

Educación y empleo en la era de la informática y de las nuevas tecnologías

David E. Barbee*

I. EL PASADO

Hace 50 años estábamos situados en la Era Industrial. Para cumplir las demandas de la guerra, la producción industrial exigía trabajadores para remachar y soldar, y obreros para poner la carga en los navíos. Los ejércitos todavía marchaban hacia las batallas y los marinos desembarcaban en las playas. Pero ya eran claras las señales de la proximidad de la Era de la Información. La comunicación, que en el pasado necesitaba de mensajeros para llevar las noticias, ahora se podía realizar a través de cables u ondas de radio. Y aunque no se pensaba todavía en las comunicaciones vía satélite, ya existían los teléfonos transoceánicos.

Entre más crecía la demanda de la producción por motivos de la guerra, quedaba más claro que el trabajo debería hacerse de manera más efectiva. Las computadoras recién inventadas ofrecían una manera de procesar la información necesaria para la automatización de una parte de la producción, lo que daba buenos resultados en volumen y calidad. La información llegó a ser tan importante como la gasolina y las municiones para la guerra. Durante mucho tiempo, los trabajadores de la Era Indus-

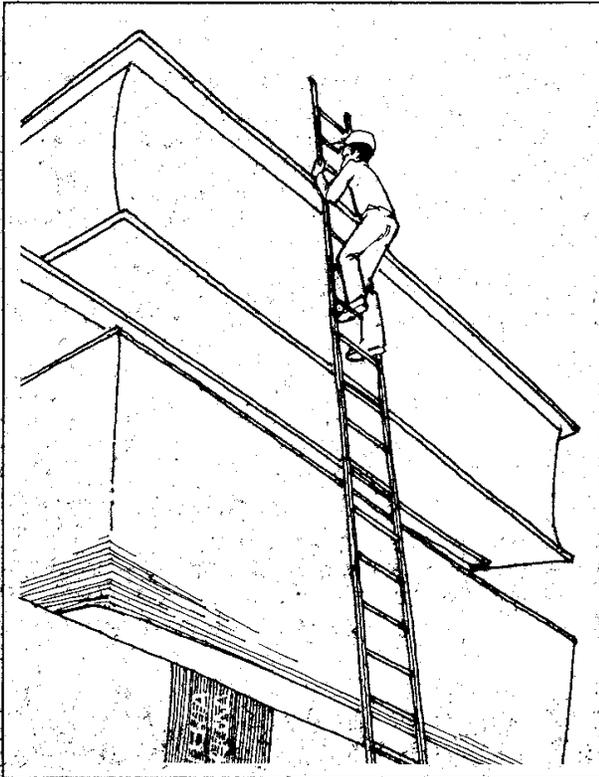
trial eran entrenados en un sistema de aprendices, quienes adiestraban durante mucho tiempo sus músculos para desplegar trabajos físicos. Aprendían a recopilar y utilizar información según la necesitaban, especialmente aquella requerida para la ejecución de tareas físicas. Los soldados aprendían qué mezcla de gas y qué barra de soldar utilizar; los mecánicos debían aprender a leer las especificaciones y luego trabajar la pieza necesaria. Hasta los tenedores de libros debían aprender a consignar el debe y el haber en sus libros de contabilidad.

Después de la guerra, el ritmo de cambio creció y nos acercó cada vez más hacia la Era de la Información. Sin embargo, mientras los soldadores y pintores en nuestros programas de adiestramiento aún aprenden cómo soldar y pintar, los robots reemplazan paulatinamente a muchos de ellos en los puestos de pintura y soldadura. Los mecánicos industriales trabajan con computadoras y ya no con los tornos y fresadoras para producir piezas. Los tenedores de libros también trabajan con herramientas sofisticadas que los ayudan en el manejo de las cuentas financieras. Gran parte de los individuos que componen la fuerza laboral se han convertido en "trabajadores de la información".

