

# LA EDUCACION Y EL COMPUTADOR PERSONAL PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Capitán de Corbeta CARLOS ENRIQUE ORTIZ RANGEL  
Ingeniero Naval Electrónico

La humanidad se prepara para recibir el Siglo XXI atiborrada de alta tecnología, eficaz, necesaria y ya en muchos casos, imprescindible para nuestro diario vivir. La electrónica aplicada ha hecho posible en muy corto tiempo, que por su conducto, nos encontremos rodeados de toda suerte de aparatos y ha sido uno de ellos en especial, el computador personal, el que ha hecho factible que nuestra generación enfrente una nueva revolución social: *La revolución de la información* y por su intermedio, *un nuevo requisito académico global: La segunda alfabetización.*

Pero está claro que ni los ingenieros, ni los militares, ni los científicos que el día 15 de febrero de 1946 asistían en la Universidad de Pennsylvania a la ceremonia de inauguración del ENIAC, primer computador electrónico de la historia, pensaron que alguna vez este pudiera llegar hasta el aula de clase. El computador, en las etapas

más significativas de su evolución, ha coincidido con los desarrollos más relevantes de las aplicaciones científicas siendo herramienta importante para la comprensión de fenómenos y situaciones antes no observables.

Hoy, un computador que supera substancialmente la capacidad del ENIAC, tiene el tamaño de un libro, se puede comprar fácilmente en muchas partes y por lo tanto, se encuentra al alcance de muchos, incluyendo institutos educativos, docentes y estudiantes.

Sin embargo, la educación asistida por computador no se ha diversificado tanto como se hubiera querido a pesar de la multimedia y las posibilidades asociadas con las que cuenta hoy día la informática y, muy contrario a los mejores pronósticos, se encuentra todavía alejada de las aulas de clase y en especial del personal docente. Hagamos un seguimiento de los diferentes entornos comprometidos en

el problema y saquemos nuestras propias conclusiones desde varios puntos de vista.

Según E. Durkeim, la educación es el conjunto de influencias que la naturaleza puede ejercer sobre la inteligencia y nuestra voluntad con el propósito de desarrollar, en cada individuo, toda la perfección de que es susceptible a fin de proyectarlo en una sociedad como elemento útil de la misma. Así se define, en forma general, uno de los procesos más importantes de nuestra vida en el cual participamos todos los que queremos intervenir ciertamente en nuestro destino con el firme propósito de participar activamente en nuestra superación y bienestar; por lo anterior, generalmente siempre existirá alguien que formule preguntas y muy seguramente en su medio, quien se las responda adecuadamente, explicando así porqué la educación ha sido, es y seguirá siendo, la mayor aspiración de los individuos dentro de cualquier sociedad civilizada.

*El aula de clase: tradición magistral...*



Así como el tablero y la tiza todavía nos continúan acompañando desde tiempos inmemoriales en el aula de clase, igualmente el proceso enseñanza-aprendizaje sigue llevándose a cabo genéricamente en forma presencial o magistral, en donde un profesor alecciona un grupo de alumnos en la búsqueda de una idea común que deberá fijarse en la memoria de los estudiantes de forma tal que, a partir del momento en que se adquirió dicho conocimiento, pueda utilizarse para el desarrollo de otros más.

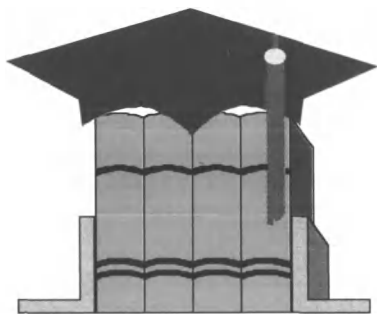
Pero ¿por qué entonces, si todo un grupo de estudiantes sale de un mismo punto de partida en dicho proceso de adquisición de conocimientos, no llegan en igualdad de condiciones al mismo punto de llegada?

