

TENDENCIAS ACTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA
MATEMATICA A NIVEL INTERNACIONAL (I I)

Claude Gaulin

Universidad Laval (Canadá)

EL IMPACTO DE LAS COMPUTADORAS Y LAS CALCULADORAS EN LA EDUCACION MATEMATICA

Por falta de tiempo, tendré que limitarme a exponer unas cuantas ideas generales, sin muchos ejemplos específicos. Presentaré más cuestiones que soluciones; sólo pretendo estimular la reflexión sobre el tema.

En cuanto a las computadoras, hay que distinguir dos tipos de problemas :

a) la iniciación a las computadoras como parte de una educación básica para todos;

b) su utilización en la enseñanza de la Matemática.

Creo que los alumnos de EGB deben adquirir los conocimientos mínimos sobre ordenadores que se necesitan para vivir en el mundo de hoy, se disponga o no de ellos en el aula. Algunos niños aprenden más de esto fuera de la escuela que en ella, es cierto, pero es una obligación asegurar que todos aprendan lo fundamental.

En algunos países, como los de la América Latina y Africa, están intentando actualmente ponerse al día al respecto. Ubiratan D'Ambrosio, del Brasil, presidente del Comité Interamericano de Educación Matemática para la América Latina, dijo públicamente que, en su opinión, es ur -

gente para los países en vías de desarrollo, ya que es un medio de reducir las diferencias con los países desarrollados. Se puede estar o no de acuerdo con esto, pero es indudable que actualmente no se puede prescindir de dar a los niños unos conocimientos mínimos y unas experiencias sobre Informática.

Por otro lado, hoy existen microcomputadoras, de adquisición relativamente fácil, que pueden utilizarse en la escuela, en la casa o en el trabajo, a diferencia de los años 60 en que sólo había grandes sistemas y con lenguajes complicados.

Este constante avance tecnológico ha de tenerse muy en cuenta cuando se están preparando nuevos currículos. Conviene utilizar microcomputadoras con lenguajes interactivos sencillos, como el BASIC y el LOGO, y contemplar la posibilidad de uso de otras máquinas en conexión con ellas.

Una cultura básica, a nivel de la EGB, sobre Informática, debe incluir, a mi juicio, los siguientes puntos :

- . Conocimiento de los componentes principales de las computadoras y del funcionamiento de éstas.

- . Idea de sus grandes posibilidades y de sus limitaciones.

- . Algunas nociones sobre programación, que permitan al alumno preparar sus propios programas, sin tener que limitarse a trabajar con los del profesor o de los textos.

- . Conocimiento de los diversos usos de los ordenadores en la vida ordinaria.

- . Conciencia del impacto social e, incluso, legal, de la Informática. Al respecto, debe alertarse, por ejemplo, del peligro de que pueda utilizarse para almacenar información indebida sobre la vida privada de la gente. Espero que las leyes lleguen realmente a impedirlo.

Para terminar estas consideraciones sobre la iniciación a la Informática en la educación básica, sólo unas palabras referentes a la cuestión de si debe incluirse en el programa de Matemáticas o, por el contrario, debe constituir una disciplina aparte. No hay acuerdo al res-

pecto. En Francia, por ejemplo, intentaron interesar a profesores de -
otras disciplinas para que no sólo fueran los de Matemáticas los encar-
gados de impartir la Informática, que es lo que ocurre en la mayoría de-
los países. En realidad, constituye esto un problema cuya solución depen-
de de varios factores: el contexto local, los recursos económicos, las po-
sibilidades de entrenar al profesorado y, en general, la concepción glo-
bal que de la educación se tenga.

En lo relativo a la utilización de las computadoras en la en-
señanza de la Matemática, cabe considerar dos puntos de vista : su influ-
encia sobre la propia Matemática y su efectos sobre la enseñanza de la
misma.

Existen artículos escritos por matemáticos donde se asegura -
que las computadoras llegarán a influir imprevisiblemente sobre la Mate-
mática en sí. Un ejemplo de este efecto, que empieza ya a notarse, es la
demostración, mediante computadora, del célebre teorema topológico de los
cuatro colores. Tal demostración - hasta ahora no conseguida y que, pese-
a la máquina, resulta tan larga y complicada que posiblemente nadie ten-
drá el suficiente tiempo para verificar cada uno de sus pasos- tal de-
mostración, digo, cambia totalmente el concepto tradicional de demostra-
ción matemática. Otro ejemplo, que aparece en documentos recientes, es la
pretensión de que en un futuro próximo se desarrollará un nuevo método
de trabajo combinando las imágenes de la pantalla de la computadora, de-
tal manera que, según algunos, esta visualización permitirá abordar con-
ceptos que actualmente requieren un tratamiento más formal; por ejem-
plo, los referentes al cálculo diferencial e integral.

