

HORACIO C. REGGINI

COMPUTADORAS

**¿Creatividad o
Automatismo?**

Ediciones



Calibrego

Indice

Prólogo 9

1. Las computadoras en la educación
 2. Revisión del aprender y el enseñar
 3. En busca de la creatividad y de nuevos estilos de pensar
 4. Las computadoras y el espíritu humano
 5. Aprendizaje y ordenadores
 6. Las computadoras: ¿parte del entorno cultural o tecnología aislada?
 7. Explorando formas espaciales con Logo
 8. Las computadoras como medios de expresión
 9. Luces y sombras de las computadoras en educación
 10. El nuevo mundo de los medios de comunicación
 11. La inteligencia artificial y el sentido común
 12. Popper y Papert
 13. Diálogo con las computadoras por medio de imagen y sonido
 14. Computadoras para todos
 15. Logo: un nuevo enfoque de las computadoras en la educación
 16. Ciencia y estructuras: una reflexión prospectiva
 17. ¿Creatividad o automatismo?
 18. Hacia una inserción humanista de las computadoras en la educación
 19. Logo y las ideas de John von Neumann
 20. Informática y calidad de vida
 21. Logo en Latinoamérica
 22. La libertad de aprender
 23. Hacia un uso artesanal de las computadoras
 24. Jugando con formas espaciales
 25. Creación y representación de formas tridimensionales
 26. Desafío a la mente
 27. Alas para la mente
 28. El segundo yo
 29. Ideas y formas
 30. La sociedad de la mente
 31. El Laboratorio de Medios
 32. Logo: una innovación en el campo de las computadoras
 33. La computadora como lápiz
 34. Computadora personal: descubrir para aprender
 35. Lo humano en busca de lo humano
- Epílogo

COMPUTADORAS: ¿CREATIVIDAD O AUTOMATISMO?

Horacio C. Reggini
Ediciones Galápagó, Distribución Emecé, Buenos Aires, 1988.

Prólogo

Hace ya más de tres décadas tuve la oportunidad de establecer contacto con el que, sin temor a exageraciones, puede llamarse el descubrimiento del siglo: las computadoras. Las primeras máquinas, en ese momento, eran no sólo costosísimas sino casi inaccesibles. Pocos años más tarde, pude conocer muy de cerca el proyecto MAC del Instituto Tecnológico de Massachusetts que, ya a principios de los años '60, encaraba el estudio experimental acerca de cómo las computadoras podían servir al ser humano en su quehacer intelectual y creativo. Las iniciales MAC correspondían a las palabras "machine aided cognition" (cognición ayudada por máquinas) que expresaba el objetivo general del proyecto, y también "multiple access computer" (acceso múltiple a computadoras), que describía su modo de operación. Desde entonces, me mantuve ligado a las computadoras como profesional, docente e investigador. En todo este tiempo, el impulso inicial de la nueva tecnología no ha menguado y el entusiasmo se mantiene intacto en todas partes del mundo.

Hoy, adelantos como la fibra óptica y las técnicas de paralelismo en los nuevos diseños de computadoras, permiten vislumbrar prodigios tecnológicos que superan fantasías del pasado. El futuro, que alguna vez fue lejano, se hace realidad cada día.

Siempre sostuve que las computadoras debían ponerse en manos de la gente a fin de que pudieran ser medios de crecimiento para todas las personas sin distinción de actividades. Pero sólo a partir de la década del '70 y –más intensamente– después de 1980, la aparición de los pequeños equipos personales hizo posible que la informática se evadiera de los estrechos límites impuestos por el ámbito del laboratorio o de las grandes organizaciones. Actualmente, millones de personas de todo el mundo mantienen un fluido diálogo con su computadora que les permite trabajar, crear y estudiar en forma autónoma e independiente.

Sin embargo, la verdadera interacción con las computadoras está en ciernes: la humanidad tecnológica está dando sus primeros balbuceos y es aún muy pronto para las evaluaciones.

