

Sobre la importancia de la alfabetización informática

Angel Balderas Puga

Maestría en Docencia de las Matemáticas, Facultad de Ingeniería

Universitat Autònoma de Querétaro

México

balderas@sunserver.uaq.mx

Riassunto

In questo testo si presentano alcune idee riguardo all'integrazione dell'informatica nei sistemi educativi a partire da un'esperienza personale estensiva e intensiva nel settore dell'educazione matematica sia a livello universitario sia nella preparazione di docenti della scuola superiore. La discussione centrale ruota attorno al concetto di alfabetizzazione informatica, a partire dalla quale si danno alcuni elementi di analisi e si sottolineano alcune problematiche particolari.

Abstract

In this paper are discussed some ideas about the integration of information technology in education departing from an extensive and intensive personal experience on Mathematics Education at university level and in the field of training high school teachers. The central discussion is developed around the concept of information technology literacy from which are given some analysis elements as well as some particular problems are underlined.

Resumen

En este texto se presentan algunas ideas con respecto a la integración de la informática en los sistemas educativos a partir de una experiencia personal extensiva e intensiva en el sector de la educación matemática tanto a nivel universitario como en la capacitación de docentes del nivel medio superior. La discusión central se desarrolla alrededor del concepto de alfabetización informática a partir de la cual se dan algunos elementos de análisis así como se subrayan algunas problemáticas particulares.

Introducción

Nadie pone en duda la creciente importancia de la informática en la organización de casi todos los sectores de las sociedades contemporáneas lo que ha puesto a cada sector el problema de tener que estudiar y resolver los problemas específicos relativos a la *integración* en cada uno de los sectores de los valores profundos de la informática. Subrayamos: *integración* y *no*

sólo uso de la informática. Este proceso implica necesariamente un proceso de adaptación y de aprendizaje de este “nuevo” sector del conocimiento (nos referimos a la *integración de la informática* y no a la informática en general) en manera tal que la informática pueda ser incorporada como parte de nuestra cultura.

Desgraciadamente, para la mayoría de las personas, frecuentemente la informática se reduce a las computadoras personales. Sin embargo, hoy en día además de ellas, existen sofisticadas calculadoras, redes de computadoras, CBL (*Calculator Based Laboratory*), CBR (*Calculator Based Ranger*), palmares, proyectores para computadora, scanners y otros instrumentos informáticos a los que deben agregarse productos software tales como el correo electrónico, bs navegadores, los sitios web, los libros electrónicos, los OCR, etc., por lo que, como recomienda Breton (1987), se hace necesario construir una *cultura informática* que nos permita controlar integración antes señalada.

Desde hace años la informática se ha utilizado como instrumento auxiliar en diferentes procesos de enseñanza-aprendizaje que van desde la educación formal en todos los niveles hasta la capacitación de trabajadores en las empresas. El nivel de uso es muy variado y va desde la simple utilización como medio audiovisual (por ejemplo para sustituir al proyector de acetatos) o como máquina de escribir hasta el uso de software para el auto-aprendizaje, los sistemas expertos, el uso de instrumentos multimediales para la capacitación, etc. En muchas escuelas el equipamiento ha pasado de las viejas computadoras personales sin disco duro (que se usaban hace más de una década) hasta las supercomputadoras que se usan en algunas universidades.

La utilización del instrumento se halla también muy diferenciado: se va desde escuelas que disponen sólo de algunas máquinas disponibles para los docentes, hasta escuelas con aulas informáticas diseñadas especialmente para enseñar, proyectores de computadora, acceso a Internet para estudiantes y docentes, acceso a videoconferencias, etc.

Los maestros se hallan divididos en lo que respecta a la utilización de la informática, en los extremos hallamos a aquellos que la rechazan totalmente y a los militantes entusiastas, con muchas posiciones intermedias.

El mundo del trabajo y la ciencia

No todos los sectores de las sociedades han sufrido la influencia de la informática en la misma manera. Como señala Kissane (1999), es verdad que las tiendas, los bancos, las empresas y los mercados han sido influenciados

por las nuevas tecnologías informáticas, pero el impacto en las matemáticas, en la ciencia y en la ingeniería ha sido particularmente profundo dado que la computadora es hoy en día una parte indispensable tanto en los procesos de diseño y manufactura como en diferentes trabajos científicos y de ingeniería.

