

La calculadora como recurso didáctico

Silvia Del Puerto

Universidad CAECE
Universidad Tecnológica Nacional
Buenos Aires – Argentina
spuerto@uolsinectis.com.ar

Claudia Minnaard

Universidad CAECE
Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Buenos Aires - Argentina
minnaard@uolsinectis.com.ar

Resumen

En este artículo se describe el uso de la calculadora en dos niveles: en la escuela primaria utilizando calculadoras elementales y en el nivel secundario y primeros años de la universidad con calculadoras gráficas.

1 Introducción

En la actualidad existe consenso acerca de cuáles son las metas de la Enseñanza de la Matemática, qué se debe buscar en su aprendizaje, qué tipo de enseñanza es adecuada a estos propósitos, qué papel juega la resolución de problemas, y de qué manera influyen las creencias y actitudes de los profesores e investigadores en la búsqueda de estas metas. Esta nueva visión se refleja, por ejemplo, en las sugerencias aportadas por instituciones profesionales tales como el Consejo Nacional de Profesores de Matemática (NCTM, 1991) de los E.E.U.U., al recomendar que la enseñanza de la matemática se haga de manera activa, desarrollando una forma de pensar que pueda dar sentido al entorno y aplicando toda la tecnología disponible. La visión actual de la Comunidad Internacional vinculada a la enseñanza de la matemática ha cambiado su perspectiva. Esta nueva visión define a las matemáticas como una actividad social y cultural en la que el conocimiento no se descubre, sino que se construye a partir de la experimentación, formulación, contrastación y justificación de conjeturas. Asimismo promueve mirar el entorno desde un punto de vista matemático buscando patrones y regularidades en las situaciones problemáticas.

Este cambio de perspectiva hace que hoy en día la enseñanza y la reforma del curriculum sean uno de los temas principales en todos los congresos de Enseñanza Matemática. Los cambios curriculares que se proponen ya no son simples adaptaciones de los algoritmos matemáticos a nuevos métodos de aplicación, los avances tecnológicos constituyen la fuerza que impulsa un cambio curricular acorde con los cambios que están aconteciendo en la sociedad en su conjunto.

El curriculum de matemática está cambiando lentamente, y la tendencia es gastar menos tiempo en métodos de lápiz y papel y más tiempo en aplicaciones, resolución de problemas, desarrollo de conceptos y temas nuevos. Los métodos de enseñanza también están cambiando hacia una aproximación investigativa y exploratoria, contando con la contribución de las nuevas tecnologías para el desarrollo de esta perspectiva.

“En épocas de cambios rápidos en la manera de vivir, como en la época actual, si la educación permanece estancada pronto se va alejando de la realidad y los educandos pasan a ser preparados para un mundo de otra época, con necesidades muy distintas a las del presente.

Con respecto a los contenidos de matemática en los distintos años, los cambios tecnológicos y el crecimiento de las aplicaciones de la matemática en las distintas áreas del saber, obliga a cambios fundamentales. Deben suprimirse muchas cosas obsoletas e inútiles y sustituirlas por otras actualmente útiles para muchas necesidades profesionales y para la comprensión de cómo funcionan muchas de las tecnologías del presente.” (Santaló, 1992).

“Si se trata únicamente de los cálculos matemáticos, las calculadoras de bolsillo pueden ser suficientes y su mayor facilidad de adquisición (cada alumno puede disponer de la suya) hace que su uso sea altamente recomendable desde los primeros grados. Hay que ejercitar el cálculo mental para números pequeños, pero las operaciones con números de más de dos cifras hay que dejarlas para las calculadoras. Después de todo, el lápiz y el papel son instrumentos de cálculo primitivo, que puede sustituirse con ventaja por otros más evolucionados.” (Santaló, 1986).

Para alumnos más avanzados, dentro de las nuevas tecnologías se destacan las calculadoras gráficas que son mucho más que calculadoras que hacen gráficos, ya que se han convertido en computadoras programables apropiadas para la mayoría de los estudiantes, por su tamaño reducido, bajo costo, y fácil uso en relación con las prestaciones que pueden brindar.

Las calculadoras gráficas promueven conexiones entre las representaciones gráficas, numéricas y simbólicas, y entre sus ventajas, contribuyen a crear un ambiente de aprendizaje en cooperación, en el que las matemáticas se transforman en un tema apasionante y vivo que promueve la experimentación, la investigación y la reflexión de los estudiantes.

