

EL IMPACTO DE LAS CALCULADORAS DE BOLSILLO EN LA EDUCACION CIENTIFICA Y EN PARTICULAR
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS*

Por Ubiratan D'Ambrosio

La mayor parte de las objeciones que se han hecho al uso de las calculadoras de bolsillo en las escuelas pueden ser agrupadas en tres puntos básicos:

1. La calculadora de bolsillo va a bloquear el raciocinio y a convertir a los individuos en mentalmente lentos.
2. El uso de la calculadora de bolsillo tornará a los individuos dependientes de la máquina y su ausencia será un impedimento para las necesidades diarias.
3. La calculadora de bolsillo va a aumentar la diferencia entre ricos y pobres y entre países desarrollados y subdesarrollados.

Esta conferencia se va a ocupar principalmente de las cuestiones que se derivan de estos tres puntos básicos. Sin duda, éstos son puntos fundamentales que pueden ser insertados en la categoría tan importante de los "por qué" en educación. Otra cuestión obviamente resultante de ésta que acabamos de mencionar son los "cómo" en la educación. Nosotros vamos sólo a tocar brevemente la cuestión de "cómo" utilizar las calculadoras de bolsillo. La cuestión "por qué" utilizar las calculadoras de bolsillo, depende mucho de consideraciones filosóficas, relacionadas con los objetivos y metas generales de la educación Matemática, y la filosofía que nos orienta en esta conferencia es la misma que fue adoptada en el trabajo presentado en el Tercer Congreso Internacional de Educación Matemática, realizado en Karlsruhe, Alemania, en agosto de 1976 y que será publicado como un capítulo del volumen "Nue-

*Conferencia pronunciada en el Primer Congreso Internacional de la Asociación Nacional de Profesores de Matemática, Toluca, México, Febrero 1978. Reproducido del Boletín Informativo ICMI-CIAEM, No. 6, Marzo 1978, con autorización del Editor.

vas Tendencias de la Educación Matemática IV", por la UNESCO. La cuestión de "cómo" utilizar las calculadoras de bolsillo, es asunto de mucha investigación aún en proceso, y obviamente tiene un carácter dinámico dependiendo de la filosofía de la educación que se adopte, en particular de la filosofía de la Educación Matemática y de las metas de la sociedad en que esa Educación se realiza, así como depende de los avances recientes de la tecnología. Aunque no profundizamos en esta parte, vamos a dar algunos ejemplos específicos del uso de las calculadoras de bolsillo, y hacer referencia a algunos proyectos en marcha.

Vamos inicialmente a discutir las cuestiones 1 y 2 antes indicadas y que están íntimamente relacionadas. Un colega mío, cierta vez me dijo: "Si un niño olvidara su calculadora en su casa, es lo mismo que si olvidara su cabeza". Como paso preliminar quiero aclarar que ésta no es la concepción que yo tengo del poder y potencial de la mente de un niño. En verdad, ¿qué podemos decir del poder y funcionamiento de la mente infantil? Sin entrar en detalles y discusiones largas sobre el proceso de aprendizaje y el proceso de creatividad, podemos brevemente decir que las calculadoras reproducen de una manera muy poco sofisticada y muy rudimentaria algunas operaciones básicas del cerebro. Hay ejemplos de invenciones que, en un sentido semejante a lo que hoy vemos en el caso de la calculadora de bolsillo, han causado enorme impacto y reacción en la sociedad en que estas invenciones han surgido. Se puede dar el ejemplo de la invención de la escritura. conforme lo describe magníficamente Platón en su diálogo "Phaedrus", donde la reacción contra esta invención peligrosa, en el decir del dios-rey egipcio tradicional y conservador, podría traer una total pérdida de memoria al ciudadano que la adoptase. Tal vez el ejemplo más interesante desde el punto de vista de reacción a las máquinas, sea el descrito en los trabajos y la correspondencia de Leibniz con relación a su esfuerzo en la búsqueda de una máquina de calcular.

En verdad, el concepto de operaciones en Matemáticas es un hecho reciente, consecuencia directa de la invención de los números arábigos, que de ningún modo representan la esencia de las Matemáticas. Su inclusión en los cursos de estudios generales, como son los cursos primarios y secundarios, es todavía muy reciente, como fue ampliamente discutido en el trabajo mencionado arriba, presentado al Congreso de Karlsruhe. Por largo tiempo la manipulación de operaciones fue considerada una habilidad puramente mecánica, hecha con auxilio de instrumentos (ábacos), o con los dedos de las manos, y sólo recientemente fue sustituido por la utilización esencialmente mecánica de los números arábigos y la notación posicional.