II. EL FUTURO

El mundo de hoy es muy distinto de aquel en el que crecimos. El mundo en el cual nuestros nietos vivirán será

* El Dr. Barbee es Presidente del Institute for Technological Solutions, ITS. El presente ensayo fue presentado en ocasión del 50º aniversario del SENAI, en Sao Paulo, el 21 de abril de 1992.



aún más distinto. Muchos de ellos invertirán gran parte de su tiempo en la recopilación, procesamiento o utilización de información. También, su trabajo se desarrollará en un tipo de estación, en la cual tendrán acceso a una gran cantidad de información, que estará no sólo en libros sino también en audios, videos y gráficas. Tendrán además toda suerte de programas que les ayudarán en la ejecución de su trabajo así como acceso a la información relacionada con el contenido del mismo, como por ejemplo tablas de tolerancia para el mecánico o especificaciones de pintura para el pintor de la industria de automóviles. Podrán obtener la información necesaria para la ejecución de un nuevo procedimiento o la operación de una nueva máquina. También les será posible recibir consejos de un especialista en su lugar de trabajo. Pero eso no es todo: tendrán acceso a un tutor u otro medio de aprendizaje en su propia estación laboral, siempre y cuando sea necesario aprender algo nuevo. Podrán asimismo utilizar auxiliares computarizados conocidos como "agentes" o *knowbots*, que les ayudarán a cumplir sus tareas.

Con toda esa información y esos programas a su alcance, tendrán el tiempo suficiente para ser creativos y para pensar en opciones más efectivas para responder a los retos que se presentan a la raza humana. Con todo esto, de

no interferir nuestros más bajos instintos -avaricia, celos, codicia-, será posible crear una vida mejor para nosotros mismos y para la humanidad.

III. EL CAMBIO DEL PARADIGMA EN EL TRABAJO Y LA ACTIVIDAD HUMANA

Estamos en medio de un cambio de paradigma en el trabajo y la actividad humana, el cual otorga más poder al individuo. Esto significa que los instrumentos, las técnicas y su control tendrán que pasar a las manos del trabajador. La proliferación de la información, el ritmo de cambio y la evolución de las necesidades y el potencial humano son aspectos que contribuyen a este cambio. En ese sentido, se puede pensar que, en el campo de las tareas productivas, se pasará en el futuro:

- De la actividad controlada por el gerente a una actividad controlada por el trabajador,
- de un trabajo normado por procedimientos a otro orientado a la solución de problemas,
- del control directo de una tarea al trabajo controlado desde lejos,
- del trabajo personal controlado y dirigido, al trabajo creativo y de cooperación del individuo como miembro de un grupo,
- del acceso controlado de la información a otro libre, y
- de la enseñanza al aprendizaje en la adquisición de aptitudes y conocimiento.

Nos encontramos en el proceso de depositar sofisticadas herramientas que ayudarán al trabajador en actividades tales como:

- La recopilación, procesamiento, evaluación y comunicación de información,
- el desarrollo de su tarea de tal manera que éste cuente con una guía para pensar y no únicamente para trabajar con las manos,
- el aprendizaje de lo que necesite saber o saber hacer, y
- la comunicación con sus clientes, compañeros de trabajo, y con máquinas y sistemas inteligentes.

Los límites entre lo que es la formación, la asistencia al desarrollo del trabajo y el adiestramiento han dejado de ser nítidos.

Por lo anterior, es posible afirmar que el aprendizaje es una parte nuclear del mundo actual, sobre todo en el momento de diseñar el futuro. La información, la asistencia al desempeño humano y el aprendizaje se exigirán cada vez más en el medio de trabajo. La instrucción dentro de un aula tenderá a desaparecer gradualmente (Cuadro 1).