2 Calculadoras elementales en la escuela primaria

Tanto dentro como fuera de la comunidad educativa, la introducción de la calculadora en el currículo de la enseñanza primaria ha suscitado un importante debate en torno a las presuntas consecuencias negativas que su uso puede tener sobre el aprendizaje y sobre cual es la edad más adecuada para iniciar a los alumnos en su uso.

Aunque existe una extensa documentación sobre los beneficios del uso de la calculadora, existen muchos escépticos, los cuales afirman que puede perjudicar la habilidad matemática de los alumnos. Algunos padres y educadores que se resisten a la incorporación temprana de la calculadora basan sus creencias, fundamentalmente, en mitos muy difundidos, tales como: 1º) que la calculadora no desarrolla el razonamiento matemático, puesto que para utilizarla

basta con seguir exactamente las instrucciones de funcionamiento y 2º) que la calculadora limita la adquisición de las habilidades de cálculo numérico de los alumnos.

Sin embargo, mucho se ha escrito y hablado a propósito del papel que debe jugar la calculadora y de su influencia en el desarrollo del pensamiento matemático. El *Informe Cockcroft (1985)* afirma que “*la investigación ha demostrado que, los alumnos habituados a usar la calculadora mejoran su actitud hacia la matemática, las destrezas de cálculo, la comprensión de los conceptos y la resolución de problemas*”.

Desde su invención hace más de 30 años, las calculadoras han evolucionado desde la más simple de solo cuatro funciones, hasta la nueva generación de calculadoras gráficas. Por otra parte, el costo de la calculadora básica, es tan bajo que cada alumno de la escuela primaria puede tener una. Ya que las calculadoras son usadas frecuentemente en el “mundo real”, parece prudente que los maestros proporcionen a los estudiantes oportunidades para usarlas en las escuelas.

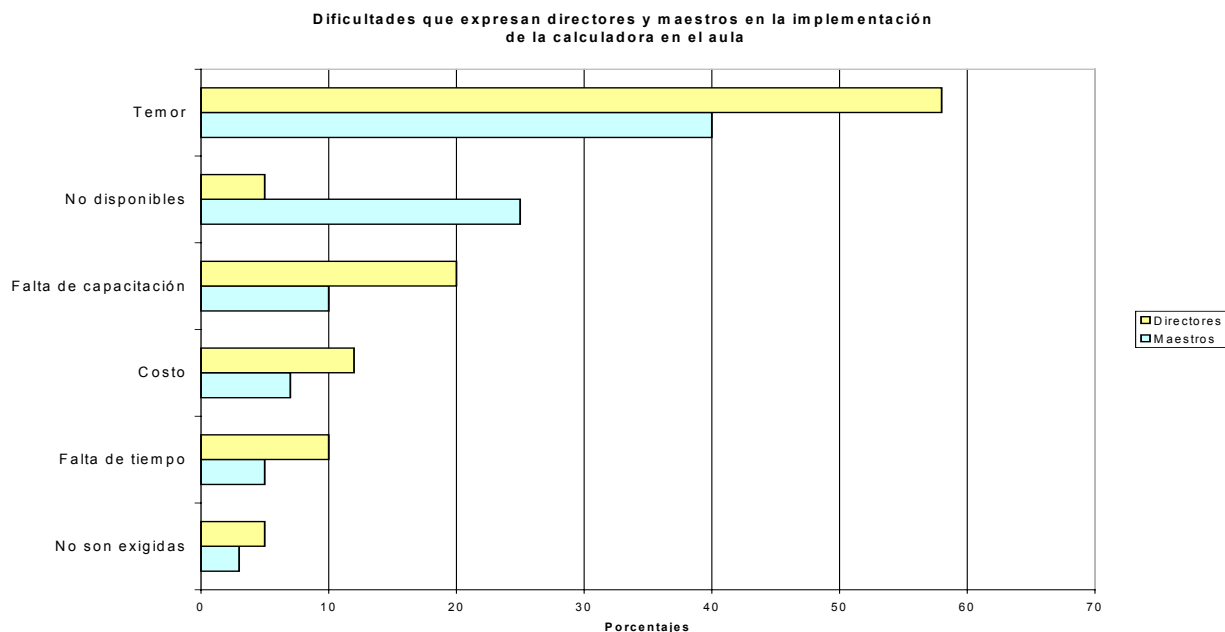
Asimismo, la investigación sugiere que la calculadora es una herramienta valiosa, que enriquece la comprensión matemática. Su uso proporciona a los maestros y alumnos más tiempo para concentrar el esfuerzo y la atención en la comprensión de conceptos y en el pensamiento crítico, además, estimula la exploración natural de estrategias y la aplicación de procedimientos intuitivos.