Las consecuencias son de tal profundidad que la directora de la NSF (*National Science Foundation*) de los Estados Unidos, Rita Colwell (2000) afirma que la informática está jugando un papel unificador en la investigación en diferentes ciencias dado que permite conectar entre sí diferentes campos del conocimiento y agrega que ningún campo de investigación quedará inmune a la explosión de la información y de la informática. Sin embargo, ella hace otra afirmación que consideramos muy importante, que es cuando dice que hasta hace poco la ciencia tenía dos componentes, la teoría y la experimentación, pero que hoy tiene un *tercer componente* «la simulación computacional, que relaciona a los otros dos» (p.16), Colwell hace referencia al crecimiento tanto de la complejidad como de la interdisciplinariedad de las cuestiones científicas y señala el caso específico de los complejos modelos matemáticos que se usan en Biología y en Ciencias Sociales. Presenta algunos ejemplos de entre los cuales queremos reportar uno que tiene relación con este texto, se refiere a la utilización de un software usado por astrónomos para distinguir un objeto celeste y que posteriormente es utilizado en mamografías para determinar con precisión un cristal calcificado que podría ser el inicio de un cáncer. Colwell termina la parte relativa a la relación contemporánea entre ciencia e informática afirmando que muchos éxitos científicos se lograrán sólo en la medida en la que existan progresos informáticos «necesitamos este poder computacional para poner todo junto: procesar una gran cantidad de datos, visualizar resultados y colaborar con otras personas» (p.17), frase que testimonia una nueva forma de trabajar en la ciencia hoy en día y que debería ser considerada por todos aquellos que están interesados en la didáctica de las matemáticas cuando se integran instrumentos informáticos.

Cultura informática y educación

Partiendo de la idea que es necesario incorporar la informática como parte de nuestra cultura, el desarrollo de una *cultura informática* en la escuela nos permitirá entender e influenciar las transformaciones que la misma integración induce en los procesos educativos tanto en la organización escolar como en las formas de trabajo, tanto en las formas de ser de cada uno de nosotros como en las formas de relacionarnos con nuestros objetos de estudio.

Como señala Barozzi (1995, p.7) «es inútil hacer finta que ciertos instrumentos no existan», posteriormente advierte «la presión del mundo del trabajo, de las familias, de los productores, etc. obligará incluso a los más reacios a tener en cuenta lo existente» para finalmente hacer una recomendación del todo compartible «es mejor preceder este movimiento y dirigirlo hacia objetivos correctos y no reductivos», aunque Barozzi se refiere a la educación matemática en particular, creemos que tanto advertencia como recomendación sean fácilmente extrapolables a todo el sector educativo.

Se sabe que no es un proceso sencillo y que incluso conlleva ciertos peligros implícitos pero la gran reflexión que se está haciendo en todo el mundo en relación a esta problemática nos puede llevar a clarificar muchos procesos en los cuales antes no se pensaba, por ejemplo, en Simone (2000) se describen formas de saber que, ingenuamente, se pensaba que habrían durado eternamente o en Scavetta (1992) donde se reflexiona en la práctica de la escritura manual a la luz de las nuevas formas de escritura electrónica.

Alfabetización

Como se sabe, en algunos países anglosajones se usa el término *literacy* que en cierta medida equivale a “saber leer y escribir”, es decir, a ser “alfabetizado”, *literacy* mantiene su conexión con literatura, es una idea profunda por lo que no sólo se refiere al saber leer y escribir. Al respecto puede consultarse Gal (1999a) en donde se hace referencia al proyecto internacional IALS (*International Adult Literacy Survey*) que sigue un marco de referencia establecido en estudios llevados a cabo en los Estados Unidos y en Canadá y en el cual se usan tres escalas de *literacy*: alfabetización de prosa, documental y cuantitativa en manera tal de volver operativa la concepción de *literacy*. De aquí en adelante nos referiremos a este término, las más de las veces, con la palabra *alfabetización*.

Numeracy

En el proyecto IALS se define la *alfabetización cuantitativa* (QL, acrónimo de *Quantitative Literacy*) de la siguiente manera: «El conocimiento y las destrezas necesarias para aplicar operaciones aritméticas, solas o en secuencia, a números que se hallan en materiales impresos (tales como hacer un balance, saber calcular una propina, completar una orden de pago, o determinar la cantidad de interés de un préstamo)» (Gal, 1999a, p.47).

El término *numeracy* fue introducido en el Reino Unido en 1959 en el

llamado Reporte Crowther y aunque ningún término en español expresa enteramente su significado; en inglés *numeracy* es un sustantivo construido a partir de la palabra *number*, número, de manera análoga a lo que se hace en español para el adjetivo *letrado* con la palabra *letra*.

El término expresa el conjunto de capacidades matemáticas (y no sólo numéricas) adquiridas por lo general en la escuela obligatoria, es decir mucho más de lo que se conoce como “hacer cuentas”, por lo que la idea de *numeracy* es mucho más profunda que la de QL, Noss (1999, p.7) reporta la definición original de *numeracy*: «...la comprensión de la aproximación científica al estudio de los fenómenos, observación, hipótesis, experimentación, verificación... la necesidad en el mundo moderno de pensar de manera cuantitativa, de entender cómo muchas veces nuestros problemas son problemas de medida aún cuando parecen problemas cualitativos».