Indiscutiblemente la parte orgánica y física del individuo como organismo vivo participa directamente del problema, teniendo en cuenta que la naturaleza no repite de manera ninguna, procesos biológicos exactamente iguales y por lo tanto nadie tiene las mismas capacidades cognitivas y de aprendizaje haciendo de cada individuo un ser único y diferente.

A lo anterior se suma el hecho de que el estudiante promedio no cuenta con la adecuada flexibilidad para la asimilación de las ideas en un aula de clase, en donde fácilmente podrán intervenir en el proceso enseñanza-aprendizaje hasta treinta y más alumnos y por lo tanto la lección estará encaminada a satisfacer a la minoría

teniendo en cuenta que, factores como la distracción, el aburrimiento, la ansiedad y la metodología entre otros, atrasan los progresos de la mayoría del grupo.

*El libro: fuente de conocimientos...*



El hombre desde tiempos remotos, ha plasmado en los pergaminos y libros de la historia sus experiencias pasadas con el firme propósito de coadyuvar al desarrollo de otras inteligencias que, como la suya, garanticen la necesaria continuidad en el proceso de evolución de la especie hacia el logro de mejores y más variadas expectativas en el nivel de vida de sus semejantes y descendientes.

Con el libro, y específicamente con la imprenta, el hombre pudo llevar a todos los rincones y en todos los idiomas, fuentes de conocimiento en donde prácticamente solo se necesitaba saber leer para poder comprender y entender los pensamientos que, con toda una vida de aprendizaje y experiencia, nos legaron nuestros antepasados para que a partir de allí, el lector diera rienda suelta a su criterio e imaginación y aprovechara dichos conocimientos como base para la búsqueda de los suyos.

Se creó la barrera *natural* de la lectura y la escritura y el término alfabetización, fue y sigue siendo sin duda, el principal filtro que la sociedad y la vida misma nos impone en la búsqueda de información por la procura de conocimientos. Poco a poco se fueron editando volúmenes completos que entraron de lleno a participar en el proceso enseñanza-aprendizaje como textos guías o de referencia para el profesor y el estudiante convirtiéndose en lo que hoy son: los auténticos auxiliares de la pedagogía.

Términos como la autodidáctica partieron y volvieron de los libros y permitieron a los propios estudiantes no depender exclusivamente de lo dicho y tratado en clase, sino que de acuerdo a una metódica programación de los temas tratados en el libro, el alumno podía ir progresando a su propio ritmo e ir adelantándose a los temas propuestos en el currículo correspondiente, dándole la oportunidad de una preparación previa a la clase magistral con el docente, obteniendo necesariamente mejores resultados.

*La educación y el mundo moderno...*



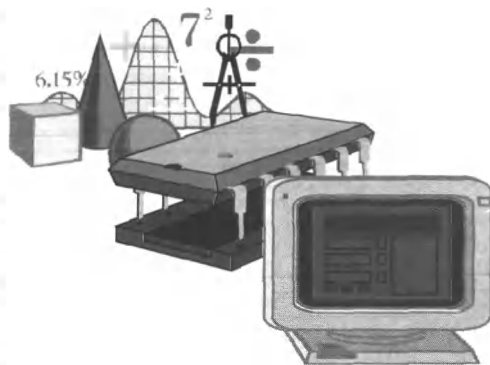
La tecnología actual nos sigue dando muchas y variadas herramientas para mejorar nuestra capacidad cognoscitiva y de aprendizaje y es por eso que todos los que esperamos la llegada del nuevo milenio, debemos sentirnos congraciados con la vida y la oportunidad que esta nos ha dado de vivir en esta era de la humanidad, teniendo en cuenta que nuestros inmediatos antepasados vivieron siglos, muchos siglos, de estancamiento y letargo que los mantuvieron alejados de las verdaderas oportunidades para su superación personal.