¿Qué papel cumplirán las computadoras en las próximas décadas? La respuesta debemos buscarla entre todos. Quienes sucumben al "hechizo de las computadoras", ese deslumbramiento irreflexivo por la novedad tecnológica, anticipan años dorados en los que la técnica nos brindará mil beneficios materiales. Quienes, por el contrario, sienten una aversión –igualmente irreflexiva– por todo lo nuevo, advierten sobre los peligros de una próxima "esclavitud cibernética" que terminará por robotizarnos y despojarnos de nuestros valores más genuinos. Personalmente, creo que sólo una cabal comprensión de su significado y una amplia libertad de aplicaciones permitirá encontrar nuevas y más humanas utilidades de las máquinas, para que su enorme potencial tecnológico no nos convierta en meros receptores pasivos de información.

El camino se bifurca y debemos optar: ¿creatividad o automatismo? El contenido de esta obra responde a la primera premisa, convencido de que es responsabilidad de los científicos contribuir a

la más armoniosa introducción de las nuevas tecnologías en la sociedad. Creo, también, que cuanto más profundizamos en la tecnología más hondo podemos llegar a calar en la esencia de nuestra humanidad.

Los artículos, conferencias, presentaciones, entrevistas, etc. que componen este libro tienen una tesis en común: sólo un uso sabio de los nuevos medios tecnológicos podrá convertirnos en personas más plenas, creadoras y libres. Esta tesis es aplicada a diversos temas que me han interesado desde hace años: las computadoras en general, las computadoras en la educación, la inteligencia artificial, el diseño y construcción de formas en el espacio, la psicología del aprendizaje, el crecimiento del conocimiento científico. Es, además, el concepto básico que confiere unidad al libro y a la diversidad de temas tratados. Para hacer aceptable la superposición marginal de algunos de los capítulos, los he revisado y modificado a fin de evitar reiteraciones innecesarias; no obstante, he conservado algunas repeticiones para que cada capítulo sea independiente.

La primera parte está integrada por notas y artículos publicados en distintos medios, algunos de ellos dedicados específicamente a la educación, como la Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, o a la cultura en general, como la revista Criterio. Otros aparecieron en diarios y revistas de amplia circulación, como el diario La Nación. Ellos fueron fruto de muchas horas de reflexión con colegas, amigos, maestros y también niños.

La segunda parte incluye conferencias que pronuncié en distintos ámbitos –también, como los artículos– a partir de 1980. Ellas respondieron a gentiles invitaciones de diversas instituciones interesadas en discutir nuevas formas de pensar y de actuar.

Siguen a continuación palabras de presentación de libros que aportan, a mi entender, ideas y materiales significativos para un mejor entendimiento del uso presente y futuro de las computadoras.

En la última parte agregué algunas entrevistas en las que respondo a distintas preguntas relacionadas con el tema central del libro.

Al pie de la primera página de cada capítulo he indicado el lugar y la fecha de su origen. Deseo agradecer a los directores de los diversos medios en los que aparecieron los trabajos por permitirme incluirlos en este volumen.

Creo que las ideas de las computadoras son nuevas e importantes y de vital trascendencia en el proceso de la evolución humana. Es por ello que es menester, más que nunca, la integración sana de esta nueva tecnología en todos los órdenes, sin producir fragmentaciones en la cultura y sin conducir a instituciones o estilos de vida indeseables. Para aportar mi grano de arena a esta tarea, he tratado de elegir dos vías: por un lado, influir en la educación, intentando que las computadoras posibiliten un crecimiento personal más creativo, menos dogmático; por el otro, investigar, desarrollar y divulgar, a través de los medios de comunicación, métodos y modalidades apropiados de aplicaciones de las computadoras en variados campos del quehacer diario. Estas páginas traducen mi pensamiento como así también muchas de las alternativas que jalonan un camino que aún está por recorrerse.

COMPUTERS: CREATIVITY OR AUTOMATISM?

Prologue

More than three decades ago I first had the chance to make contact with that which, without fear of overstating, can be called the discovery of this century: the computer. The first computers, at that time, were not only extremely expensive but almost inaccessible. A few years later, I became close to the MAC Project at the Massachusetts Institute of Technology which since the early '60s, has researched how technology can enhance human beings intellectually and creatively. "MAC" comes from "Machine Aided Cognition" which was the general goal of the project, and also from "Multiple Access Computer" which meant its operative mode. Since then, I have remained tied to computers as a consulting engineer, a professor and a researcher.