Sin embargo Noss describe en su texto una paulatina pérdida del significado original, ejemplificando la situación con el hecho de que 20 años después de haber sido introducido el término la mayor parte de los integrantes de la Comisión Cockcroft usaban el término en el sentido restringido de "habilidad para efectuar operaciones aritméticas elementales" es decir, ¡un significado similar al de QL!, el mismo Noss describe los intentos por recuperar algo del sentido original del término, se remite a su texto para profundizar en la cuestión.

El debate no ha terminado, por ejemplo Gal (1999a, p.49) desarrolla una definición propia de *numeracy* con base en un punto de vista apoyado en varios niveles, en el más abstracto o general de los cuales la define de la siguiente manera: «El conocimiento y las destrezas necesarias para manejar de manera efectiva las demandas matemáticas de diversas situaciones» que, como se puede observar, se trata de una definición mucho más amplia que la de la QL y un intento por otorgar al término parte de su profundidad original.

Más allá de la cuestión de la definición de este tipo de términos, surge el problema tanto de la operatividad (véase, por ejemplo el intento de Frankenstein (1989) de proporcionar una alternativa *numeracy* a la que predominaba en ese tiempo) como de los resultados.

En otro artículo Gal regresa sobre la cuestión de la QL (Gal, 1999b) para afirmar que con base en información comparada llevada a cabo por la OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) de Canadá en 1997, se ha observado que en muchos países las destrezas de los adultos que se refieren a la QL son menores de las expectativas y que aún más, estudios comparativos con estudiantes ya graduados demuestran que en

todo el mundo las destrezas matemáticas de la mayoría son inadecuadas, menciona específicamente el TIMMS (Third International Mathematics and Science Study) llevado a cabo por la IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Al respecto, se hace necesario resaltar que si esto sucede con la QL, las cosas se complican con respecto a la *numeracy* que tiene una connotación mucho más profunda.

Es necesario tomar en cuenta que en algunos países, por ejemplo en el Reino Unido, la *alfabetización* y la *numeracy* son destrezas *clave* para conseguir un empleo, lo que explica la promoción de investigaciones como la del School Curriculum and Assessment Authority (SCAA, 1997) para determinar las diferencias entre estas destrezas clave que se enseñan en las escuelas con las que se piden en los empleos.

Alfabetización informática

Conceptos similares se han aplicado también a algunas ramas de las matemáticas. Se habla así de destrezas en *statistical literacy* (*alfabetización estadística*) para referirse, por ejemplo, a las habilidades necesarias para poder leer de manera crítica un artículo periodístico que contenga muchas estadísticas (Gal, 1999b); o de *graphicacy*, término introducido a finales de los años 60 por dos cartógrafos para describir las destrezas intelectuales necesarias para la comunicación de relaciones que no pueden ser comunicadas únicamente mediante la palabra o mediante expresiones matemáticas, lo que implica la habilidad de comunicar visualmente (Dunkels, 1999); o aún más, de destrezas en *academic literacy* (*alfabetización académica*) como en Coutis, Farrell & Pettet (1999).

Hasta ahora *literacy* y *numeracy* han estado en la base de la escuela obligatoria, lo que sería español y matemáticas en nuestras escuelas básicas (tanto primarias como secundarias), sin embargo, es sintomático que comienza a abrirse espacio otra necesidad básica: la *information technology literacy*, es decir, la *alfabetización informática*.

Un ejemplo lo tenemos en el Proyecto internacional ILSS (*International Life Skills Survey*) planeado para el año 2002, que forma parte del proyecto más amplio IALS mencionado en párrafos anteriores. Se trata del examen comparativo más grande del mundo acerca de la alfabetización adulta y en el que en su primera fase participaron 7 países, incluyendo Estados Unidos, Canadá, Alemania y Holanda. Ahora en una futura segunda fase no sólo se medirán habilidades en los campos "clásicos" que incluyen la *literacy*, la *numeracy* y la solución de problemas sino que se habla de medir también habilidades en la *information technology literacy* (Gal, 1999).

Bottino et al. (1998) utilizan exactamente el término alfabetización informática para referirse al proceso iniciado con el PNI (Plan Nacional de Informática) italiano en 1985.

En referencia a un libro de Spender, Zevenbergen (1999, p.23) afirma: «así como la *literacy* fue la clave del poder en la era pre-industrial; y las matemáticas y la ciencia lo fueron en la era industrial; varios autores sostienen que la tecnología es la clave del poder en la era post-industrial» lo que nos permite vislumbrar la importancia del tema.