CUADRO 1
DE UNA CULTURA DE LA ENSEÑANZA A UNA CULTURA DEL APRENDIZAJE

DE	HACIA
Perfil del curso	Especificaciones de competencia
Prueba de contenido en grupo	Prueba individual de competencia
Prueba de conocimiento con papel y lápiz	Prueba de competencia a través de escenarios, simulación y otras técnicas interactivas
Adiestramiento dirigido a grupos en ubicación central	Medios de aprendizaje instalados en el lugar de trabajo
Adiestramiento dirigido a grupos en ubicación fija	Aprendizaje disponible donde se necesite
Ritmo del grupo	Ritmo del individuo
Conocimientos disponibles según programación	Conocimientos disponibles según la demanda
Enfoque uniforme de grupo	Enfoque individualizado
“Automatización del pasado” con el uso de los mismos procesos, pero con ritmo más rápido	Análisis de las necesidades y desarrollo de soluciones con el uso de nuevos instrumentos o técnicas
Separación del adiestramiento y el desempeño en el trabajo	Incorporación de herramientas que actúan como asesores de procesos de aprendizaje
Educación y adiestramiento por medio de texto y charlas, principalmente	Aprendizaje con el apoyo de medios múltiples (<i>multi-media</i>) e interactivos
Aprendizaje auditivo y por medio de la lectura	Aprendizaje a través de simulaciones y otras técnicas
Control del instructor o maestro	Control de quien aprende
Acceso lineal y secuencial a la información	Acceso aleatorio a la información según se necesite
Enfoque didáctico centrado en el instructor	Enfoque didáctico centrado en el aprendiz; la estrategia se ajusta al estilo de aprendizaje de cada individuo.
Visión del aprendizaje y el desempeño restringidos a texto y charla	Visión del aprendizaje basada en diversos modos de percepción y desempeño.
La mente como contenedor que se debe llenar con conocimiento y aptitudes	La mente como potencial que se debe desarrollar a través de la propia actividad.

IV. EL NUEVO TRABAJADOR DE LA INDUSTRIA: UN TRABAJADOR DE LA INFORMACION

El perfil del nuevo trabajador de la industria indica la necesidad de una persona que:

- tome la iniciativa,
- asuma responsabilidades,
- tenga capacidad para utilizar y estar a gusto con herramientas sofisticadas e inteligentes,
- esté capacitada para trabajar como miembro de un grupo,
- pueda tomar el mando en un grupo cuando sea necesario,
- tenga capacidad para planear y ejecutar proyectos complejos,
- le guste aprender,

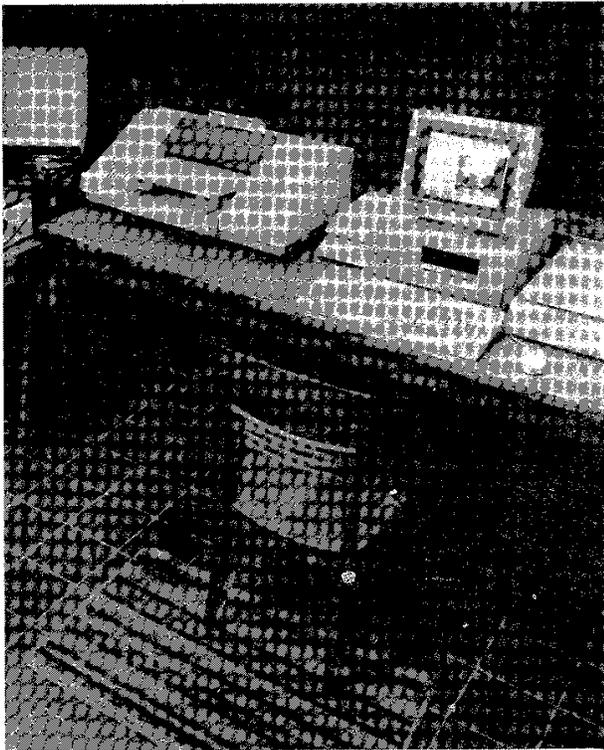
- tenga la capacidad de aprender nuevos conocimientos y aptitudes de manera rápida y efectiva,
- tenga buenas relaciones humanas,
- acepte los cambios,
- sea capaz de identificar problemas y ofrecer soluciones,
- pueda participar en la planeación táctica y estratégica de acciones,
- tenga buena retención de información y aptitudes para el procesamiento y aplicación de información,
- tenga capacidad de administrar el tiempo,
- pueda administrar de manera efectiva los recursos disponibles,
- tenga aptitudes favorables para comunicarse por diversos medios,
- sea creativo.

La industria se organizará cada vez más en grupos en los que los trabajadores tendrán la responsabilidad y la autoridad para trabajar de la manera más adecuada para cumplir con su tarea.

V. LAS NUEVAS HERRAMIENTAS DEL TRABAJADOR DE LA INFORMACION

El micropcesador es el centro de la mayoría de las nuevas herramientas informáticas. Su velocidad de procesamiento y la compresión en el almacenaje de información son notables. Por ejemplo, el video digital permite algoritmos de compresión de almacenamiento que facilitan guardar 72 minutos de video en disco CD-ROM (*Compact Disc-Read Only Memory*).