La electrónica moderna nos ha venido entregando paulatinamente aparatos como la radio, la televisión, la grabadora y la videograbadora que nos han permitido plasmar muchos conocimientos en nuestro cerebro más rápida y efectivamente que por los medios tradicionales. Todos los que hoy día son padres, han podido observar adelantos en todos los órdenes cuando sus hijos entran en contacto directo o indirecto con estas herramientas que la era moderna puso a nuestra disposición para facilitar la comprensión del mundo que nos rodea.

Lo anterior es obvio y a medida que pasan los años, la tecnología, en su afán desmedido de investigación, permitirá el concurso de muchos fabricantes que beneficiarán con su competencia al usuario final y por ende a los procesos educativos que los involucran. Es el caso del computador personal donde, apenas transcurridos algunos años desde su lanzamiento al mercado como elemento de consumo,

ya encuentra en la competencia niveles adquisitivos para muchos usuarios en el medio educativo, logrando introducir esta herramienta en las aulas de clase dentro de grandes y generosos proyectos en los países desarrollados y creando un nuevo reto social y de formación integral como individuos al exigirnos, la segunda alfabetización, conocimientos que nos obligan a operar y manipular eficientemente estas máquinas si queremos proyectarnos y tener niveles competitivos en una gran mayoría de los espacios laborales.

*El computador: crónica de un éxito anunciado...*



Habían pasado poco más de diez años desde 1946, es decir desde el nacimiento del ENIAC, cuando se dio el primer cambio innovador que imprimió un nuevo ritmo al desarrollo y difusión de los computadores: se sustituye la válvula de vacío por el transistor y termina con ello la primera generación de computadores.

El desarrollo de la miniaturización de los componentes representó otro

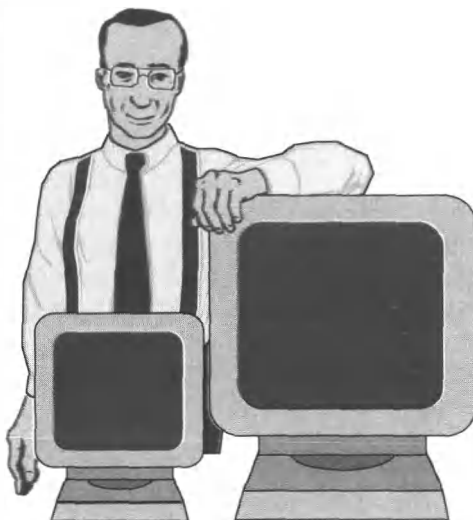
paso decisivo para la evolución de la electrónica, logrando tamaños microscópicos en los circuitos electrónicos, hasta el punto, que se toma la introducción de los circuitos integrados como el momento en que se pasa de la segunda a la tercera generación de los computadores.

Paralelamente a la introducción de dichos circuitos, se pensó en una especialización funcional de los mismos y en 1971, la compañía norteamericana INTEL, llevó a cabo el proyecto de un circuito integrado que reunía todas las funciones de proceso de un calculador programable dentro de una pastilla de silicio llamado microprocesador, que a partir de 1975, revolucionó la electrónica pasando a ser el corazón de los hoy llamados computadores personales que el gigante azul IBM lanzó al mercado exitosamente en 1981 y que marcó el inicio de la cuarta generación de los computadores. Solo hasta esa fecha el computador se puso en el nivel tecnológico y adquisitivo para que pudiera llegar al hogar y por sí mismo, hasta donde la creatividad del ser humano se lo permitiera, abarcando muchos y muy variados campos del saber.

Hoy día está muy claro que la evolución de los computadores no tiene límites conocidos sino por conocer y es algo que se puede afirmar con solo observar cómo la investigación programada ha ido descubriendo prototipos y tecnologías referentes al tema sumamente interesantes, como el uso de nuevos materiales para la construcción de microprocesadores aumentando la velocidad de cálculo interno y posibili-

tando mayores y mejores aplicaciones en todos los órdenes de la inteligencia humana y que poco a poco nos vienen sumergiendo en la quinta generación, en donde el computador deberá emular debidamente el comportamiento del ser humano.