Ahora bien, todo parece indicar que la *alfabetización informática* es ya una necesidad. Con respecto a la definición, podemos decir que sino es fácil ponerse de acuerdo en definir y en volver operativos términos como *alfabetización* y *numeracy*, no es fácil tampoco ni definir ni volver operativo el término *alfabetización informática*.

Extrapolando parte de la definición de alfabetización *cuantitativa* del IALS se podría hablar de una *alfabetización informática cuantitativa* "El conocimiento y las destrezas necesarias para aplicar *operaciones informáticas*, solas o en secuencia, a *archivos electrónicos* (tales como *escribir un texto*, saber usar una *hoja de cálculo electrónico*, *copiar información de una computadora a otra*, enviar un *e-mail*, hacer una *búsqueda en Internet*, ...". Como indica Kissane (2000), las *herramientas informáticas* más utilizadas en ciertas escuelas hasta los años 80 eran básicamente tres: un procesador de textos, una hoja de cálculo electrónico y una base de datos, aunque hoy se usan también programas para dibujar y programas de telecomunicación.

Pero así como *numeracy* es mucho más que tener habilidad con los números, la alfabetización informática es mucho más que tener habilidad con la información electrónica o que "usar" un determinado número de paquetes computacionales, es un concepto más cercano al de *cultura informática* de Breton (1987).

Extrapolando la definición original de *numeracy* se podría decir: "...la comprensión de la *aproximación computacional* al estudio de los fenómenos, observación, hipótesis, experimentación, verificación... la necesidad en el mundo moderno de pensar de manera *informática*, de entender cómo muchas veces nuestros problemas son problemas *informáticos* aún cuando parecen problemas cuantitativos o cualitativos", o la definición de *numeracy* de Gal: "El conocimiento y las destrezas necesarias para manejar de manera efectiva las *demandas informáticas* de diversas situaciones".

El problema de la definición no es trivial ya que ésta debe ser

construida en manera tal que luego pueda volverse operativa, que se puedan aplicar estrategias de implementación, que se puedan confrontar resultados, etc.

Interdependencia entre literacy y numeracy

Una cuestión delicada ha sido mostrada por el propio Gal en un tercer trabajo (Gal, 1999c). Se refiere al hecho de que en muchos casos *alfabetización y numeracy* operan de una manera íntegra y que incluso pueden ser *interdependientes*, cuestión que Laborde evidenció también hace algunos años (Laborde, 1990).

Desde nuestro punto de vista resulta evidente que en la medida en que continúe el proceso de integración de la informática en el sector educativo se incrementará la interdependencia entre alfabetización informática y *literacy*, así como entre *numeracy* y alfabetización informática como se resaltarán en los capítulos posteriores, por ahora basta pensar que han aparecido metodologías para enseñar a leer y a escribir *usando un procesador de textos*, otras para procesar información *usando hojas electrónicas* y naturalmente, otras para enseñar matemáticas *usando software específico*.

Como señala Colwell (2000, p.18) cuando habla de *la fractura digital* «la mayoría de nosotros cree en el poder de la computación para proporcionarnos la más democrática revolución en la *literacy* y en la *numeracy* que el mundo haya conocido».

La alfabetización informática en el sector educativo

Debe aún hacerse una historia de los procesos de alfabetización informática en el mundo escolar. Sin embargo, es posible observar que se trata de procesos graduales que se manifestaron originalmente en la educación matemática a nivel universitario en todas aquellas áreas que se sirven directamente de los desarrollos informáticos, áreas como las matemáticas, la física, la electrónica, las diferentes ingenierías, etc., en el caso de la educación matemática pasó del nivel universitario al nivel medio superior entrando a través de aquellos temas, como el Cálculo, que están en relación directa con las áreas mencionadas líneas arriba, hasta, finalmente, llegar a todos los niveles escolares, incluido el preescolar. En este caso nos estamos refiriendo a la educación matemática en un sentido más amplio y no sólo en el sentido formal, por ejemplo; aplicaciones de la computadora en la didáctica se remontan a la segunda mitad de los años 50, el tiempo de la "instrucción programada" (Bottino et al., 1998), es decir, habían comenzado ya desde la "primera informática" en el sentido de Breton (1987); las hojas

de cálculo electrónico fueron inventadas en los años 70 como herramientas de cálculo en los negocios, principalmente para cálculos financieros, sin embargo, su uso en escuelas secundarias era ya evidente en 1980, especialmente en las áreas educativas ligadas a la computación (Kissane, 2000).

Es muy factible que de la educación matemática se halla pasado a otros sectores educativos y no viceversa, se requeriría escribir una historia al respecto pero la situación puede ser ejemplificada adecuadamente con el caso italiano: luego del PNI de 1985 que involucró sólo a maestros de las áreas científicas 7 años *después* se inició el Proyecto Red que involucró también a maestros de las áreas humanísticas (Bottino et al., 1998).