Respecto a la enseñanza de nuestra disciplina, esto es, con re-
lación a sus contenidos, metodología y papel de instrumento para el estu-
dio de otras, el impacto de las calculadoras es evidente. La resolución-
de ecuaciones por iteración, por aproximaciones sucesivas, que la máquina
puede realizar fácilmente, es un ejemplo de cómo ésta puede influir en -

los currículos del futuro. Así, en lugar de invertir mucho tiempo en el estudio de ecuaciones lineales, ecuaciones de segundo grado, etc., se podría diseñar -ya se hace en algunos países- un proceso generalizador para la resolución de ecuaciones polineales por computadora. Otro caso donde la utilidad de ésta es clara es el de los estudios de Estadística, aunque en éstos basta con una calculadora.

No voy a poner más ejemplos, no tengo tiempo para ello, pero daré dos referencias de entre las muchas interesantes que existen:

El documento "*The influence of computers and informatics on Mathematics and its teaching*", presentado por la Comisión Internacional de Educación Matemática (ICMI) en el V ICME (Adelaida, 1984). (*)

Un pequeño libro, "*Computer and Mathematics. Impact on Secondary Curriculum*", publicado en el mismo año por el National Council of Teachers of Mathematics de Estados Unidos de América.

Veamos, por último, algunas consideraciones respecto a cómo pueden influir las computadoras en la enseñanza de las Matemáticas en las escuelas. Entre las cinco o seis maneras de emplearlas, sólo voy a referirme a dos: el empleo de *Software* y la programación.

Existen muchos juegos *Software*, pero algunos de ellos no tienen valor educativo; hay que ser precavidos en esto. Desde hace unos pocos años puede disponerse de sistemas muy interesantes que, en lugar de cálculo numérico, emplean fórmulas, presentan un tratamiento simbólico que permite, por ejemplo, resolver ecuaciones, calcular la derivada de una función, integrar, etc.

¿Qué va a pasar con todo esto? La situación es similar a lo que ocurrió con la aparición de las calculadoras científicas, que hicieron desaparecer el cálculo mediante tablas de logaritmos. La influencia de las microcomputadoras en los currículos futuros parece evidente y, pese a que todavía es pobre la existencia de *Software* de calidad, hay mucha gente trabajando en este campo y creo que pronto dispondremos de cosas muy interesantes; soy optimista al respecto.

(*) NUMEROS tratará de publicar su traducción próximamente.

En lo relativo a programación por los alumnos, o entre ellos y el profesor, creo que pronto dispondremos de una gran variedad de actividades que permitirán llevarla a cabo, ya que cada día es más frecuente - que las escuelas dispongan de microordenadores. Cabe señalar, como ejemplos, programas cortos de iniciación a la Informática, elaborados en clase, para realizar cálculos complicados, simulación de fenómenos aleatorios sencillos, etc.

(Pese a su deseo de tratar el tema de las calculadoras con -cienta amplitud, el profesor Gaulin, por escasez de tiempo, tuvo que limitarse a apuntar sólo unas cuestiones de índole general. Las exponemos aquí, y a continuación, daremos la traducción del trabajo INFLUENZA DELLE CALCOLATRICI TASCABILI SUL RENDIMENTO DEGLI STUDENTI NELLE CLASSI 5^a E 6^a IN CANADA, que relata una experiencia realizada por él y la profesora Roberta Mura. Fue publicado en la revista " L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate", vol. 7, n^o 2, de Abril de 1984.)

Una cuestión muy interesante desde el punto de vista didáctico es ver cómo se puede combinar la calculadora como instrumento de aprendizaje con otros tipos de materiales. ¿Cuál es el lugar adecuado para cada clase de material? Puede ser, pongamos por caso, que la calculadora no sea interesante para conceptualizar el algoritmo de la adición; es más apropiado quizás el empleo de lápiz y papel, ábacos, regletas, bloques de diversos tipos, .. Pero, para desarrollar la noción de raíz cuadrada, por ejemplo, puede ser que la calculadora resulte más apropiada que otros materiales. Desde el punto de vista de la investigación, un problema fundamental y por ahora sin solución, es el de cómo organizar una programación que abarque el Preescolar y los dos primeros ciclos de la E.G. B., que permita utilizar la calculadora en momentos oportunos y con objetivos específicos interesantes.