La técnica más reciente para concentración de imágenes en espacios cada vez más pequeños es la compresión fractal de imágenes. Esta nueva tecnología ocupa menos del 1% del espacio de almacenaje que otros métodos de compresión. Con ella, los técnicos podrán crear archivos de datos que contengan *videoclips* y filmes completos. Esta es una puerta abierta hacia la gran variedad de aplicaciones que no se pueden hacer cuando existe una limitación en el almacenaje de imágenes. Pero si bien la compresión ahorra espacio, es necesario más trabajo por parte del programador.



El acceso aleatorio es una necesidad importante en la era de la información. Algunas agencias almacenan imágenes electrónicas ya sea en discos ópticos o en cintas magnéticas. Los sistemas de cinta son menos costosos, pero los sistemas ópticos más duraderos y no presentan error. Asimismo, mientras la imagen en la cinta magnética -como también en microfilm- se presenta en la secuencia que ha sido grabada, los sistemas ópticos permiten el acceso aleatorio a la información.

Los dos tipos más comunes de almacenaje óptico son el WORM (disco de lectura y escritura) y el CD-ROM (disco únicamente de lectura). Los sistemas WORM permiten acceso de varios usuarios y son utilizados muchas veces para imágenes de documentos y almacenaje de archivos. Las imágenes grabadas en discos WORM no pueden ser borradas ni modificadas. Así, son considerados documentos legales -y las agencias pueden eliminar la papelería correspondiente. La gran desventaja de los sistemas WORM es la falta de uniformidad en una estructura de archivos. Los datos escritos en un equipo no pueden utilizarse en otro sistema. (La firma Aquidneck Systems International ha desarrollado un sistema WORM para archivos que puede ser utilizado por sistemas distintos).

En contraste con los discos WORM, que son grabados en la propia casa, los discos CD-ROM deben ser grabados en talleres especializados, y son utilizados casi siempre para almacenaje de material de referencia. Estos discos, que se parecen a los discos compactos de audio, contienen, en general, diccionarios, enciclopedias y otras informaciones diseñadas para distribuirse masivamente. En la NASA, un almacén de 28 000 cintas fue convertido en dos estantes de discos ópticos. Quizá la mejor ventaja de los discos ópticos es que pueden almacenar más datos que cualquier cartucho de cinta magnética.

Las herramientas que se utilizan hoy y que tienen un papel importante en el adiestramiento y desarrollo de recursos humanos son:

- Microcomputadora.
- Videodisco.
- Sistemas de autor.
- CD-ROM.
- Interactivo de disco compacto.
- Interactivo de video digital.
- Hipertexto/*Hipermedia*.
- Sistemas expertos.
- Aprendizaje a distancia.
- Estaciones de aprendizaje.

Algunos de estos instrumentos son máquinas, otros son *software* y otros sistemas completos. Las categorías pueden antojarse un tanto arbitrarias. Lo cierto es que estas herramientas representan una gran promesa para el desarrollo de los recursos humanos.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de estas herramientas:

1. Microcomputadora

Sirve como centro de todos los demás instrumentos.

2. Video-disco

Utilizan láser para tener acceso a las imágenes de video almacenadas en los 54 000 sectores disponibles en cada lado del disco. Dos pistas de sonido pueden ser grabadas independientemente; también es posible grabar material sonoro adicional en parte de los sectores disponibles para video. En su mayoría, los video-discos hoy día son controlados por una computadora, la cual es utilizada para el acceso a los sectores, a las secuencias de audio y video, o a las gráficas y textos producidos por computadora para optimizar su utilidad instruccional. La comunicación usuario-máquina puede hacerse por medio de una pantalla sensible al tacto, un lápiz óptico, un *mouse* o ratón, un teclado, un reconocido de voz o una combinación de estos medios. Otros instrumentos de comunicación entre el usuario y la máquina pueden ser, por ejemplo, un panel de control o sencillamente la parte superior de una mesa o un escritorio. Contrariamente a un disco duro o un CD-ROM, que almacenan los datos en forma digital, el video-disco lo hace en forma analógica.