Las máquinas de cálculo

Breton (1987) hace un análisis interesante sobre el desarrollo de la informática a partir de tres dimensiones principales, diferentes pero complementarias: *las máquinas de cálculo, la automatización y la elaboración de la información.*

Con respecto a la primera dimensión señalada puede decirse que, con respecto a los cálculos matemáticos, las computadoras han pasado por las siguientes etapas: al inicio sólo podían realizar cálculos numéricos, más adelante tenían posibilidades de graficación, más tarde vino el cálculo simbólico, y a finales del S. XX hay tendencias de automatizar incluso algunas demostraciones matemáticas.

Aunque es necesario aclarar que cuando se habla de máquinas de cálculo no debemos entender sólo computadoras sino también las calculadoras de bolsillo, que a su vez han pasado por las siguientes etapas: al inicio sólo podían realizar cálculos numéricos, luego comenzaron a aparecer calculadoras programables, más tarde las calculadoras con posibilidad de graficación, y ahora también con posibilidad de cálculos algebraicos, para tener un panorama general con respecto al desarrollo de las calculadoras se recomienda la lectura de un documento preparado por Kissane (1995) para la Secondary Education Authority de Australia en donde se describen tanto aspectos técnicos (compañías productoras, modelos, precios, etc.) como didácticos (fundamentalmente el impacto en el currículum y consecuencias de su uso en los exámenes).

Desde el inicio se comenzaron a estudiar diferentes problemas didácticos ligados al uso de este tipo de instrumentos en la escuela y como señala Dunham (1999), este tipo de estudios ha ya cumplido los 30 años de edad.

Las otras dimensiones de la informática

Con respecto a las otras dos dimensiones propuestas por Breton, podemos señalar que se han intentado diferentes recorridos (no sólo en la educación matemática):

- 1) El primero y también *el más débil* era el desarrollo de *software como entidad aislada*. En algunos casos el software era casi independiente de su aplicación educativa por lo que participaban únicamente los programadores, en otros casos, bastaba presentar un conjunto de pantallas con información secuencial según el orden de presentación de la materia y se *suponía* que el alumno estudiaba toda la información y que por lo tanto *aprendía*. Mientras tanto se ha visto que *este uso no es relevante* y que, es más, requiere una gran cantidad de recursos.
- 2) Las cuestiones más interesantes desde el punto de vista educativo emergen más tarde, con la elaboración de sistemas de información (que incluyen el software) que tienen objetivos educativos específicos y por lo tanto productos que conciben la articulación de algunos componentes fundamentales como (Morfin, 1997):
 - **los algoritmos** que contienen todos los procedimientos internos necesarios para elaborar y representar la información de manera *pertinente, necesaria y suficiente*;
 - **los sujetos** que producen la información y los sujetos a los que está dirigida esa información;
 - **los métodos**, las actividades y los procedimientos que hacen posible una *interpretación significativa* de la información y sobre todo un *uso adecuado*.

Como ejemplos podemos citar: el proyecto *Cabri-Géomètre*, concebido como un resultado de investigación en la Universidad Joseph Fourier de Grenoble y en el CNRS (Consejo Nacional de la Investigación Científica) francés por un grupo de trabajo interdisciplinario en que incluía además de los programadores, también matemáticos, expertos en didáctica de las matemáticas y docentes (Balacheff & Laborde, 1992); programas que usan técnicas de la inteligencia artificial con módulos que identifican el perfil del estudiante para seleccionar las estrategias de presentación, la cantidad de información y la complejidad de los problemas para aplicar al alumno; software que permite la exploración y la simulación; el desarrollo de lenguajes de programación con objetivos didácticos como LOGO o Pascal.

- 3) En continua convergencia y colaboración con el camino precedente

se encuentra el proceso de investigación, experimentación, divulgación y estudio de las posibles interacciones educativas que ofrece la informática y que debería consolidarse en un verdadero proceso de alfabetización informática.

En estas actividades participan docentes e investigadores e incluyen no sólo las *nuevas interacciones* posibles sino también el estudio de las *modificaciones de algunas de las viejas interacciones*. El énfasis de este punto de vista se pone en la metodología que articula los objetivos, los procesos, las personas, las relaciones y los productos educativos. Los desarrollos en esta dirección operan en tres ámbitos diferentes de interacción y la tendencia actual es la de incorporar en un solo instrumento informático los tres ámbitos:

- **Entre los sujetos.** Donde se subraya un trabajo de colaboración y donde la informática puede agregar nuevas y mejores posibilidades de comunicación *con intención didáctica* incluso en un amplio radio gracias al uso de redes de computadoras.
- **Entre el sujeto y la máquina.** Donde se desarrollan sistemas que permitan un trabajo más productivo y más semejante al modo natural de operar de las personas, donde los instrumentos informáticos se usan *a partir de necesidades específicas* (lo que simplifica también el proceso de aprendizaje de tales instrumentos) y donde estos instrumentos se convierten en *una parte natural* del ambiente de aprendizaje.
- **Entre el alumno y los saberes.** Donde se desarrollan ambientes de exploración, descubrimiento y simulación, como los señalados en Papert (1980) y en Papert (1993), que han llevado a la creación de *laboratorios virtuales* y de instrumentos para representar objetos y relaciones entre objetos en formas diferentes (por ejemplo, software de matemáticas tipo *CAS (Computer Algebra Systems)* que integra en la misma interfaz ambientes numérico, algebraico y gráfico.