En otras palabras, esto es una mera mecanización de las estructuras sobre las cuales reposa el cálculo aritmético. Esta mecanización, hecha sin ninguna crítica a nivel de la escuela, es tan mecanizada como la utilización de una máquina y es mucho menos eficaz.

En verdad, consideraciones cuantitativas con precisión hasta las unidades, sólo se verifican a nivel de los niños cuando se habla de números de dos o al máximo de tres dígitos y están muchas veces íntimamente ligadas con atributos cualitativos. Las consideraciones lingüísticas sobre este tema son de particular importancia y cabe mencionar los trabajos recientes sobre los "quipus" incaicos, desarrollados por Marcia y Robert Ascher, en los que se verifica que en un discurso el concepto cuantitativo está íntimamente ligado al concepto cualitativo, y es en ese nivel que se sitúa la utilización de los números en las escuelas de primera enseñanza. Nuestra tendencia en concordar fuertemente con la descripción de Matemática que dio René Thom, donde se afirma que es un lenguaje para describir la realidad, más fino que el lenguaje natural.

Como mencionamos anteriormente, investigaciones antropológicas refuerzan el punto de vista de que los números son nada más que auxiliares en una descrip-

ción de la realidad. Por ejemplo, tal vez ningún niño tenga la posibilidad de intuir lo que son números del orden de millones y ni siquiera millares, y sin embargo hace operaciones con esos números mecánicamente, de la misma manera que lo podría hacer con el auxilio de una máquina. Cuando alguien necesita números de este orden de grandeza, lo que ocurre en casos muy específicos de actividad técnica o científica, trata con esos números con medios mecánicos o con equipos electrónicos recientes y sólo entonces, la utilización de tales números encuentra su verdadera importancia en cálculos de precisión.

Por otro lado, la capacidad extremadamente importante de una buena evaluación cuantitativa que se alcanza con una cierta madurez, es difícilmente llevada a la perceptividad de los niños en el sistema escolar, y en verdad esta percepción cuantitativa, esto es, de orden de magnitud, es aquella que a partir de números de tres dígitos, prevalece en importancia para las utilidades de las Matemáticas en la vida diaria. En las utilidades de Matemáticas, tales como una compra, por ejemplo, en las operaciones que se efectúan en supermercados, difícilmente se utiliza hoy en día la regla de cálculo. Casi todas las organizaciones comerciales, incluso en las regiones pobres, poseen una caja registradora que es automáticamente una máquina de calcular.

Sería innecesario enfatizar hasta dónde la enseñanza de la Matemática ha sido ineficaz en todos los países, en el sentido de dar a los alumnos una buena capacidad para realizar operaciones aritméticas, lo que es en realidad casi íntegramente inútil en el contexto del hombre común. Algunos tests realizados en ambientes razonablemente educados, nos muestran que adultos de gran éxito profesional, tienen un nivel de conocimiento Matemático que difícilmente les permite realizar las cuatro operaciones elementales, lo que no resta en lo absoluto poder de raciocinio y éxito profesional en sus varias especialidades, mu-

chas veces utilizando conceptos cuantitativos. En resumen, mi opinión es que la capacidad operacional de trabajar con números es un hecho reciente en la Educación Matemática y de ningún modo representa lo que se podría considerar el objetivo más importante de esa Educación. El desarrollo de la capacidad operacional ha ocupado tradicionalmente la mayor parte del tiempo dedicado a la enseñanza de la Matemática, en detrimento de una enseñanza más dirigida al raciocinio, a la utilización de conceptos y a la capacidad de matematizar una situación real que, desde el nivel de niños, debería ser buscada como el objetivo más importante de la Educación Matemática.

Tal capacidad de matematizar una situación es lo que va a permitir a nuestros niños dar un paso en dirección a la ciencia y a la tecnología, tan necesarias para nuestro desarrollo.

Vamos entonces a discutir la segunda de las cuestiones mencionadas al inicio en la que se procura cuestionar hasta dónde un niño va a depender de la máquina, y hasta dónde la falta de la máquina puede ser un impedimento para desempeñar adecuadamente sus funciones en la sociedad y como individuo. Creo que el argumento utilizado por Platón es muy convincente y podría ser reproducido íntegramente para responder la cuestión sobre la dependencia de la máquina. Me gustaría también mencionar el hecho muy interesante de que las leyes en Florencia al final del siglo XIII prohibieron el uso de los números arábigos y las operaciones con los mismos, con argumentos semejantes a aquéllos que se esgrimen hoy día contra la utilización de las máquinas de calcular. Yo mismo, como muchos de los presentes, me acuerdo que cuando surgieron los bolígrafos, su uso fue prohibido en las escuelas, con el argumento de que un niño que los utilizase jamás sería capaz de escribir con una caligrafía legible. Probablemente, cuando el reloj de pulso fue inventado, mucha gente objetó su uso diciendo que cuando el re-