3. Sistemas de autor

Estos sistemas son programas de computadoras que permiten que aquellos que no conocen de programación puedan "programar" sus computadoras. Esto facilita el desarrollo de medios de aprendizaje donde los alumnos interactúan con la información almacenada en la computadora, video-disco, CD-ROM u otros dispositivos interactivos.

4. CD-ROM

Se trata de una "familia" de discos compactos. El disco de 12 cm puede almacenar hasta 550 megabytes de datos digitales (casi 250 000 hojas escritas a máquina o 1 500 discos de computadora). El CD-ROM puede también almacenar cuadros, textos, gráficas, sonido y secuencias de video con imágenes a color.

5. Interactivo de disco compacto (CD-I)

Este incorpora una microcomputadora y un equipo de CD-ROM en una unidad independiente, lo que permite el

acceso aleatorio a gráficas, sonido e imágenes estáticas y dinámicas de video. Esta herramienta fue diseñada originalmente por Philips y Sony para uso doméstico.

6. Interactivo video digital (DVI)

Es un sistema que utiliza un grupo de algoritmos para la compresión y decompresión de señales digitales. Permite la presentación en tiempo real hasta de 72 minutos de audio, gráficas e imágenes en video, desde un dispositivo CD-ROM u otro equipo de alto almacenaje. El video digital es altamente interactivo, ya que todas las señales son digitales, lo que permite al usuario ajustar la imagen y el sonido cada segundo.

7. Hipertexto/Hipermedia

El hipertexto es una forma de organizar, almacenar y recuperar información en textos por medio de nodos y ligas en un sistema muy personal e individualizado. El *hipermedia* extiende el concepto del hipertexto, e incluye imágenes y gráficas, sonido y/o imágenes de video, además del texto.

8. Sistemas expertos

Estos sistemas son programas de computadoras "inteligentes" donde se ubica el conocimiento de especialistas en la forma de hechos, reglas, heurística y conocimiento deductible. Los sistemas expertos pueden tomar decisiones y solucionar problemas con base en los hechos y reglas almacenados. Este sistema consiste en un centro de datos, una máquina de inferencia y una interfase con el usuario.

La base de conocimiento es un grupo de millares de reglas y decisiones que corresponden al conocimiento del experto. La máquina de inferencia es un programa de computadora sofisticado que contiene modelos de los procesos de conocimiento y la información necesaria para la solución de problemas. La interfase con el usuario es, en general, un teclado y un programa, lo que permite interactuar con el experto de la manera más natural posible.

9. Aprendizaje a distancia

El aprendizaje a distancia no es simplemente llevar la capacitación de un lugar a otro, ya sea física o electrónicamente. Es un fenómeno interactivo, donde los recursos humanos (aprendices, instructores, especialistas, etc.) se unen por medio de un dispositivo electrónico que contiene los recursos materiales (textos, audio y video; paque-

tes de aprendizaje y otros) con el objetivo de "aprender" y/o intercambiar informaciones e ideas.

Es creciente la aplicación del aprendizaje a distancia ya sea en los negocios o la educación. Con las conferencias por medio de televisión, la computadora y video, y otras técnicas y medios a distancia, es posible hacer experiencias de desarrollo humano más sinérgicas y de más bajo costo.

10. Estaciones de aprendizaje

Con una frecuencia cada vez mayor, las empresas, las escuelas y los departamentos del Gobierno desarrollan estaciones de aprendizaje para ofrecer capacitación y asistencia de tipo interactivo. Mediante la combinación de las características de varias herramientas, es posible que una estación de aprendizaje interactivo pueda ofrecer adiestramiento de manera efectiva para el incremento de la productividad. Las estaciones de aprendizaje que resultan de la combinación de CD-ROM, video-disco, *hipermedia*, sistemas expertos y otros elementos, son altamente adecuadas para ofrecer simulaciones, programas tutoriales, ayuda, viajes de exploración simulados y lecciones controladas por el aprendiz.

VI. OTRAS HERRAMIENTAS PROMETEDORES

Existen muchas herramientas prometedoras en el desarrollo de recursos humanos, pero aún no han sido utilizadas con amplitud. Algunas de ellas pueden ayudar a crear un medio de aprendizaje más efectivo.

1. WORM

Mientras los discos CD-ROM son prensados en la industria, la información en los discos WORM puede ser hecha por el propio usuario. Los equipos especiales para la lectura de los discos WORM son caros, pero son excelentes para almacenar gran cantidad de información.