Tutor, instrumento, tutee

Gjone (1999) argumenta que las funciones básicas de las computadoras en la educación se han mantenido igual en los últimos 40-50 años y que las categorías introducidas por Taylor (1980) aún describen dichas funciones: el uso de la computadora como *tutor*, como *herramienta* y como *tutee*, es decir, cuando la computadora toma el rol de aprendiz y sea el alumno o sea el maestro fungen como "tutor" de la máquina, caso normal en la escuela cuando se escribe un programa o cuando se diseñan "librerías" para un

programa específico. En efecto, el tipo de análisis basado en dichas categorías continúa apareciendo en la literatura especializada, véase al respecto el artículo de Postel sobre el software *MuPad* (Postel, 99).

La falta de una adecuada alfabetización informática tiene muchas consecuencias negativas y provoca ideas erróneas, sobretodo en aquellos que *no usan* en modo regular instrumentos informáticos. Por ejemplo, a partir de pensar sólo, de una manera ingenua, en la función de *tutor*, se puede argumentar que la "computadora lo hace todo" ya que el alumno sólo debe ejecutar los programas; si se piensa, ingenuamente, sólo en la función de *tutee* se puede justificar el no uso de la computadora dado que no se sabe programar; en fin si se piensa exclusivamente en la función de *herramienta*, dado que la computadora, en este caso, sirve para ahorrar tiempo en procesos rutinarios y tediosos se argumenta contra su uso porque sino "¿yo que enseño?".

Algunos problemas derivados de la difusión acelerada

Los procesos de alfabetización informática se hallan frente a muchos problemas que van desde la adquisición de infraestructura informática adecuada hasta la preparación de los docentes, cada uno de los cuales puede ser un tema de investigación, por ejemplo, para algunos problemas sobre el lenguaje se remire a Balderas (2001).

En esta sede queremos sólo remarcar que el número de personas involucradas en el uso y en la integración de la informática en la educación matemática refleja el desarrollo de la informática misma. Al inicio existían sólo pequeños grupos concentrados en las universidades pero hoy existen grupos consolidados en números siempre creciente. Este número se refleja también en el mundo escolar tanto materialmente como "virtualmente" por medio de infraestructuras informáticas, elaboración y difusión de software específico, uso y creación de librerías digitales, revistas especializadas, centros de investigación, propuestas específicas de integración en los diferentes niveles escolares, etc.

Lo anterior ha dado como resultado un número siempre creciente de usuarios, de usos múltiples y de aplicaciones diversas. Frente a estas perspectivas se presentan algunas preguntas clave:

- ¿por qué usar las nuevas tecnologías informáticas y de la comunicación en los procesos educativos?
- ¿usando estas posibilidades, cuáles serán las consecuencias?
- ¿con qué modalidades de uso? ¿dónde? ¿en qué momento? ¿cómo?

Las concepciones de uso de estas tecnologías en los procesos

educativos se modifican gradualmente como consecuencia de dos elementos sumamente dinámicos:

- el organizador de la mediación; sea docente, escuela, universidad o ministerio;
- las posibilidades tecnológicas del momento; que incluyen el hardware, el software y espacios adecuados.

Un ejemplo del primer elemento lo constituye el caso italiano donde la entrada de la informática en la escuela aumenta de manera significativa en 1985 como consecuencia del PNI antes nombrado, usando como “canal de entrada” a los docentes de las áreas científicas (Bottino et al., 1998).

Por experiencia personal sabemos de quejas contra el PNI por parte de muchos docentes del nivel medio superior que de un día a otro fueron *obligados* a enseñar informática sin un plan preciso de *integración*, por lo que, *dependiendo de las concepciones del mediador* se siguieron diferentes caminos: algunos “enseñaban programación” (aunque si nadie los había preparado con tal objetivo), otros enseñaban programas aplicativos, etc. Las autoridades escolares de acuerdo a *su concepción* impusieron que parte de las clases de matemáticas se destinaran a la enseñanza de la informática dando por descontado, ingenuamente, que el saber matemáticas *garantiza* el poder enseñar informática. Y aquí es adecuado recordar, como subraya D’Amore (1999), que la enseñanza no implica necesariamente el aprendizaje al interior de la matemática misma, pensemos si se pasa a otro campo del conocimiento. La concepción antes señalada refleja una idea de fe casi absoluta en una especie de transfer cognitivo de la matemática a la informática.