A la luz de los resultados obtenidos en muchas investigaciones, los educadores en matemática recomiendan el uso de la calculadora en la escuela primaria desde la década del 80, reflejando así, el cambio en la sociedad que pasó de realizar cálculos con lápiz y papel al uso dominante de la calculadora en los lugares de trabajo. Pero aún hoy, estas tienen un uso limitado en la escuela primaria.

¿Por qué si los educadores en matemática recomiendan el uso de la calculadora, esta tiene poco impacto en la escuela?

Una posible respuesta a esta pregunta es que, los maestros y directores no comparten con los educadores en matemática, las mismas creencias acerca de los beneficios de la calculadora. Las investigaciones realizadas sobre este tema encontraron que las creencias, pensamientos, juicios y conocimiento acerca de una innovación tecnológica, influyen en el grado en que esta es evaluada e implementada.

Las mayores dificultades que ven los maestros y directores para implementar el uso de la calculadora están dadas en el siguiente gráfico: (ver Gráfico 1)



Fuente: Schmidt & Callahan (1992)

Gráfico 1

En general, los maestros coinciden en que el uso intensivo de la calculadora puede tener un efecto negativo sobre el aprendizaje en matemática, creen que su uso no beneficia a los estudiantes en la retención e internalización de las operaciones básicas. Estas tendencias colectivas, indican que las creencias de los maestros contribuyen a que sean reacios con respecto a la incorporación de la calculadora en el curriculum de la escuela primaria.

Por otra parte, la mitad de los maestros consideró que la falta de tiempo, es un factor que hace difícil el uso de la calculadora. Ellos sienten que no saben o no entienden como incorporarla, y muchos la ven como un agregado más en el curriculum y no como una parte integral de él.

Tanto maestros como directores, sienten miedo de que los alumnos utilicen la calculadora como muleta, reemplazando el pensamiento matemático, el razonamiento, las habilidades de cálculo mental y las destrezas básicas.

Asimismo, muchos padres no están de acuerdo en implementar la calculadora en las clases de matemática en todos los grados. Ellos temen que sus hijos no aprendan las operaciones básicas, y que apretar teclas en la calculadora sea la única destreza que ellos adquieran en su educación matemática.

Teniendo en cuenta los lineamientos del ámbito internacional, los contenidos de la Educación General Básica (EGB), elaborados en el marco de la Reforma Educativa en la Argentina (1995), revalorizan el vínculo de la matemática con el mundo real, y dan prioridad a

temas tales como la Probabilidad y la Estadística, haciendo hincapié en la transmisión de estrategias para la resolución de problemas.

El nuevo currículum sugiere, a partir del 2º ciclo de la EGB, el uso de la calculadora como herramienta para la realización de cálculos numéricos, condicionando su uso a la complejidad del cálculo o a la exigencia de exactitud del resultado. Además, destaca la importancia del empleo en problemas vinculados con actividades del mundo real, de información organizada o de ecuaciones simples.

Sin embargo, a pesar de estas recomendaciones y del bajo costo, el uso de la calculadora en el 2º ciclo de la EGB no está todavía muy difundido. Si bien en algunas escuelas los estudiantes las utilizan, lo hacen fundamentalmente para chequear los resultados pero no integrándolas al proceso de aprendizaje en la resolución de problemas.

Las calculadoras son simplemente una herramienta que puede ayudar a los estudiantes a resolver problemas. Cuando son usadas apropiadamente mejoran el aprendizaje y el pensamiento, pero no lo reemplazan. Una real comprensión de la matemática es el resultado de entender que es lo que se está preguntando, diseñar un plan para resolver el problema, decidir que operaciones son adecuadas, y determinar si la respuesta tiene sentido o no. Los estudiantes que usan apropiadamente la calculadora tienen más tiempo para explorar e investigar lo cual aumenta sus posibilidades de encontrar respuestas con sentido. (Hembree & Dessart 1986; Pomerantz & Waits, 1996).