loj de pulso estuviese roto el individuo sería incapaz de distinguir si era de día o de noche. En verdad, lo viejo siempre rechaza lo nuevo. El rechazo tal vez es la fuerza más activa contra cambios y contra la dinámica que debe prevalecer necesariamente en el proceso educativo. En nuestra discusión relativa a las operaciones de conteo que realizamos a diario, podemos decir que es similar al problema de la precisión relativo a la medición del tiempo, para la cual disponemos de instrumentos cada vez más sofisticados. Lo que necesitamos es la destreza para medir aproximadamente las horas del día, la cual puede adquirirse con extrema facilidad mediante la utilización repetida del reloj. Del mismo modo vimos la posibilidad de evaluación de resultados de operaciones con los números, cómo surgen más o menos naturalmente a partir de la utilización repetida de un proceso mecánico de operación, sea este proceso las reglas de cálculos, sea la máquina de calcular, sin duda, mucho más eficientemente con este último. Además, el problema que surge con la dependencia de los individuos de las máquinas será fuertemente disminuido por la existencia de máquinas a precios muy bajos como ya está sucediendo y que nos hace prever en el futuro próximo una máquina desechable con precio comparable a una pluma o un cuaderno.

Llegamos ahora al punto importante de cómo las calculadoras de bolsillo tienen influencia en el desequilibrio social que prevalece en la mayoría de nuestros países y que parece resistir a todos los esfuerzos de nuestros sistemas educativos. Debemos también hacer algunas consideraciones desde el punto de vista del desequilibrio mundial, resultante de los diferentes grados de desarrollo en que se encuentran los países. En ambos casos, tanto en el desequilibrio social interno de los países, como en el desequilibrio global del mundo entre aquéllos que poseen y aquéllos que no poseen, la única posibilidad de obtener un equilibrio es por la eliminación de las grandes diferencias entre la disponibilidad

de equipos y la habilidad para el manejo de los mismos. En otras palabras, es sólo a través de un mejor equilibrio en la distribución de la capacidad de utilización de ciencia y tecnología avanzadas, que el desequilibrio podrá ser superado. Esta es la motivación responsable de la existencia de los programas de entrenamiento y capacitación que encontramos en todos nuestros países, y ésta fue también la motivación que posibilitó la creación de todo un sistema escolar por la aristocracia decayente, con la finalidad de enfrentar el desafío propuesto por el entrenamiento de los obreros en las asociaciones profesionales durante los primeros tiempos de la revolución industrial. En verdad, es esa misma motivación la que hacen los países subdesarrollados al invertir gran parte de sus recursos humanos y materiales en educación. El objetivo de todos los programas educativos que conocemos es la preparación de generaciones para la competencia futura, con habilidades e instrumentos adecuados. Esa competencia comprendida en su aspecto más global y amplio es la meta final de una sociedad en evolución en su concepción más plena. Sea una familia de clase baja, con esperanza de que sus niños tendrán mejor oportunidad profesional, sea un país subdesarrollado procurando prepararse para en el futuro comercializar y entrar en negociaciones con países desarrollados en circunstancias más dignas que las actuales. En ambos casos es necesario que la familia o país que acepte el desafío esté perfectamente preparado para lidiar con la estructura establecida, y si no estuviera plenamente preparado no podría enfrentar adecuadamente las situaciones creadas. Por el rechazo de llevar la Educación a un nivel más sofisticado, con el argumento de que esto cuesta más y que nosotros no estamos preparados para eso, las clases socialmente menos privilegiadas y los países menos desarrollados perpetuarán, a través de su propio sistema educativo, el "status quo" que estamos tan empeñados en cambiar. El poder opresivo de la creencia en la existencia de cerebros electrónicos, es mucho más fuerte -

que todos los costos resultantes del aprendizaje de que no existen esos cerebros. Probablemente, el jovencito en una pequeña comunidad inca, que después de mucho esfuerzo para aprender a hacer aritmética con lápiz y papel sale en busca de un empleo en la ciudad, cuando ve al jefe apretando botones y sacando resultados de aquéllas máquinas misteriosas, va a experimentar la misma sensación de angustia que sus ancestros guerreros sintieron al enfrentar los complejos armados que eran los españoles sobre caballos. Estos eran mirados como algo poderoso, indestructibles, así como las máquinas electrónicas son miradas como máquinas pensantes por el pobre jovencito que no aprendió más que a manejar ineficazmente su lápiz para hacer sus cálculos. El cuadro para la opresión del jovencito por algo que él no comprende y que juzga sobrenatural está preparado.