Sólo me queda tiempo para añadir que si bien como investigador tengo restricciones respecto al uso de la calculadora como instrumento didáctico en el nivel secundario, soy optimista en cuanto a su empleo en niveles más bajos.

INFLUENCIA DE LAS CALCULADORAS DE BOLSILLO EN EL
RENDIMIENTO DE ALUMNOS DE LOS NIVELES 5º Y 6º EN
EL CANADA

Relato de una experiencia llevada a cabo por los
profesores CLAUDE GAULLIN y ROBERTA MURA, de la Fa-
cultad de Ciencias de la Educación de la Univer-
sidad Laval, de Québec (Canadá)

Traducción: M. Fernández Reyes

Introducción

En 1979 decidimos efectuar una experiencia longitudinal sobre
el empleo de las calculadoras de bolsillo en cuanto a sus efectos en el
rendimiento en aritmética de alumnos de los últimos niveles de la escue
la primaria. Elegimos para ello la región de Québec.

Durante los años anteriores habíamos preparado una serie de -
materiales destinados al profesorado, con la finalidad de sensibilizar -
respecto al uso pedagógico de las calculadoras en la escuela.

Después de un año de preparación, la experiencia se realizó -
desde Septiembre de 1980 a Junio del 82, con 20 grupos de alumnos de 5 -
distritos escolares de la región del Grand Québec : 10 experimentales -
(con calculadoras) y 10 de confrontación.

Los resultados de dicha experiencia han sido expuestos en di-
versas comunicaciones que se citan en la bibliografía (1, 2, 3, 4 y 5).

Justificación de la experiencia

En el momento de proyectarla sabíamos que ya habían sido he-
chas numerosas experiencias similares. A la luz de estos estudios, Mari-
lyn Suydam afirmaba en Mayo del 79 : "No parece que el uso de la calcu-
ladora influya negativamente en el rendimiento. En casi todos los casos,
el provecho es igual o superior a cuando no se emplea este instrumento-
en la enseñanza de la Matemática." (6)

Conocíamos también muchas de las críticas formuladas respecto
a la forma en que habían sido llevadas a cabo dichas experiencias. Así,

Wheatley y Shumway (7) habían puesto en evidencia el hecho de que la mayor parte de ellas "carecieron de la necesaria programación, de un procedimiento adecuado y de una interpretación de los problemas realmente rigurosa", por lo cual pueden extraerse pocas conclusiones válidas. Suydam (8) asegura que la mayoría se refieren a cuestiones muy amplias y generales. Parkhurst (9) afirma que "muchos de los estudios son deplorablemente semejantes en cuanto a su falta de conclusiones, su ambigüedad y sus graves lagunas metodológicas".

En general, se pensaba que el poco tiempo dedicado a las experiencias realizadas, invalidaba sus conclusiones.

Teniendo en cuenta todo esto, nos propusimos efectuar un estudio de larga duración, y tomar todas las precauciones necesarias a fin de evitar las deficiencias existentes en los anteriores.

Objetivo principal

El primero y principal objetivo de nuestra experiencia fue verificar si la utilización de la calculadora de bolsillo en clase, produce o no un efecto negativo en cuanto al rendimiento en Aritmética al final de la escuela primaria.

Metodología seguida

Se decidió localizar la experiencia en la zona periférica de la ciudad de Québec. Para obtener un campo suficientemente representativo, la distribuimos en cinco distritos: La Jeune Lorette, Portneuf, des Erables, Lotbinière y Marie-Victorin.

Invitamos a participar al profesorado que había enseñado durante el curso 1980-81 a niños del quinto nivel, sin hacerles saber, de momento, con qué clase de grupo trabajarían. De entre los voluntarios, previa eliminación de algunos en las escuelas donde dicho número resultó demasiado elevado, elegimos 20.

Por sorteo, fueron asignados 10 al "tratamiento con calculadora" y el resto a "grupos de contraste", con una restricción que evitara una posible contaminación de estos grupos: todos los profesores de una misma escuela fueron encargados del mismo tipo de grupo.