La investigación proporciona un contraejemplo con respecto a la creencia popular de una relación antagónica entre el uso de la calculadora y el desarrollo del cálculo mental. Teniendo en cuenta las investigaciones que hemos analizado, se observa que el uso de la calculadora promueve que:

- *Los alumnos generen información acerca de un problema dado.*
- *Organicen dicha información a través del uso de la calculadora.*
- *Exploren patrones con esta información.*
- *Realicen conjeturas acerca de los patrones*
- *Usen la calculadora como apoyo en la evaluación y modifiquen estrategias.*
- *Saquen partido del error para ensayar otras estrategias*
- *Utilicen cálculos mentales.*

3 Calculadora gráfica en el nivel superior

A diferencia de la computadora que es difícil de utilizar de manera frecuente debido a que los laboratorios de computación no están totalmente adecuados a las clases de matemática, la calculadora gráfica permite a todos los estudiantes una aproximación profunda a las matemáticas. Ya no se necesitan laboratorios informáticos caros y complejos, cualquier aula

puede llegar a convertirse en uno de ellos mediante el uso de la calculadora gráfica lográndose así una nueva forma de trabajo, estimulante y enriquecedora.

La aparición de la primera calculadora gráfica se produjo en 1985 (Casio) y provocó una revolución en la enseñanza y en el aprendizaje de la matemática al estimular en los estudiantes experiencias con visualización computada. En 1995 se crea la calculadora TI-92, verdadera computadora de mano que lleva incorporado el CAS (cálculo algebraico simbólico) y un programa interactivo de geometría (la más compleja versión del Cabri II). Esta calculadora ha generado nuevas preguntas con respecto a qué cambios son necesarios en el curriculum matemático y cómo debe integrarse su uso en la enseñanza matemática.

Aunque su aplicación se ha iniciado en distintos países, el uso de la calculadora gráfica en la clase de matemática y su utilización masiva no parecen ser lo más frecuente.

En Francia, desde 1990, el uso de la calculadora gráfica forma parte del curriculum de la escuela secundaria. A pesar de esto, en la actualidad solo un 15% de los profesores de matemática la incluyen en sus clases (Guin y Trouche, 1999).

En Victoria, Australia, en 1995 el Victorian Board of Studies aprobó el uso de las calculadoras gráficas en los cursos del año 12, y en 1997 se permitió el uso de la calculadora gráfica sin capacidad de procesamiento simbólico en los exámenes de matemática. Sin embargo, según Jones y Mc Crae (1997), no hay consenso acerca del rol que deben jugar estas calculadoras en los exámenes. Algo similar ocurre en Inglaterra y E.E.U.U.

En Portugal, el uso de la calculadora gráfica fue recomendado en 1995 para la escuela secundaria, y desde 1998 el Ministro de Educación aprobó su uso en los exámenes. Carvalho e Silva (1998) considera que con ella los estudiantes experimentan, investigan, discuten, construyen, cambiando la situación de enseñanza de la matemática.

En Suecia, el uso de las calculadoras gráficas es permitido en la escuela secundaria pero no están integradas al aprendizaje. Las matemáticas son presentadas de la forma tradicional cumpliendo la calculadora el mismo rol que antes cumplían las tablas de matemática y la regla de cálculo. Por otro lado, según Broman (1996), los profesores suecos no están suficientemente ejercitados en su uso.

En nuestro medio, los Contenidos Básicos de Matemática para la Educación Polimodal (1997), surgidos a partir de la Reforma Educativa Argentina, sugieren que el desarrollo de los contenidos se haga a partir de la resolución de problemas, utilizando una variedad de estrategias y validando la solución en la situación original, analizando las limitaciones del mismo y haciendo predicciones mediante el uso de nuevas tecnologías como medio de explorar contenidos en el aula. Este documento recomienda el uso de las calculadoras gráficas bajo el supuesto de que éstas tornan más accesible el estudio de las funciones y sus aplicaciones, allanan los cálculos, posibilitan la observación de gráficos de muchos tipos de

funciones de variable real y permiten analizar su comportamiento al variar los parámetros, distinguir propiedades especiales de las que no lo son, y relacionarlas con fenómenos concretos.