La introducción de las calculadoras de bolsillo en el sistema escolar es mucho más una cuestión de actitud, y la reacción a su utilización debe ser enfrentada. Esto se facilitaría si se permitiera que la calculadora de bolsillo se utilizara en el sistema escolar sin necesidad de forzar esa utilización. Muchas estrategias pueden ser adoptadas y una que me parece eficaz es llevar las calculadoras de bolsillo al nivel del entrenamiento de profesores a través de cursos de Modelos Matemáticos. Para una discusión más detallada sobre ese aspecto referimos al lector algunos artículos nuestros, publicados en el Boletín Do Grupo Columni de Estudos Matemáticos, de Belo Horizonte, Brasil, en 1977; en la revista Contacto, publicada por la Cesgranrio (Río de Janeiro, Brasil), también en 1977, donde son presentados varios ejemplos de estrategias que pueden ser adoptadas para hacer que el futuro profesor se familiarice con el potencial de una calculadora de bolsillo. De este modo, la máquina puede ser llevada a tornarse en un compañero del individuo que está empeñado en realizar operaciones aritméticas en la

vida diaria y que de otro modo serían trabajosas, fatigantes e ineficientes. En otras palabras, la máquina aparece como un recurso a la disposición del usuario, siempre y cuando él sienta que la máquina puede serle de utilidad. Una vez liberado el profesor de prejuicios y miedo de que la máquina pueda arruinar mentes, la aceptación del instrumento como un compañero en las prácticas diarias, será transmitida a los niños. Al mismo tiempo, debe procurarse alguna evidencia de que la utilización de las máquinas de calcular como instrumento de enseñanza en las escuelas, es un factor importante en la educación. Muchos proyectos están en desarrollo en el Instituto de Matemática, Estadística y Ciencia de Computación de la Universidad Estatal de Campinas, Brasil, a través de un proyecto conjunto de la Organización de los Estados Americanos y del Ministerio de Educación y Cultura de Brasil. Mientras el material curricular y programático no sea específicamente preparado para la utilización de las máquinas, los proyectos procuran dar una serie de informaciones, permitiendo analizar la capacidad de los niños para reaccionar ante el mundo que le rodea cuando se les da la posibilidad de utilizar rápidamente cálculo numérico. El desarrollo de un sentido para la estadística, para Modelos Matemáticos, y lo mismo para un análisis cuantitativo y cualitativo de su ambiente ecológico, ciertamente resultará en una capacidad hasta el momento inexistente para la percepción de la naturaleza por los niños. En particular, cuando se habla de Modelos Matemáticos, la utilización de la calculadora de bolsillo podrá colaborar fuertemente para cerrar la distancia que existe entre Matemática y aplicaciones, o sea Matemática y el mundo real, en una etapa bien elemental y temprana de la escolaridad.

Conceptos de cálculo diferencial integral, tales como: límites, derivadas, aproximaciones y cálculo de áreas, encuentran mediante la utilización de las calculadoras de bolsillo, un vehículo natural para aplicaciones más inmediatas. La

construcción de modelos, antiguamente restringida apenas a Matemática Finita, tiene ahora la posibilidad de alcanzar por medio de manipulaciones numéricas con las máquinas, el análisis de fenómenos continuos. Algunos ejemplos elementales son discutidos en los trabajos mencionados arriba. Además, lo que se llama la "Heurística de George Pólya" puede encontrar ahora con la utilización de las máquinas de calcular, un sentido que previamente se podría decir imposible de ser alcanzado a nivel escolar. El proceso de mentalización, esto es, la traducción de la realidad en un lenguaje formalizado, como por ejemplo, el lenguaje matemático y la solución de problemas reales a través de algoritmos matemáticos, puede ser realizado con la utilización de las máquinas de calcular, trayendo la posibilidad de iniciarse en la escuela elemental un proceso de abstracción matemática, a través de observación y modelaje de la naturaleza, de modo muy semejante a aquél que dio origen al nacimiento de la Geometría Euclídea. De este modo, la Matemática encontrará a través de la liberación de los niños de los niños de esfuerzos inútiles e ineficaces para el manejo de los números y de las operaciones, su verdadero origen de ciencia que procura traducir la realidad en un sistema abstracto y formal, y de esta manera obtener información más precisa sobre esa misma realidad, y con la finalidad de, conociéndola mejor, manejarla y utilizarla mejor para su beneficio y para una mejor calidad de vida para la humanidad.