During this time, the initial surge of the new technology has not declined and enthusiasm remains high all over the world.

Today, new discoveries, like fiber optics and parallelism techniques in new computer design allow us to foresee technological marvels that go beyond yesterday's fantasies. The future, which once seemed so far away, becomes reality every day.

I have always believed that computers should be placed in people's hands as a means for growing, no matter what their activities are. But it was only in the '70s and -much more intensively- after 1980, with the invention of small personal computers, that informatics could escape from the narrow limits imposed by the setting of the laboratory or large organizations. Today, millions of people around the world have a fluent dialogue with their computers, which permits them to work, create and study independently and autonomously.

However, real interaction with computers is just beginning. Technological humanity has just stammered its first words and it is still too early for evaluations.

What role will computers play in the next decades? We must search together for the answer. Those who succumb to "computer magic", that unthinking enchantment by the technological novelty, anticipate golden years when technology will provide us with thousands of material benefits.

On the other hand, those who reject, also unthinkingly, anything new, warn of the dangers of a coming "cybernetic slavery" that will end up turning us into robots and stripping us of our more genuine values. I believe that only a thorough understanding of their significance and an ample freedom of application will allow us to find new and more human uses for computers, so their enormous technological potential does not turn us into mere passive receivers of information.

The road divides and we must choose: creativity or automatism?

This book responds to the first premise as I am convinced it is scientists' responsibility to contribute to the most harmonious introduction of the new technologies into society. I also believe that the more we learn about technology, the deeper we can perceive the essence of our humanity.

The articles, lectures, presentations and interviews, etc., that comprise this book have one common thesis: only a wise use of the new technological tools can make us more complete, creative and freer people. This thesis is applied to the different areas I have been interested for years: computers in general, computers in education, artificial intelligence, the design and construction of forms in space, the psychology of learning, and the development of scientific knowledge. It is also the basic concept which gives unity to the book and to the variety of areas dealt with. I have revised and made minor changes in some of the chapters to avoid unnecessary repetition and to make the

marginal superpositions among them more acceptable; although, in some cases, I have allowed some repetitions so that each chapter may stand independently.

The first part is made up of notes and articles published in different media, some of them dedicated specifically to education, such as Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, or with culture in general, such as Revista Criterio. Others appeared in newspapers and magazines of wide circulation, such as the newspaper La Nación. They were the results of many hours of reflection and discussion with colleagues, friends, teachers and children.

In the second part I have included lectures given in different settings -like the articles- since 1980. They were answers to kind invitations from different institutions interested in discussing new ways of thinking and acting.

What follows then are the presentations of books which offer, I believe, contain significant ideas and materials for a better understanding of present and future use of computers.

In the last part, I have added some interviews in which I answer different questions related to the central thesis of the book.

At the bottom of the first page of each chapter I have indicated the place and date of origin. I would like to thank the publishers of the different media where these works have appeared for permitting me to include them in this book.

I believe the ideas concerning computers are new and important and of vital significance for the process of human evolution. That is why, more than ever before, a sensible integration of the new technology is necessary at every level, while avoiding the fragmentation of culture and without leading towards undesirable institutions or life styles. In my humble contribution to all this, I have chosen two paths: on one hand, to influence education, trying to make of computers tools to enable more creative, less dogmatic personal growth; on the other hand, to investigate, develop and spread through mass media appropriate methods and means to apply computers in various areas of daily life.

These pages express my thoughts as well as many of the alternatives that mark out the road yet to be travelled.

Artículo publicado en la revista Criterio, Buenos Aires, Año LIV, N° 1871, el 12 de noviembre de 1981. Reproducido en el Boletín del Instituto Bayard, 1982, en la publicación Aportes de la Sociedad Argentina para la Enseñanza de la Ingeniería, UADI, N° 7, abril 1982 y en la publicación GEIA, Grupo de Estudios de Informática Alternativa, CETAL, Valparaíso, Chile, C-17/18, octubre 1985. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 1.