Así pues, durante el curso 1980-81, cada uno de los grupos de experimentación y de referencia comprendía 10 clases (12). En el 81-82, afortunadamente, fue posible conservar invariable, en cuanto al alumnado, la mayor parte de las 20 clases-cursando el 6^o nivel-, aunque algunas tuvieron un nuevo profesor (con anterioridad se acordó con posibles nuevos profesores su incorporación a la experiencia, pero sin determinar el tipo de tratamiento en que intervendrían).

En Octubre del 80 y del 81, organizamos seminarios de información para los profesores y colaboradores locales encargados de la experiencia. Además, se informó a los padres de los alumnos sobre lo que pretendíamos y las precauciones que requería el proyecto.

Programamos nuestro trabajo de tal modo que la marcha y el funcionamiento de las clases afectadas resultara lo más "natural" posible: con los profesores habituales, el mismo estilo, el programa normal y el texto ordinario.

Con la finalidad de alcanzar mejor nuestro objetivo principal (13), fue necesario introducir un pequeño elemento perturbador: pedir a los profesores que utilizaran, como complemento al libro de texto ordinario, una colección de problemas verbales correspondientes al programa de Aritmética, expresamente preparada a tal efecto. La razón de esto fue que los libros al uso en las escuelas no contenían el suficiente número de ejercicios para el uso de la calculadora en los grupos experimentales. Tanto los profesores asignados al tratamiento con calculadora, como los del tratamiento sin ella, debían utilizar estos problemas complementarios, respetando las dos siguientes reglas: proponer semanalmente, al menos dos de estos problemas; dedicar media hora quincenal al tratamiento de este tipo de problemas en clase.

Cada alumno dispuso de una calculadora (modelo Royal L/816, con "memory lock" y "automatic power off") y, además, en cada clase hubo cierto número de ellas para uso del profesor y posible sustitución de las defectuosas.

En el mes de Octubre de 1980 y 1981, organizamos sesiones es -

peciales con los profesores y colaboradores a fin de familiarizarlos con el uso de las calculadoras y discutir cómo y hasta qué punto podían ser empleadas en clase, teniendo en cuenta los objetivos de la experiencia. Se acordó seguir el principio de animar a los alumnos a usarlas (nunca de obligarlos), para : a) resolver los problemas complementarios ; b) resolver algunos del libro de texto, que justificaran su uso ; c) verificar algunos resultados obtenidos con lápiz y papel o mentalmente ; - d) verificar la validez de ciertas reglas o propiedades numéricas.

Correspondía a los enseñantes de las clases experimentales decidir cuándo y de qué manera poner las calculadoras a disposición del alumnado. Periódicamente, debían informarnos sobre estos aspectos.

Con el fin de comparar el rendimiento del grupo experimental con el de control, realizamos tres tests : un pretest en Octubre de 1980, un test intermedio en Junio del 81 (al final del 5^o nivel) y un posttest en Junio del 82 (al final del 6^o). En todas las ocasiones utilizamos el mismo test, fundamentalmente la parte aritmética del test de 6^o del Ministerio de Educación de Québec. En el desarrollo de los tests, los alumnos no podían utilizar calculadora, ni siquiera los de las clases experimentales.

Resultados obtenidos

Para efectuar el análisis estadístico de los datos, fue necesario reducir el número de clases a 16, es decir, 8 experimentales y 8 de control.

Se recurrió a un análisis multivariado simple de tres factores, con medida repetida sobre cada uno. Fueron estos : el factor "test" (fijo y repetido tres veces), el factor "condiciones experimentales" (fijo) y el factor "clase" (aleatorio). No fue necesario probar la homogeneidad de la matriz de varianzas y covarianzas por medio de un test de Box. Todos los resultados obtenidos con el test F utilizado permanecieron significativos al ser sometidos de nuevo a un test conservador F. Se eligió 0'01 como nivel de significación.

El principal resultado del análisis fue que el factor "condi-

ciones experimentales" no tuvo un efecto significativo. En otras palabras, el hecho de que las calculadoras fueran o no utilizadas, no evidenció alguna diferencia significativa desde el punto de vista estadístico, en el rendimiento de los grupos sometidos a los tests.

Por otra parte, el factor test tuvo un efecto significativo, es decir, el rendimiento de los alumnos sometidos a ellos creció con el tiempo, lo que no constituye evidentemente un resultado sorprendente. Además, fue también significativa la influencia del factor clase, lo que revela que el profesor tuvo una influencia mucho mayor sobre los alumnos que el tratamiento experimental.