Un ejemplo del segundo elemento lo constituye el reglamento de exámenes en Francia en donde tanto en los exámenes regionales como en los nacionales se permite a los estudiantes de la secundaria el uso de calculadoras (con ciertas restricciones en cuanto a las dimensiones) (Artigue, 1997). Hasta el momento de la publicación del artículo de Artigue se permitían *todas* las calculadoras con sólo dos restricciones: que sus dimensiones no excediesen 21 ´ 15cm (p.167) y que funcionará de manera autónoma, restricciones dictadas *por las posibilidades tecnológicas del momento*.

Pero al menos desde noviembre de 1999 la CASIO había comercializado un “híbrido” entre calculadora y computadora, la CASSIOPEIA con las siguientes características: sistema operativo *Windows CE*, potentes funciones matemáticas desarrolladas por *Maple* y por *The Geometer's Sketchpad*, 16MB de RAM, comunicación con computadoras

más potentes, peso de poco más de 400 gramos y cerrada tiene dimensiones de 18,5ˆ9,4ˆ2,7cm [CASIO (30/11/99)], es decir, ¡satisfacen las especificaciones pedidas por el Ministerio! Si este “híbrido” parece exagerado, baste pensar que la misma compañía, en las mismas fechas, ofrecía su calculadora FX 2.0 con potencialidad CAS y dimensiones 17.8ˆ8.2ˆ1.95cm [CASIO (30/11/99)] y que la Texas Instruments ofrecía la TI-89 con potencialidades CAS e DGS (*Dynamic Geometry Software*) y dimensiones semejantes a las de la CASIO.

La informática tiene un carácter sumamente dinámico que “contamina” los sectores que toca y a los que les imprime parte de esta dinamicidad, característica que debe considerarse sino se quiere mantener un estado obsoleto de las cosas. El segundo ejemplo muestra como *sólo dos años después* un reglamento se vuelve *totalmente obsoleto* como consecuencia de las *posibilidades tecnológicas del momento*.

Observaciones finales: Integración y no sólo uso

En la literatura especializada en educación matemática se abren paso cada vez más frases del tipo “integración de la informática” y que lentamente sustituyen a frase del tipo “uso de la informática”. La distinción de los términos es *central* y no es para nada banal dado que refleja una jerarquía muy bien diferenciada entre el simple *uso* de un instrumento informático y el mucho más complejo *uso consciente e integrado* dentro de una problemática particular, con todas las implicaciones que esto conlleva. Por ejemplo Wurnig (1996) indica que en algunas escuelas preparatorias de Austria el hecho que desde 1971 se usen computadoras en la educación matemática *no implica* un proceso de *integración* de la informática. El título del artículo es bastante significativo “Desde el primer uso de la computadora hasta la integración de *Derive* en la enseñanza de la matemática”.

Desde nuestro punto de vista, en el sector de la educación matemática existen tres etapas bien diferenciadas, cada una de las cuales requiere *necesariamente* haber alcanzado las etapas precedentes:

1. *Uso* de la informática;
2. *Integración* de la informática en la *enseñanza*;
3. *Integración* de la informática en el *aprendizaje*.

Referencias bibliográficas

ARTIGUE M. (1997), Le logiciel ‘Derive’ comme revelateur de phenomenes didactiques lies a l’utilisation d’environnements informatiques pour l’apprentissage. *Educational Studies in Mathematics*, n. 33, 133-169.