Las computadoras en la educación

Horacio C. Reggini

Desde que comencé a trabajar con computadoras en 1959, consideré importante que todas las personas tuvieran la posibilidad de interactuar con las herramientas más poderosas que se han creado. La difusión acelerada de las computadoras personales en la década del '70 lo hizo posible. Su empleo en la educación puso de relieve urgentes cuestiones éticas y metodológicas que aún es necesario resolver.

Con gran frecuencia y creciente interés se trata y discute en los más diversos ámbitos el tema de la inserción de las computadoras en la educación. La realidad es que, desde distintos caminos, las computadoras están irrumpiendo en las aulas. Sin duda, este hecho producirá consecuencias profundas en el actual sistema educativo. Si enriquecerá o no la vida de los estudiantes, dependerá en grado sumo de la instrumentación adoptada.

Algunos comentarios iniciales sobre las computadoras

Es usual pensar acerca de las computadoras como instrumentos velocísimos de cálculo o como dispositivos capaces de albergar infinidad de datos. Estas concepciones son ciertas, pero no revelan la verdadera esencia de las computadoras y su posible contribución innovadora al quehacer educativo.

Identificarlas con las difundidas calculadoras destinadas a realizar todo tipo de cuentas es un error habitual. Incluso en el campo técnico-científico, la historia de la aplicación de las computadoras está notablemente condicionada por un esfuerzo continuo hacia su inmediata aplicación en problemas ya convencionalmente formulados; las computadoras se aplican con frecuencia como meras herramientas de cálculo al servicio de técnicas mediocres o de metodologías anticuadas. El producto resultante, por supuesto, no es necesariamente mejor que el obtenido sin haber hecho uso de la computadora. Desafortunadamente, puede ser también peor.

La confusión citada ha velado apreciablemente las nuevas habilidades que surgen al emplear las computadoras para la descripción de procesos y de situaciones y para la comunicación sencilla de ideas y de conceptos.

Desde hace años han existido instrumentos o medios para albergar, manipular y recuperar información simbolizada de distintas maneras. Las personas los han utilizado para comunicarse con otras personas o consigo mismas en un momento posterior. Los medios externos sirven para materializar los pensamientos, y a través de su empleo en idas y vueltas, enriquecen los caminos que recorre la razón. Además, proveen metáforas que contribuyen a nuevos modos de pensar en

otros medios. Cualquier mensaje es, en uno u otro sentido, la representación o la “simulación” de una idea. Ya sea éste figurativo o abstracto, la esencia del medio depende de la forma en que los mensajes se registran, se alteran, se miran o se leen.

La computadora es un nuevo “metamedio” y el uso de lenguajes adecuados permite una nueva forma de expresión del pensamiento. La capacidad de la computadora para simular los aspectos de cualquier modelo de la realidad hace posible que, considerada como un modelo de sí misma, pueda simular todos los otros medios si las modalidades de gobierno y de respuesta se proveen en forma conveniente.

Una vez escrita sobre el papel, una formulación analítica permanece estática y requiere la presencia y acción del lector para hacer visible o dar vida a su significado. Por el contrario, el conocimiento comunicado a la computadora adquiere dinamismo al ser procesado y, automáticamente, produce las respuestas que se derivan de ese conocimiento.

Hasta ahora, la interacción de las personas con sus medios de expresión ha sido fundamentalmente pasiva, no dialogada. Los signos sobre el papel, el dibujo o la pintura en un plano, y aun la fotografía o la imagen en un televisor, no pueden cambiar según los deseos del observador. Con la computadora, en cambio, la interacción es activa, y los mensajes se transmiten tanto entre la persona y la máquina como en sentido inverso.

Las computadoras en las aulas

Las computadoras no son por sí solas instrumentos educativos. Su beneficio depende de la manera en que se las presenta al educando.

Los maestros y profesores han empezado a usar el poder de la computadora para presentar el mismo material de siempre de una manera distinta. Es preciso, en cambio, detenernos y reexaminar tanto el contenido como el método de enseñanza que debería basarse también en mejores teorías de aprendizaje.

Este impulso inicial de los educadores en cuanto a incorporar la nueva tecnología a sus anteriores formas de enseñanza no es de extrañar. Es, antes bien, típico de cómo la mayoría de la gente asimila al principio cualquier nueva tecnología. Así sucedió con el cine –en sus albores, no fue sino “teatro fotografiado”– y con tantos productos y métodos nuevos que se intentan utilizar siguiendo hábitos y costumbres de otras épocas.