Sin embargo, aunque la Reforma Educativa Argentina propone incorporar la nueva tecnología, todavía no se ha llevado a la práctica intensamente en los cursos de matemática. En general, los profesores no prohíben la calculadora gráfica en clase, salvo en los exámenes, pero tampoco promueven su uso. En algunos colegios secundarios la clase se presenta en forma tradicional y la calculadora gráfica se usa para verificar, por ejemplo, gráficos de funciones que previamente fueron estudiadas utilizando métodos con lápiz y papel, sin integrarla al proceso de aprendizaje. Lo mismo ocurre en el primer año de la universidad. Además, si bien su costo es bajo, todavía no parece estar al alcance de todos los estudiantes.

Por otra parte, a nivel mundial, la esencia de la Reforma del Cálculo en la Universidad se basa en la comprensión conceptual. La visualización y la experimentación numérica y gráfica han cambiado aspectos fundamentales de la enseñanza. La disponibilidad de la tecnología ayuda a comprender con claridad los conceptos que sustentan las imágenes que aparecen en la pantalla. Cuando se las usa con propiedad, las calculadoras gráficas y las computadoras son herramientas poderosas para descubrir y comprender esos conceptos.

Con el fin de explorar los efectos de la calculadora gráfica en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, hemos analizado los resultados de investigaciones que estudian distintos aspectos relacionados con la utilización de la misma, como ser: el rendimiento de los alumnos, su comprensión conceptual, las actitudes desarrolladas hacia la matemática y la dinámica del salón de clase.

Diversas investigaciones han buscado evaluar los efectos de la utilización de las calculadoras gráficas en el *rendimiento* y la formación matemática de los estudiantes en los cursos superiores del secundario y en los cursos de precálculo de la universidad.

Ruthven (1990) examinó el rendimiento en matemática de estudiantes que habían tenido acceso permanente a las calculadoras gráficas en el transcurso de sus dos últimos años del secundario. Notó que al aumentar el éxito del estudiante se redujo su ansiedad, generando indirectamente un mayor rendimiento en aquellos que usaron calculadora gráfica. Además, sostiene que una mayor exposición a imágenes gráficas simbólicas a través del uso de la calculadora gráfica, incrementa la competencia y la confianza de los estudiantes. Estos factores particularmente mejoran el rendimiento de las estudiantes femeninas.

Quesada y Maxwell (1994) realizaron una investigación en cuyo examen final aquellos alumnos que usaron calculadoras gráficas obtuvieron mejores resultados en las categorías referidas a las propiedades de las funciones, gráficos, problemas con palabras y ecuaciones, aunque no fue así en las preguntas de elección múltiple. Según los autores, la aproximación gráfica agregó una nueva luz al conocimiento de conceptos, y permitió que los estudiantes mantuvieran su interés en los distintos temas. La aproximación manual y la habilidad de

chequear sus respuestas con la calculadora gráfica, aumentaron la motivación de los estudiantes.

Si bien los resultados de las investigaciones no son contundentes, indican que el acceso a la información tecnológica puede tener una importante influencia tanto sobre las aproximaciones matemáticas empleadas por los estudiantes, como sobre su rendimiento matemático.

Mesa y Gómez (1997) realizaron un trabajo exploratorio sobre la influencia de la calculadora gráfica en la *comprensión* de los conocimientos matemáticos. Esta investigación sugiere que la calculadora por sí misma no es un elemento que garantice un manejo más estructural de los conceptos, como sí lo son los cambios en la instrucción, en el diseño curricular y en las visiones que el profesor tiene de su actividad y de las matemáticas.

Gómez (1997a) exploró el impacto de la introducción de las calculadoras gráficas en las *actitudes* de los estudiantes de un curso de precálculo. Si bien los resultados indican que los estudiantes que cursaron la asignatura con la calculadora gráfica tienen una visión diferente de su competencia en matemática y de su proceso de aprendizaje, no es posible concluir que estos efectos sean un producto inmediato o automático de la utilización de la tecnología. Los estudiantes construyen sus actitudes en base a la relación que ellos establecen con el profesor en el proceso de construcción de su conocimiento matemático. Esta relación depende tanto del comportamiento del profesor, como del diseño curricular que éste desarrolla, y la utilización de las calculadoras gráficas afectan a cada uno de estos factores.