*El computador personal: herramienta educativa sin par...*



Luego de que IBM lanzara al mercado el computador personal y masificara su uso por intermedio de los programas con los que venía de fábrica, se pensó originalmente que la máquina *per se* (hardware) sería un éxito garantizado en el tiempo y dichos programas insertos se concibieron inicialmente como gancho promocional para su venta. Solo algunas muy pocas compañías como MICROSOFT le apostaron al soporte lógico (software) de estas nuevas máquinas y pensaron

prospectivamente que se podrían convertir en una moderna *caja de pandora* en donde el usuario pudiera escoger, de acuerdo a su acomodo y necesidad, el programa o aplicación más indicado para la solución de sus problemas.

A partir de ese momento el computador desbordó casi todas las áreas del pensamiento humano y se convirtió de lujo en necesidad y requerimiento operativo para muchas empresas y hombres en todos los órdenes sociales y del saber... La educación no sería la excepción.

"Una imagen vale más que mil palabras"... sin duda alguna todos estamos de acuerdo con esta máxima, que más que eso, encierra uno de los misterios ancestrales del ser humano, cual es la capacidad que tiene el cerebro de retener momentáneamente o en forma perdurable conocimientos y eventos en la memoria.

En todos los diferentes niveles del proceso enseñanza-aprendizaje, un estudiante normal se encontrará con un problema diferente cada vez, dependiendo del área de estudio correspondiente y muy seguramente las dudas aflorarán lejos del aula de clase y el profesor cuando se repasen conceptos y temas ya tratados con anterioridad. El libro presentará al estudiante un recurso a su alcance en donde se mostrarán párrafos de ideas asociados a figuras inermes que explicarán, paso a paso, el fenómeno o tema en cuestión y se podrá identificar claramente el *antes* y el *después*, dejándole a su capacidad deductiva

imaginarse ese *durante* donde se centra la *idea principal* de lo tratado. Las gráficas se limitan entonces a asociar el texto en la cronológica explicación de una idea, pero dejan al estudiante gran parte del trabajo de aprendizaje y por ende a medias el proceso didáctico para la debida comprensión de una idea.

El video y la televisión en general le presentan una visión real del problema, en donde se podrá seguramente observar la *secuencia total* de un fenómeno o idea en particular, pero le siguen negando la posibilidad al estudiante de interactuar convenientemente con el mismo y poder establecer la realimentación requerida y necesaria para completar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Es aquí donde el computador encuentra una de sus grandes e interesantes aplicaciones a la didáctica por la capacidad de *animar y/o simular fenómenos completos y complejos*, en donde el estudiante estimula casi todos sus sentidos, capturando la información en su cerebro con la posibilidad práctica de *sentir y ver* todos los pasos de un proceso educativo. Y, como si fuera poco, interactuar interviniendo directa o indirectamente en los mismos, repasando y reforzando lo visto cuantas veces lo considere necesario escogiendo así las circunstancias de modo, tiempo y lugar para la asimilación clara de las ideas.

Por intermedio de las simulaciones y animaciones que hoy día nos entregan la magia de las herramientas mul-



timediales y sus posibilidades de sonido, video e interacción en forma real y simultánea, el computador personal se convierte así en un auxiliar del profesor y amigo incondicional del estudiante, en donde este, centra su atención y pone sus sentidos a trabajar, logrando hiperactividad y abstracción del mundo exterior para la comprensión final de los conceptos e ideas y la fijación de estas en la memoria temporal y permanente de manera eficaz, permitiendo con ello, un acoplamiento justo entre el computador, el estudiante y el tema de estudio, logrando así la nivelación necesaria para su desempeño eficiente en clase con respecto a sus compañeros y preparándolo para enfrentar ejercicios similares pero con nuevas variables.

### *La informática educativa: pan y papa calientes...*



La educación nunca pasará de moda y todos los esfuerzos o proyectos que se orienten en ese sentido, probados y aceptados por sus diferentes actores, serán inmediatamente canalizados y puestos en ejecución

con resultados beneficiosos a corto plazo para todas las partes involucradas en el proceso.