Las computadoras como máquinas de calcular

En una primera modalidad las computadoras se usan sólo como calculadoras; es decir, se limitan a la simple resolución numérica de los problemas de los textos clásicos, los que generalmente están disociados tanto de la realidad cotidiana como de los propósitos personales de los educandos.

Instruir a niños o adolescentes en lenguajes de computación Basic, Fortran, Cobol o Pascal, para resolver ecuaciones o para automatizar facturaciones contables, no interesa desde un punto de vista educativo profundo; puede ser, incluso, contraproducente. Conduce en general, a una acentuación de las características tecnológicas de una parte de la sociedad presente, sin vínculos de aproximación con las áreas comúnmente denominadas humanísticas.

Las computadoras como máquinas de enseñar

En la segunda modalidad, –indebidamente reconocida en muchos círculos, como el aporte moderno e importante de las computadoras a la educación– la computadora es empleada para programar al estudiante en vez de emplearla en sentido inverso. Es la denominada “instrucción asistida por computadora” (en inglés CAI, computer assisted instruction), en la que el alumno opera con la computadora hasta que es programado para dar las respuestas correctas a preguntas preparadas por maestros, por medio de programas elaborados previamente (instrucción programada). Su difusión se debe principalmente al hecho de que la modalidad de enseñanza basada en preguntas y

respuestas es una de las aplicaciones más simples y cómodas de implantar en la computadora y, asimismo, porque aún con la computadora continúa el estilo de enseñanza practicado desde antaño por los maestros y profesores ante conjuntos de alumnos en clase (ya que los alumnos pueden ser controlados y evaluados cuantitativamente en forma simple). Es otro ejemplo típico y lamentable de usar ideas nuevas para formulaciones antiguas.

La creencia común es que un alumno puede acercarse a la computadora, formularle cualquier pregunta, y obtener respuestas. En realidad, esto exige ímprobos tareas de programación por parte de expertos, y por supuesto, sólo para un número estrecho y acotado de consultas en campos específicos. Aun cuando pudieran prepararse centenares de programas por ese camino, la enseñanza usual se tornaría más aburrida y convencional, y requeriría, además, ingentes recursos humanos y materiales. No obstante, la mayor limitación de esta modalidad radica en que no permite al alumno un control flexible sobre su propio proceso de aprendizaje.

Las dos modalidades anteriores de utilización de las computadoras en las aulas carecen a menudo de imaginación y se han infiltrado peligrosamente entre muchos educadores. Aunque las computadoras actualmente disponibles son lo suficientemente poderosas para ofrecer algunas opciones reales, las viejas aplicaciones ya han comenzado a echar raíces.

Las computadoras como instrumentos de otras disciplinas

Una tercera modalidad, muy similar a la primera pero más aceptable, consiste en que los alumnos escriban programas y/o utilicen programas ya preparados para ayudarse en la resolución de los problemas clásicos que se plantean en las diversas asignaturas. Se dice entonces que las computadoras actúan como herramientas o instrumentos, permitiendo que se hagan cargo de los aspectos de cálculo de los problemas. Se tiende a insistir en la habilidad de trasladar un problema determinado de álgebra, física, etc. a un lenguaje de computación que lo pueda resolver. Esta modalidad no cuestiona los contenidos ni las metodologías de las asignaturas existentes y, si bien puede ser provechosa para el tratamiento de algunos temas, no proporciona en esencia un aporte nuevo y significativo a la educación. Desafortunadamente, en muchos casos refuerza la enseñanza de temas inútiles elegidos sólo porque pueden resolverse rápidamente por medio de la computadora. En otros casos, temas importantes son oscurecidos en su cabal desarrollo y comprensión por la insistencia del uso superficial o innecesario de la computadora.

Un aprendizaje verdadero, con la propiedad de persistir después de la experiencia en clase, y de poder ser transferido a la vida real, requiere la unión íntima entre lo conceptual y lo instrumental.