- BALACHEFF N. & LABORDE J.M. (1992), Les recherches sur Cabri-Géomètre. *Séminaire de Didactique des Mathématiques*, DIDIREM, Université de Paris VII, 2 décembre.
- BALDERAS A. (2001), La metamorfosi della scrittura matematica, in D'Amore (ed.) *Atti del Convegno Incontri con la Matematica N. 15 "Didattica della Matematica e rinnovamento curricolare"* Castel San Pietro terme (in stampa).
- BAROZZI G (1995), Il ruolo dell'informatica nella didattica della Matematica. XV *Congresso dell'UMI*, Padova, 11-16 settembre.
- BOTTINO R.M., CARRARA P., CHIFARI A., OTTAVIANO S., PERSICO D. & SCIMECA S. (1998), Nuove tecnologie e formazione docenti. Sito web del CNR http://www.fi.cnr.it/hcap/italy/full/document/tec_doc.htm (13-02-98-17/03/00)
- BRETON P. (1987), *Histoire de l'informatique*. Paris, Éditions La Découverte. [Trad. it: *La storia dell'informática*. Bologna, Cappelli Editore, 1992].
- [CASIO] *CASIO Education* (27/06/00) http://www.casio.co.jp/edu_e
- COLWELL R. (2000), Information technology Ariadne's thread through the research and education labyrinth, *EDUCAUSE review*, May/June 2000, 15-18.
- COUTIS P.F., FARRELL T.W. & PETTET G.J. (1999), Improving Engineering Mathematics Education at Queensland University of Technology, in Spunde W. G., et al. (eds.), *Proceedings of the D'99 Symposium on Undergraduate Mathematics: The Challenge of Diversity*, The D'99 Committee, Toowoomba. 69-74.
- D'AMORE B. (1999), *Elementi de Didattica della Matematica*. Bologna, Pitagora Editrice.
- DUNHAM P.H. (1999), References for Calculator Research. *Texas Instruments Educational Resources* <http://www.ti.com/calc/docs/therole.htm> (07/06/00).
- DUNKELS A. (1999), Numbers, Shapes, and Statistics —Triad Towards Graphicacy in the Education of Primary School Teachers, in Rogerson A. (ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges, Issues and Approaches*, vol. III, El Cairo, 62-71.
- FRANKENSTEIN M. (1989), *Relearning Mathematics, A Different Third R - Radical Maths*. London, Free Association Books.
- GAL I. (1999a), Large scale assessment of functional mathematical skills: The International Life Skills Survey, in Rogerson A. (ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges, Issues and Approaches*, vol. III, El Cairo, 46-52.

- GAL I. (1999b), Empowerment and lifelong learning of numeracy skills, in Rogerson A. (ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges, Issues and Approaches*, vol. III, El Cairo, 39-45.
- GAL I. (1999c), Links between literacy and numeracy, in Wagner D. A., Street B. & Venezky R. L. (eds.), *Literacy: an international handbook*. Boulder, Colorado, Westview Press.
- GJONE G. (1999), "New math" for the 21st century, in Rogerson A. (ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges, Issues and Approaches*, vol. III, El Cairo, 11-15.
- KISSANE B. (1995), Graphics calculators in upper secondary courses. *Barry Kissane's Home Page*
<http://wwwstaff.murdoch.edu.au/~kissane/SEApaper.html>
 (23/03/00).
- KISSANE B. (1999), Technology for the 21st century: The case of the graphics calculator, in Rogerson A. (ed.), *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges, Issues and Approaches*, vol. I, El Cairo, 208-219.
- KISSANE B. (2000), Spreadsheets and mathematics education. *Barry Kissane's Home Page*
<http://wwwstaff.murdoch.edu.au/~kissane/spreadsheets.htm>
 (29/06/00).
- LABORDE C. (1990), Language and mathematics, en Nesher P. & Kilpatrick J. (eds.), *Mathematics and cognition*. New York, Cambridge University Press, 53-69.
- MORFIN F. (1997), Las nuevas tecnologías para el apoyo de los procesos educativos. *Mesa redonda virtual: internet y educación*. Lista ed_info@sunserver.uaq.mx, (6/11/97)
- NOSS R. (1999), *Nuevas culturas, nuevas Numeracy*. México, Grupo Editorial Iberoamérica. [publicato anche in italiano nel 1998 dalla Pitagora Editrice col nome Nuove culture, nuove Numeracy]
- PAPERT S. (1980), *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York, Basic Books.
- PAPERT S. (1993), *The children's Machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York, Harper Collins Publisher, Inc.
- POSTEL F. (1999), MuPAD as a Tool, Tutee and Tutor, *Proceedings of the ACDCA 5th Summer Academy*, Gösing, *Austrian Center for Didactics of Computer Algebra (ACDCA)*
<http://www.acdca.ac.at> (19/03/00).

- SCAA (1997), *Literacy and Numeracy in the Workplace*. School Curriculum and Assessment Authority.
- SCAVETTA D. (1992), *La metamorfosi della scrittura*. Firenze, La Nuova Italia.
- SIMONE R. (2000), *La Terza Fase (Forme de sapere que stiamo perdendo)*. Bari, Editori Laterza.
- TAYLOR R. (ed.) (1980), *The Computer in the School. Tutor, Tool, Tutee*. New York, Teachers College Press.
- [TEXAS] *Texas Instruments Calculators & Educational Solutions* (06/06/00)
<http://www.ti.com/calc/docs/calchome.html>
- WURNIG O (1996), From the first use of the computer up to the integration of DERIVE in the teaching of mathematics. *The International DERIVE Journal*, n. 1, 11-24.
- ZEVENBERGEN R. (1999), Equity in Tertiary Mathematics: Imaging a Future, in Spunde W. G., et al. (eds.), *Proceedings of the D'99 Symposium on Undergraduate Mathematics: The Challenge of Diversity*, The D'99 Committee, Toowoomba. 18-27.