Aunque en principio no se formuló específicamente hipótesis alguna sobre el rendimiento según el sexo, se consideró inmediatamente interesante realizar un test centrado en esta variable. En esta ocasión los factores estudiados fueron: el factor test (fijo y repetido), el factor condiciones experimentales (fijo) y el factor sexo (fijo). No se encontró ninguna diferencia significativa ($\alpha = 0.01$) en cuanto al sexo y ninguna interacción significativa entre el sexo y las condiciones experimentales.

Conclusión

Nuestra experiencia indica que la utilización en clase de la calculadora de bolsillo no perjudica el rendimiento de los alumnos, en los niveles 5^o y 6^o, en cuanto al cálculo numérico.

Somos conscientes del hecho evidenciado por D.M. Roberts (10) de que este género de estudio tiene una orientación más bien negativa: "antes que examinar los resultados potencialmente positivos, se fija la atención en demostrar la ausencia de efectos negativos. Sin embargo, parece más realista presuponer que las calculadoras pueden tener más efectos positivos que negativos. Si es aquella la hipótesis de trabajo, entonces el permitir el uso de la calculadora en el test efectuado parece ser la estrategia más útil de la experiencia".

Reconocemos esto. Pero, en el momento en que esta experiencia fue encauzada, creímos necesario establecer, sobre todo, el hecho de que -

las calculadoras no tienen un efecto nocivo sobre el rendimiento de los alumnos, y esto mediante un estudio longitudinal bien hecho... En el curso de los últimos años, un cierto número de investigadores han efectuado trabajos con una orientación más positiva, con el objeto de poner en evidencia determinados efectos potenciales positivos del empleo de la calculadora, en el sentido de Roberts.

Notas y bibliografía

(1) "Preliminary results of a long term study conducted in - Quebec", con ocasión de un coloquio sobre el tema "The Calculator in the Classroom: Recent Research", organizado por SIG/RME/AERA y RAC/NCTM el 12 y 13 de abril de 1983.

(2) "Les calculatrices nuisent elles au rendement en calcul?" (Congreso del APAME-Sherbrooke, 15 de mayo de 1983.)

(3) "Effets de l'utilisation de calculatrices sur le rendement en mathématique des élèves de la fin du primaire" (51^o Congreso del ACFAS-Trois Rivières, 26 de mayo de 1983)

(4) "Results of a two years study about the effects of calculators on achievement in 5th and 6th grades" (Encuentro internacional - del Grupo "Psychology of Mathematical Education" (North American Chapter), Montreal, 29 sept. a 1 octubre 1983 - Actas, vol. II, ps. 288/294)

(5) "Qu'est ce que nous apprend la recherche sur l'utilisation des calculatrices au primaire" (Sesión de estudio organizada por APAME en Ste Foy, del 15 al 17 de noviembre de 1983)

(6) Cfr. Suydam M.N. - "The Use of Calculators in Pre College Education: A State of the Art Review" - Columbus, Ohio: Calculator Information Center, May 1979.

(7) Cfr. Wheatley G.H. & Shumway R.J. - "Impact of Calculators in Elementary School Mathematics. Final Report" - ERIC Reproduction Service, N^o ED 175720, July 1979.

(8) Cfr. Suydam M.N. - "Investigations with Calculators: Abstracts and Critical Analysis of Research" - Columbus, Ohio: Calculator Information Center, January 1979.

(9) Cfr. Pankhurst S. - "Hand Held Calculators in the Classroom: A Review of the Research" - ERIC Reproduction Service, N^o ED200416, 1979.

(10) Cfr. Roberts D.M. - "The impact of Electronic Calculators on Educational Performance" - Review of Educational Research, Spring 1980 Vol. 50, N^o 1.

(11) Los autores han querido desarrollar contemporáneamente un estudio exploratorio sobre los efectos que pueda tener el empleo de la calculadora en cuanto a la habilidad de los alumnos para estimar resultados numéricos, resolver ciertos problemas con datos superfluos o incompletos y proceder por tentativas y errores a la resolución de ciertos problemas aritméticos. Los resultados relativos a este objetivo secundario serán presentados por separado y seguidamente.

(12) Se toma la clase como unidad, no el alumno.

(13) Y también el secundario explicitado en la nota (11)

N.B. El informe completo será publicado en 1984 y podrá ser solicitado directamente a los autores.

(Al cuidado de Sitia y F. Blezza)

. Por razones de espacio, reservamos para NUMEROS, 16 la última parte de este trabajo : La Didáctica de la Matemática como disciplina científica naciente.