Las computadoras como medios intelectuales creativos

El papel primordial de la computadora en una función imaginativa y original debería ser el de un elemento que se entrega al estudiante para que él mismo descubra y experimente, y no el de un instrumento que se proporciona al maestro o profesor para facilitarle la enseñanza.

En esta cuarta modalidad, la computadora es un instrumento intelectual para el estudiante. Le permite explorar un microcosmos rico en experiencias lógicas; un mundo personal en el que todas las respuestas contribuyen a una profundización de sus experiencias. El estudiante desarrolla una serie de conceptos compatibles con su propio crecimiento y percepción. La consecuencia más importante reside en la capacidad del estudiante para articular el trabajo de su propia mente; en particular, la interacción entre él como operador y la realidad a medida que aprende y piensa.

Empero, no es suficiente instalar computadoras cualesquiera en un aula. Para que puedan desempeñar el papel educativo deseado, las computadoras instaladas deben comprender un lenguaje que el educando pueda aprender sin dificultad, que él experimente placer al hacerlo y, además, que le permita llevar a cabo tareas prácticas. Tal es el caso, por ejemplo, del lenguaje Logo desarrollado por Seymour Papert en los últimos años.

En esta modalidad, que consiste en proporcionar al educando una computadora simple y de fácil y potente programación, el maestro comienza por indicar el significado de frases elementales que el alumno pasa a experimentar de inmediato; con ellas, comienza a realizar la descripción de un procedimiento; por ejemplo, trazar alguna figura geométrica. Al hacerlo, desarrolla rápidamente estructuras de repetición que le permiten la realización de ideas cada vez más complejas. Luego, se le sugiere cómo introducir la idea de movimiento. Y así, sucesivamente, se lo va introduciendo en el mundo de la geometría, de la aritmética, de la física, de la música, etc.

Independientemente de las clases habituales, que siempre han de existir, y de los problemas propuestos a los alumnos, es además necesario que germine en la mente de los maestros la idea de que la computadora debe ser también empleada libremente por los alumnos para propósitos reales y para proyectos de interés personal. Es sabido que en la vida diaria, para la realización de cualquier tarea es preciso poseer, aparte de un saber específico, el conocimiento general de naturaleza heurística que se relaciona con la habilidad de concretarla. Esto incluye el planeamiento, la corrección de errores o desvíos del objetivo deseado, la estructuración modular de las actividades, la invención de modelos y el análisis de su adecuación con la realidad, etc.

Todo lo anterior vale para un científico que busca una teoría satisfactoria, para un ingeniero que diseña un sistema conveniente, para un administrador que hace que una organización funcione o para un niño que construye un castillo en la arena. Lamentablemente, esas ideas no se practican suficientemente en la educación tradicional. Creo, sin duda, que el empleo apropiado de las computadoras por los niños puede contribuir exitosamente a su capacidad de pensar y hacer, remediando en algo esa situación. Programar una computadora significa, por un lado, establecer una comunicación en un lenguaje que ambas partes –persona y computadora– puedan entender. Por otro, implica objetivar un proceso y comprender la abstracción de construir, analizar y describir una sucesión de pasos o procedimientos. Es difícil, empero, presentar estas ideas generales, sin proponer primero ejemplos concretos. Por otra parte, los ejemplos concretos adquieren significado a la luz de las ideas generales; exponerlos antes de explicar su sentido resulta árido y se presta a interpretaciones incorrectas.

Hacia nuevas escuelas

La evolución de las computadoras ha seguido un proceso similar al de muchos inventos. Las primeras computadoras eran grandes, difíciles de utilizar, costosas y sólo accesibles a un reducido grupo de personas. La situación se ha revertido totalmente y, en la actualidad, es factible su uso generalizado tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Lo anterior plantea a la educación un grave dilema. Las computadoras pueden irrumpir en las aulas con criterios equivocados y crear crisis agudas sin beneficios para los educandos. Todo depende de la modalidad de su empleo, de la forma de comunicación con la computadora y de las primeras orientaciones que imparte el maestro. Es imprescindible, entonces, que los educadores comprendan cabalmente la renovación intelectual que exige el uso de las computadoras como nuevos medios de exploración y de pensamiento.