Gómez (1997b) estudió los efectos de la introducción de la calculadora gráfica en el *salón de clase* en dos cursos de precálculo. Los cambios en el comportamiento de los alumnos fueron los más importantes y en ellos la presencia de las calculadoras gráficas tuvo una influencia más directa. Se notó un mayor interés del alumno por el contenido, como consecuencia de una forma nueva de interactuar con éste. La profesora dejó de ser la única autoridad válida en el salón de clase y el libro de texto perdió una parte de su rol llenando la calculadora gráfica estos espacios en un proceso en el que el estudiante se pudo sentir más cómodo para tener ideas, desarrollarlas, verificarlas e intentar justificarlas ante la profesora y sus compañeros. Algunos de los cambios que se introdujeron en el diseño curricular del grupo experimental con motivo de la presencia de las calculadoras gráficas, pudieron influir en la interacción. Entre ellos, hubo mayores actividades de grupo en las que los estudiantes enfrentaron una situación problemática nueva y en las que es necesario conjeturar y experimentar.

4. Conclusiones

Las distintas investigaciones en el nivel elemental sugieren que la calculadora es un importante instrumento de apoyo didáctico, ya que su uso permite ejercitar determinados cálculos favoreciendo una selección de estrategias apropiadas.

La opinión bastante frecuente entre los maestros de que el uso de la calculadora debe dejarse para niveles superiores revela en algunos casos un rechazo hacia lo nuevo y el temor de que el uso indiscriminado de la calculadora lleve a utilizarla para realizar cálculos muy elementales.

Tales temores son comprensibles y no deben ignorarse. Sin embargo, las pruebas hoy disponibles, resultado de la investigación, indican la existencia de ventajas que compensan ampliamente los posibles inconvenientes. En algunas de ellas se ha llegado a la conclusión de que los alumnos que habían hecho uso de la calculadora mejoraron su actitud hacia la matemática, en las destrezas de cálculos mentales, en la comprensión de conceptos y en la adquisición de estrategias adecuadas para la resolución de problemas. Además, el conjunto de las investigaciones no muestra que el uso de las calculadoras haya producido algún efecto adverso sobre la capacidad básica de cálculo.

A pesar de todos sus beneficios y capacidades, las calculadoras nunca serán capaces de reemplazar a la mente humana. Por ejemplo, cuando se trata de leer y comprender una situación problemática, escribir una apropiada ecuación a un problema, elegir las operaciones que hay que usar, interpretar correctamente la solución que aparece en el visor de la calculadora, y determinar si la respuesta es apropiada o no, desde el punto de vista del problema. Las calculadoras junto con las destrezas mentales, aquellas con lápiz y papel, y la estimación, cuando son apropiadas, componen las herramientas que ayudan al alumno a resolver problemas.

Por otro lado, otras investigaciones proporcionan resultados promisorios en cuanto a la potencialidad de las calculadoras gráficas como apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Las mismas sugieren presentar los conceptos matemáticos y utilizar la calculadora gráfica para reforzarlos y avanzar más allá en el conocimiento, recordando que la tecnología complementa el curso, pero no es la base del mismo. Los cambios se deben producir incorporando la calculadora gráfica dentro del proceso de aprendizaje y se deben integrar sin sacrificar la profundidad de los conceptos matemáticos.

Las calculadoras gráficas facilitan la exploración y el descubrimiento, favoreciendo una activa aproximación al aprendizaje y, aunque se podría pensar que ellas sólo permiten el trabajo individual, las investigaciones indican que promueven la interacción entre estudiantes y maestros y entre el conjunto de estudiantes.

Podemos afirmar que el desempeño de los alumnos mejora con el uso de las calculadoras gráficas. Esto sugiere la necesidad de incorporarlas cada vez más en la enseñanza y

aprendizaje de las matemáticas durante el último ciclo de la secundaria y el primer ciclo universitario. No obstante, se debe tener en cuenta que los efectos de su uso no son producto de su mera presencia en el salón de clase. Estos efectos dependen del papel que se le asigne a la tecnología dentro del sistema curricular. Además, el comportamiento de este sistema depende de muchos factores que interactúan de manera dinámica entre ellos. La calculadora gráfica es un elemento potenciador del cambio en el sistema, que produce mejoras en la formación matemática del estudiante.