2. Discos magnéticos ópticos

Estos discos son distintos de los CD-ROM y WORM, en dos puntos básicos: pueden ser borrados y otra vez grabados, y tienen la capacidad de un gigabyte (1 billón de bytes), mientras que la capacidad de un CD-ROM es de 550 megabytes.



3. Tarjetas láser

Estas tarjetas son semejantes a una tarjeta de crédito y pueden almacenar hasta cuatro megabytes de información. (Es algo que ya se utiliza en muchos lugares. Por ejemplo, existe un hospital que ha empezado a repartir tarjetas que contienen toda la información médica acerca de cada uno de sus pacientes).

4. Reconocedor de voz

Existen actualmente sistemas reconocedores que operan con vocabularios de más de 1 000 palabras. Una simulación de adiestramiento con un video-disco interactivo ha sido desarrollada dentro del Proyecto TIME (Technology Innovations in Medical Education) en la Biblioteca Nacional de Medicina, donde el reconocimiento de la voz es utilizado para facilitar a los estudiantes el control sobre video-pacientes durante su estancia en el hospital. Este proyecto les permite desarrollar diagnósticos, tomar decisiones médicas, recomendar tratamientos y analizar las consecuencias de las diversas decisiones que han tomado en relación con los pacientes.

5. Gráficas por computadora

Esta ha sido un área de gran evolución en los últimos años. Computadoras muy sencillas pueden producir gráficas muy sofisticadas. Generalmente se alcanza un alto grado de realismo, aun si se trata de gráficas tridimensionales.

6. Redes neuronales

Las redes neurales, que son una rama del desarrollo de la inteligencia artificial, encierran círculos que copian la manera en que las neuronas actúan y se interrelacionan en el cerebro humano.

7. Realidad virtual

Es un sistema de computadoras apoyado por los *multimedia*, en el cual el usuario, en situación de simulación, ve imágenes, escucha ruidos, toca objetos, se mueve en el espacio y, en general, tiene la experiencia dentro de un medio simulado.

VII. PROYECCIONES A CINCO AÑOS

Experimentamos ahora una época en la cual el conocimiento colectivo se expande geoméricamente, mientras la

comprensión del individuo de todos esos conocimientos no es compatible con la evolución de los procesos informáticos. La inundación de información que ahora experimentamos es un subproducto de la capacidad que utilizamos para organizar y pensar. Producimos información en cantidades tan grandes, que los conjuntos de datos van a terminar, posiblemente, por absorbernos.

La administración de la información es hoy día la industria que más crece, y en el año 2 000 ésta será la industria más grande en los Estados Unidos.

Si se compara la tecnología que tenemos hoy con la tecnología del año 2 000, es posible anticipar los siguientes tendencias hacia finales de la década:

- Decuplicación de la velocidad de procesamiento;
- decuplicación de las comunicaciones electrónicas a través de *fax*, teléfonos celulares, etcétera;
- decuplicación de los programadores de nuevos paradigmas de programación;
- centuplicación de la memoria primaria;
- centuplicación del almacenaje secundario;
- centuplicación de los datos disponibles en red, y
- centuplicación de la compresión de video.

VIII. A MANERA DE CONCLUSION

Si lo permitimos, las micro-computadoras, junto con sus equipos de apoyo, pueden tener un efecto civilizador. Sin duda, podrán ampliar nuestra inteligencia y nuestra habilidad en la manipulación de símbolos.

Puede ser que también nos ayuden en nuestra búsqueda permanente de mejores caminos para ampliar la capacidad y el razonamiento del hombre: estamos muy cerca de poder crear medios de aprendizaje que emulen nuestros procesos de pensamiento.

Es necesario aplicar los conceptos de los diversos campos y áreas del conocimiento -con el objeto de fundir las tecnologías de *hipermedia*, *media* óptica, inteligencia artificial, etc.- para crear no únicamente *multimedia*, sino medios múltiples que estén integrados en una estructura completa y transparente.

Una de nuestras características como seres pensantes ha sido el estar dispuestos a enfrentar lo "que es" y a imaginar lo que "puede ser". Los problemas de hoy pueden resolverse cuando hayamos encontrado los caminos creativos para la aplicación de las nuevas tecnologías.