Es importante señalar que a los niños les entusiasma en grado sumo manejar una computadora según la última modalidad citada. La naturaleza interactiva del diálogo, el hecho de que ellos se encuentran gobernando el timón de una situación, la sensación de hacer cosas reales en lugar de cumplir con tediosos deberes, la forma visual o auditiva del resultado, todo contribuye a dar un fuerte carácter de realización personal a sus experiencias. Es por ello que sus tiempos de atención se miden en horas en lugar de minutos. Esto ocurre cuando piensan y confeccionan programas interesantes por sí mismos y no cuando utilizan “programas de enseñanza” preparados por otros. Ciertamente la utilización “personal” de las computadoras por los niños es adecuada y beneficiosa

para la formación educativa. También deben alentarse los programas que contienen ciertas características lúdicas. El juego con palabras, frases y dibujos o con leyes, reglas y sistemas lógicos, suscita analogías y ayuda a una oscilación entre lo particular y lo general. No todo juego lleva a aprender, pero todo proceso de aprendizaje contiene algo de juego. Las analogías y modelos son, además, componentes necesarios de cualquier proceso creativo en las ciencias y en las artes. La ciencia y la tecnología son elementos sobresalientes de transformación de la sociedad de toda época histórica. En el momento actual, las computadoras, como máquinas que amplifican extraordinariamente las capacidades intelectuales, deben ser usadas como nuevos medios tanto en las humanidades como en la ciencia. En las humanidades para acercar éstas a la ciencia; en las ciencias para vincularlas más con lo espiritual, adoptando así un papel integrador y digno de la actividad humana.

En un futuro cercano las computadoras convivirán con los hombres en muchas tareas cotidianas, y si desde temprana edad los niños se acostumbran a comunicarse apropiadamente con las máquinas, éstas se convertirán en prolongaciones dóciles de sus proyectos personales.

Es necesario, sin duda, humanizar las máquinas y no tecnificar la mente de los niños. Esta visión humanística se antepone a una concepción meramente tecnológica de las computadoras en la educación, y es de esperar que sea la que prevalezca finalmente en la realidad argentina.

"Revisión del aprender y del enseñar", Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, I.I.E., Buenos Aires, Año 9 , N° 43, noviembre 1983. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 2.

Revisión del aprender y el enseñar

Horacio C. Reggini

Existe una opinión generalizada de que la educación actual, con sus raíces en la Revolución Industrial, es inadecuada para el momento presente. Hay que cambiarla, transformarla... el problema es cómo hacerlo. En esta nota me refiero a los aportes de distintos investigadores en torno a la necesidad de desarrollar nuevas pautas educativas.

Con frecuencia escuchamos comentarios sobre los objetivos y actividades de los institutos de enseñanza. Qué se enseña, cómo se enseña y para qué se enseña, son temas de permanente discusión en los niveles primarios, de enseñanza media y en el ámbito universitario. A esa situación se ha sumado, agresiva y confusamente, la irrupción desenfrenada de las computadoras en las aulas. Es imprescindible, sin duda, una meditación profunda y un accionar prudente a los efectos de orientarnos y conducirnos en el momento actual.

La introducción lisa y llana de las computadoras en procesos de enseñanza-aprendizaje sin arraigo con la realidad y sin significación y sentido para el alumno contribuirá a estancar aún más la situación. En esta nota no me detendré en modalidades de uso de las computadoras en educación sino que, más bien, expondré algunas investigaciones recientes en el campo de la ciencia cognitiva. Estoy convencido de que, sin una comprensión verdadera de los aspectos cognitivos de la adquisición del saber, no puede obtenerse mejora alguna. Las computadoras, aun utilizadas en su modalidad más excelente, no lograrán el despegue deseado; por el contrario, como pintura nueva aplicada sobre superficie con óxido, lo postergarán cada vez más.