Actualmente los fabricantes de programas de aplicación general como los procesadores de palabra, hojas electrónicas, graficadores, etc., ofrecen *tutores y/o* ayudas en línea dentro de ellos como sustituto o complemento del material impreso en manuales que se entregan a los usuarios para un conocimiento más adecuado y requerido del uso de los mismos con la colaboración del computador. Igualmente, algunas muy pocas editoriales educativas locales han incursionado recientemente en el medio y se encuentran comercializando programas educativos genéricos dirigidos a los niños y estudiantes de primeros grados, en donde con la introducción a las letras, las primeras operaciones matemáticas e inclusive los exámenes de Estado (ICFES) pretenden, con algún grado de acierto, familiarizar y posibilitar al alumno el manejo del computador personal como herramienta para adquirir y reforzar sus conocimientos.

Pero si el computador personal es una herramienta aplicable e importante para la educación... ¿Por qué entonces no se ha diversificado y puesto a nuestro alcance de una manera más generalizada como en un principio se concibió? ¿Por qué no se cuenta con material preprogramado suficiente para las muchas y diferentes áreas del saber en los campos de la educación, como la primaria, secundaria, universitaria y especialización? ¿Por qué no hay suficiente personal idóneo que dirija proyectos o adelante trabajos

importantes de investigación y desarrollo de material educativo computarizado en nuestro medio? ¿Por qué el docente promedio no conoce siquiera el uso básico de un computador personal, las posibilidades y alcances de los programas de aplicación educativa existentes y propende el uso de este en su entorno pedagógico? Realmente podríamos seguir haciéndonos toda suerte de cuestionamientos que necesariamente buscarían una explicación nada fácil de encontrar a primera vista, teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado.

Un primer factor importante de su no generalización, ha sido la falta de personas o entidades que se dediquen a elaborar profesionalmente "software" educativo genérico o específico, en forma idónea y continuada a requerimiento de entidades educativas, con base en sus necesidades de aprendizaje. En términos generales, un ingeniero o analista de sistemas, luego de largos años de estudio, sale proyectado principalmente a cargos que le reafirmen lo aprendido y le aseguren su continuidad y actualización en un medio tan cambiante como nuevo, dedicándose inicialmente a la programación sobre herramientas profesionales para desarrollo y productividad en bases de datos corporativas, para luego identificar el perfil dentro de esa u otra organización y aspirar a gerenciar el área informática de la misma. De otro lado, la gran mayoría de tecnólogos o programadores del área de sistemas, no reciben los conocimientos necesarios para el debido análisis y diseño de algoritmos lógicos requeridos para la correcta estructu-

ración y desarrollo de utilidades que, en la práctica, le corresponde elaborar al ingeniero de sistemas y, en muchos casos, esto debido a la proliferación de entidades técnicas educativas que no cumplen con los requisitos académicos mínimos exigidos para el efecto.

Existe entonces un gran vacío en el medio informático que dificulta enormemente el desarrollo de programas educativos por computador debido a la inexistencia de suficientes garantías y prerequisites personales y profesionales, que conlleven a una u otra persona a no incursionar en el medio o a intentarlo muy tímidamente, ya que el diseño, desarrollo y producción de material educativo computarizado es considerado por el gremio desde hace tiempo como algo todavía nuevo, sin explotar, pero poco lucrativo, sin futuro cercano y por lo tanto sin garantías comerciales para su posicionamiento y masificación en el mercado educativo.

