fueron abordados: su grado de dominio y conocimiento de la herramienta de cómputo simbólico, y la profundidad de la reflexión teórica en relación con la problemática asociada al uso didáctico de dicha herramienta. Una mirada atenta a cada uno de esos trabajos nos puede dar una idea de las diferentes visiones que los profesores, a su paso por este primer Diplomado, han logrado desarrollar. El panorama de tales visiones es amplio, y va desde las propuestas más cercanas al enfoque tradicional expositivo, centrado en el profesor a cuya actividad se supedita el uso de los recursos didácticos, hasta propuestas francamente innovadoras que pretenden centrar la actividad en el alumno y poner a la disposición de él las capacidades técnicas de los recursos didácticos para favorecer el aprendizaje. Entre estas dos visiones literalmente extremas hay también las posiciones intermedias.

Durante este primer Diplomado del proyecto los profesores participantes generaron dos productos: una Antología conformada por artículos y reportes de investigación referentes al uso didáctico de los sistemas de cómputo simbólico, cuya lectura, traducción, análisis y discusión se les encomendó como parte de las tareas del Diplomado, y el desarrollo por escrito de una propuesta didáctica elemental para la integración de la calculadora simbólica en los cursos que habitualmente imparten. Ambos trabajos serán analizados y comentados, en conjunto con los elementos arriba señalados.

Las reflexiones emanadas a partir del análisis preliminar de estos resultados parciales serán tomadas en cuenta para orientar el trabajo del segundo Diplomado, que se ofrecerá de febrero a junio de 2004.

La investigación in situ de las prácticas docentes de los profesores y de las prácticas de aprendizaje de los estudiantes en un ambiente caracterizado por el uso didáctico de un sistema de cómputo simbólico, está ahora en condiciones de llevarse a cabo a partir de agosto de 2004, toda vez que varios de los profesores participantes ya se han enrolado voluntariamente en el proceso de ensayar propuestas personales dentro de esta modalidad.

## Referencias Bibliográficas

- Akbaba, S. y Kurubacak, G. (1998). Teacher's Attitudes Towards Technology. Technology and Teacher Education Annual. Society for Information Technology and Teacher Education. [CD-ROM]. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Artigue, M. (2001). Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. 2<sup>nd</sup>. *Computer Algebra in Mathematics Education Symposium*. The Netherlands: Freudenthal Institute, Utrecht University [En línea] Disponible en:  
<http://www.lonklab.ac.uk/came/events/freudenthal/1-Presentation-Artigue.pdf>
- Baldin, Y. (2002). On some important aspects in preparing teachers to teach mathematics with technology. *2nd International Conference on Teaching Mathematics ICTM*. [En línea] Disponible en: <http://www.math.uoc.gr/~ictm2/Proceedings/pap325.pdf>
- Barton, S. (1995). Reluctant Reformer's Instructional Practice and Conceptions of Teaching Calculus When Using Supercalculators. En P. Bogacki, E.D. Fife y L. Husch (Eds.), *Electronic Proceedings of the Eight Annual Conference on Technology in Collegiate Mathematics* [En línea] Disponible en: <http://archives.math.utk.edu/ICTCM/EP-8/C7/pdf/paper.pdf>
- De Souza, B. y Elia, M. (1998). Physics Teacher's Attitudes: How do They Affect the Reality of the Classroom and Models for Change. En A. Tiberghien, E. L. Jossem y J. Barojas (Eds.), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. An ICPE Book. International Commission on Physics Education. [En línea] Disponible en: <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/D2.html>
- Fleener, J. (1995). A Survey of Mathematics Teacher's Attitudes About Calculators: The Impact of Philosophical Orientation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 14(3), 53-70.
- Guzmán, Z. (2001). Formación, concepciones y práctica de los profesores de matemáticas. *Educación Matemática* 13 (3), 93-106.
- Harshbarger, R. (1995). Training In-Service and Pre-service Teachers in the Use of Technology. En P. Bogacki, E.D. Fife y L. Husch (Eds.), *Electronic Proceedings of the Eight Annual Conference on Technology in Collegiate Mathematics*. [En línea] Disponible en: <http://archives.math.utk.edu/ICTCM/EP-8/C85/pdf/paper.pdf>
- Laborde, C. (2000). Why Technology is Indispensable Today in Teaching and Learning Mathematics. The World Wide Conference. [En línea] Disponible en: <http://emptweb.mps.ohio-state.edu/dwme/publications/posticme2000/laborde.pdf>
- Myers, K. (1997). Designing Teacher In-service for the TI-92. *Proceedings of the AMATYC 23rd Annual Conference* [En línea] Disponible en:  
<http://www.amatyc.org/Proceedings/Atlanta23/Myers/Myers.pdf>
- Pelton, L. y Pelton, T. (1996). Building Attitudes: How a Technology Course Affects Preservice Teacher's Attitudes About Technology. [En línea] Disponible en: <http://web.uvic.ca/~tpelton/attitudesite.htm>
- Universidad de Sonora (2003). *Lineamientos generales para un Nuevo modelo curricular de la Universidad de Sonora*. (Gaceta, Edición Especial, Febrero). Hermosillo, Sonora: Universidad de Sonora
- Zbiek, R. (2001). Influences on Mathematics Teacher's Transitional Journeys in Teaching With CAS. 2<sup>nd</sup>. *Computer Algebra in Mathematics Education Symposium*. The Netherlands: Freudenthal Institute, Utrecht University [En línea] Disponible en:  
<http://www.lonklab.ac.uk/came/events/freudenthal/2-Reaction-Zbiek.pdf>