Ya decía Santaló (1978): *“La aplicación de las calculadoras a ciertos problemas numéricos y la conveniencia de su tratamiento dentro de la enseñanza para todos, aparece día a día como una necesidad mayor. El mundo está siendo dominado por la informática y los futuros ciudadanos deben estar preparados para entender los complejos mecanismos que la sostienen, mecanismos que eran muy complejos hasta hace pocos años, pero que se van simplificando y van quedando “al alcance de todos” gracias a los progresos de la técnica (sobre todo la electrónica) y de su sostén matemático.”*

Las calculadoras no “entienden” matemática pero facilitan considerablemente la comprensión de la matemática.

Referencias

Broman, P. (1996). Possibilities and fears. Trabajo presentado por el *Group 18 Roles of Calculators in the Classroom* en el 8° Congreso Internacional de Educación Matemática, Sevilla, España. Tomado de Internet: <http://ued.uniandes.edu.co/roles-calc.html>.

Carvalho e Silva, J. (1998). Are graphing calculators the catalyzers for a real change in mathematics education?. Trabajo presentado por el *Group 18 Roles of Calculators in the Classroom* en el 8° Congreso Internacional de Educación Matemática, Sevilla, España. Tomado de Internet: <http://ued.uniandes.edu.co/roles-calc.html>.

Contenidos Básicos para la Educación Polimodal (1997).

Gómez, P. (1997a). Calculadoras gráficas y precálculo. Las actitudes de los estudiantes. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Centro de Investigación “una empresa docente”. Tomado de Internet: <http://ued.uniandes.edu.co/servidor/em/recinf/reportes/calculadoras/presentac.html>.

Gómez, P. (1997b). Interacción social, discurso matemático y calculadora gráfica en el salón de clase. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Centro de Investigación “una empresa docente”. Tomado de Internet: <http://ued.uniandes.edu.co/servidor/em/recinf/reportes/calculadoras/presentac.html>.

- Guin, D., Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: the case of calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, pp. 195-227.
- Hembree, R., Dessart, D. (1986). Effects of hand – held calculators in Precollege Mathematics Education : a meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17 (2), pp. 83-99.
- Jones, P., Mc Crae, B. (1997). Assessing the Impact of Graphics Calculators on Mathematics Examinations. This paper was published in the proceedings of the 19th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA). Tomado de Internet: http://www.edfac.unimelb.edu.au/DSME/TAME/TAME_RESEARCH.html.
- McLeod, D. (1994). Research on affect and Mathematics Learning in the JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*. 25 (6) , pp . 637 - 647.
- Mesa, V., Gómez, P. (1997). Calculadoras gráficas y precálculo: exploración de aspectos relacionados con la comprensión. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Centro de Investigación “una empresa docente”. Tomado de Internet: <http://ued.uniandes.edu.co/servidor/em/recinf/reportes/calculadoras/presentac.html>.
- Módulo 0. (1995) Ley Federal de Educación. Ley de Educación de la provincia de Buenos Aires. Contenidos Básicos Comunes. pp.154 –166.
- Pomerantz, H., Waits, B. (1996). The Role of Calculators in Math Education. *Texas Instruments*. Tomado de Internet: <http://www.ti.com/calc/docs/therole.htm>.
- Quesada, A., Maxwell, M. E. (1994). The effects of using graphing calculators to enhance College students performance in precalculus. *Educational Studies in Mathematics*, 27, pp.205-215.
- Ruthven, K. (1990). The influence of graphic calculator use on translation from graphic to symbolic forms. *Educational Studies in Mathematics*, 21, pp.431-450.
- Santaló, L. (1978). Comentarios ante un primer ciclo secundario obligatorio. *Conceptos de Matemática*, 47, pp.29-35.
- Santaló, L. (1986). Matemática y Educación. *Elementos de Matemática*, 1 (1), pp.5-12.
- Santaló, L. (1992). Temas nuevos en la enseñanza de la matemática en el nivel secundario. *Elementos de Matemática*, 7 (26), pp.11-28.
- Schmidt, M., Callahan, L. (1992). Teachers’ and Principals’ Beliefs Regarding Calculators in Elementary Mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 14 (4), pp.17-29.