Pero además de ganas, preparación, incentivos y dedicación por parte de los expertos en informática, para elaborar aplicaciones educativas de suficiente calidad pedagógica se requiere conformar grupos multidisciplinarios que se encuentren integrados por varias personas a saber: un experto en el contenido mismo del material susceptible de sistematizar, que sería la persona o personas conocedoras del tema en profundidad y se encargarían de interactuar debidamente con el personal informático que a su vez elaborará el análisis, la programación, el desarrollo y la implantación de la aplicación sobre herramientas sisté-



micas. Finalmente, y tal vez mucho más importante, un experto en metodología para enseñar con el computador que, conjuntamente con ambos profesionales, se dedique a buscar las mejores y más convenientes interfaces de usuario final y tenga en cuenta factores primordiales para el diseño de pantallas como la crominancia (contraste y uso de colores), luminancia (intensidad de luces y colores), balance (ubicación adecuada de gráficos y texto), controles para la instrucción y en general de todos aquellos factores que, sobre el micromundo de la pantalla de un computador personal, juegan un definitivo e importante papel en el logro del propósito del aprendizaje perseguido dependiente del tema que se quiere implementar.

Por otro lado y no menos importante, así como la máquina de vapor aterrorizó en la revolución industrial a los obreros ingleses que se sintieron reemplazados y desplazados por la tecnología, también algunos docentes han adoptado posiciones similares al enfrentar uno de los muchos efectos de la revolución informática y su segunda alfabetización, cual es su posible reemplazo en las aulas de clase por el computador personal, pasando también temores y fobias a sus alumnos y sembrando un clima de incertidumbre en el medio educativo que dificulta también la aplicación y diversificación de la informática en el medio. Pese a lo anterior, cuando un profesor descubre los verdaderos horizontes y posibilidades educativas que se le abren con esa herramienta dentro y fuera del aula de clase, inicia una desordenada y fugaz carrera

en pos de conocer debidamente sus bondades y utilizar el mismo como complemento y reafirmación de sus propios conocimientos y de los impartidos a sus estudiantes.

*La respuesta: proyectos de investigación y desarrollo educativos...*



Luego de entender un poco más el problema en cuestión a nivel doméstico como lo hemos señalado, y de analizar en forma general la proyección y situación actual de la informática educativa en el mundo, como se ha venido realizando desde la Escuela Superior de Guerra dentro del proyecto para la creación del Centro de análisis y simulación operacional conjunta (Revista Fuerzas Armadas, volumen LI No. 161, octubre-diciembre 1996, páginas 55-63), se debe tratar entonces de convertir las debilidades encontradas en fortalezas, por lo que se requiere adelantar proyectos de investigación serios que involucren grupos multi e interdisciplinarios, que recojan los intereses e inquietudes del medio educativo propio actual, analizando

necesidades y evaluando las posibles soluciones que la informática, con sus herramientas, nos presenta hoy día.

Actualmente, los computadores personales vienen configurados con el sistema de multimedia estándar (Unidad de CD-ROM, baffles o parlantes, micrófono y tarjeta de sonido) y algunos títulos o programas de instrucción, (enciclopedias, tutores, juegos didácticos, etc.). Con estos mismos recursos técnicos, se pueden desarrollar aplicaciones puntuales con los lenguajes de programación para la elaboración de aplicaciones multimediales, en donde se puede integrar, en una sola pantalla sobre el computador, video de alguna actividad educativa simultáneamente con texto y alguna animación y/o simulación que muestre gráficamente lo que con nuestras propias palabras e ideas se pretende explicar.

Además y ya dentro del contexto para el desarrollo profesional de *software* educativo, existen los llamados *lenguajes y sistemas autores*, que con poco nivel de conocimiento para su uso, permiten a los diseñadores construir ambientes de aprendizaje ricos en todo tipo de situaciones didácticas y de control pedagógico, posibilitando la elaboración de material que el alumno podrá consultar a posteriori y evitándole en muchas oportunidades al docente, la tediosa y particular labor de graficar en el tablero del aula de clase un complicado dibujo que dé explicación a la idea que se pretende presentar cuando así lo requiera.

Si se ofrece un apropiado entorno de investigación y desarrollo a los

profesionales del área informática con máquinas, herramientas de programación, garantías económicas y capacitación en los programas existentes para el desarrollo de aplicaciones educativas y se vincula simultáneamente a estudiantes de últimos semestres de dichas carreras para que adelanten sus trabajos de grado dentro del marco del proyecto, con toda seguridad en muy corto tiempo se obtendrán resultados importantes y la experiencia que garantice una continuidad necesaria para el logro de lo propuesto.

Al crear un grupo de investigación y por su conducto las líneas en las que se dividirían sus integrantes para el estudio, se puede contar con personas de diferente perfil que engrosen las filas del conocimiento del entorno militar y sus afines y con su experiencia, aporten elementos de juicio valiosos para todo el proceso que conlleva la elaboración profesional de material educativo computarizado de buena calidad y que atienda las necesidades de nuestra institución.

También se debe iniciar una labor de sensibilización del personal docente a todo nivel, para que se desmitifique el computador personal y su uso en labores propias de su noble trabajo y permitan por su conducto, que tanto ellos como sus alumnos, dimensionen adecuadamente todas las posibilidades de que se dispone al entrar en contacto con estas máquinas y sus programas, convirtiendo así este producto de la tecnología en valioso e imprescindible amigo de la docencia.

Por todo ello y en consideración a que se requiere un marco para darle continuidad y soporte al proceso de investigación iniciado hace más de tres años dentro del proyecto antes mencionado para la simulación de teatros de operación para la guerra regular e irregular, puestos de mando asistidos por computador para la toma de decisiones y *sistemas de simulación académicos y educativos* en el Comando General de las Fuerzas Militares, recientemente se propuso a la dirección de la Escuela Superior de Guerra, la creación del **Centro de investigación en ciencia y tecnología militar** desde donde se pretende abordar, con un grupo de investigación ya conformado y con las metodologías del caso, todo aquello que sea pertinente para que la institución militar cuente con valiosos conocimientos que, además de propios, permitirán iniciar un movimiento organizado de investigación y desarrollo a nivel Fuerzas Militares estableciendo líneas apropiadas para la generación de ideas y proyectos, promoviendo la creación del perfil del investigador militar, ofreciendo estímulos y garantías para la investigación en ciencias aplicadas, profesionalizando el recurso humano por medio de seminarios, talleres y estudios de especialización que formen investigadores y brindando un canal oficial para recibir las ideas a todo nivel del personal que conforma todas las Fuerzas Militares respetando los derechos de autoría intelectual, brindando así una posibilidad cierta y real para la generación de conocimiento hecho en Colombia para colombianos.

El Instituto para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología en Colombia,

COLCIENCIAS, se encuentra trabajando mancomunadamente con las Fuerzas Militares y particularmente con la Escuela Superior de Guerra, ofreciendo en primera instancia su concurso como asesor a nivel informal, para la debida conformación, organización, financiación y funcionamiento del grupo de investigación que, a su juicio, es una necesidad sentida e impostergable para el país y sus propias Fuerzas Militares, toda vez que históricamente los países y sus adelantos tecnológicos e industriales han partido y dependido en grado sumo de la necesidad primaria constitucional que se tiene que atender por parte de los militares para garantizar la seguridad nacional externa y el orden territorial interno de sus connacionales, haciendo ciencia y desarrollando tecnologías propietarias en todos los órdenes y campos del saber dentro de la sociedad. Afortunadamente la educación sigue y seguirá siendo uno de ellos.

*Punto final...*

La revolución de la información nos debe ayudar a desafiar, enfrentar y controlar la llamada "segunda alfabetización" con los mismos medios con la que se creó, diversificó y puso a nuestro alcance: **El computador personal y su soporte lógico.**

**E. DURKHEIN.** ¿Qué es educación? Editorial Nueva América, 1988.

**CARLOS E. ORTIZ R.** Trabajo de Grado. "Tutor de electrónica básica asistido por computador personal", 1991.

**ALVARO GALVIS PANQUEVA,** Ingeniería de Software Educativo. Editorial Uniandes, 1992.