Investigaciones de L. B. Resnick

En un artículo recientemente aparecido en la revista Science 2, "El aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas: una nueva concepción", Lauren B. Resnick cita y describe una serie de estudios cognitivos que sugieren nuevos enfoques sobre la enseñanza, y puntualiza los hechos siguientes, obtenidos del análisis de numerosas observaciones:

- En física y otras ciencias, los alumnos no saben aplicar las leyes y fórmulas en las que han sido entrenados a la resolución de casos físicos reales. Esto sucede también con los alumnos que resuelven muy bien los problemas o ejercicios propuestos en los libros de texto.
- Todos los alumnos llegan a sus primeras clases de ciencias con teorías sorprendentemente elaboradas acerca de cómo funciona el mundo natural. Utilizan esas teorías "ingenuas" (naïve theories) para explicar el mundo real, antes de haber recibido alguna explicación científica.
- Diversos estudios muestran que para resolver problemas satisfactoriamente se requiere una cantidad substancial de razonamiento cualitativo. Solamente cuando se han entendido las

situaciones y sus variables de un modo cualitativo, se pueden empezar a aplicar las cuantificaciones que con frecuencia identificamos erróneamente como la esencia de las matemáticas.

Resnick expone a continuación los siguientes puntos de vista acerca de la persona que aprende:

- Los alumnos construyen o elaboran por sí mismos sus conocimientos. No aceptan simplemente lo que se les dice o lo que leen. Buscan el significado y tratan de encontrar regularidad y orden en los sucesos del mundo. Las teorías "ingenuas" siempre forman parte del proceso de aprendizaje.
- Para entender algo hay que conocer sus relaciones. El conocimiento humano está agrupado y organizado en la memoria según esquemas que las personas pueden usar ya sea para interpretar situaciones familiares o para razonar acerca de otras nuevas. La información que se recibe aislada de esas estructuras se olvida o se vuelve inaccesible a la memoria.
- El aprendizaje depende del conocimiento anterior. Los alumnos tratan de ligar la nueva información con aquélla que ya tienen, para interpretar así el nuevo material de acuerdo con esquemas establecidos.

Las consideraciones anteriores son presentadas por Resnick como novedad. Sin embargo, el lector que conoce los estudios que sobre el aprendizaje espontáneo de los niños realizó Piaget 3,4, recordará lo que éste aseveraba al respecto: el niño absorbe lo nuevo dentro de lo viejo –en un proceso que denominó "asimilación"– y construye su conocimiento en el transcurso de un trabajo activo con él.

El artículo plantea luego estas conclusiones y recomendaciones:

- Nunca es demasiado pronto para empezar. Si se logra que las personas accedan a las teorías científicas en edad temprana, las teorías "ingenuas" no arraigarán en forma tan firme.
- La enseñanza debe enfocar los aspectos cualitativos de las situaciones matemáticas y científicas. El avance demasiado rápido hacia fórmulas y procedimientos no ayuda a los educandos a adquirir el tipo de habilidades analíticas y representativas que necesitan. Los procedimientos y fórmulas deben ser tratados como temas que tengan un sentido y las personas deben verse envueltas en la tarea de darles sentido. De lo contrario, estas fórmulas o procedimientos no podrán ser usadas en otras situaciones que no sean exactamente iguales a aquellas en las que fueron enseñadas.
- Ya que las teorías ingenuas son inevitables, los profesores deben tenerlas en cuenta y confrontarlas directamente con las correctas. Conviene que los alumnos sean llevados a comparar sus propias teorías con aquéllas que deben aprender y tratar el conflicto entre unas y otras de la misma forma en que lo hacen los científicos. La enseñanza usual rara vez reconoce explícitamente las teorías anteriores de las personas (excepto para decir que están erradas) y no tiene en cuenta el difícil trabajo intelectual y psicológico que significa abandonarlas o revisarlas sustancialmente.

Resnick finaliza comentando que las investigaciones de la ciencia cognitiva no están cambiando solamente nuestra interpretación acerca de cómo la gente aprende matemáticas o ciencias, sino que también están desarrollando una teoría del aprendizaje en la cual el contenido de lo que se aprende tiene un papel importante. O sea que los científicos cognitivos reconocen que, a los efectos de entender el proceso general de aprendizaje, deben estudiar cómo la gente aprende temas particulares.

Investigaciones de S. Papert

Seymour Papert ha venido investigando y publicando sus estudios sobre el aprendizaje y la psicología de la inteligencia desde 1959. En 1980 publicó su libro *Desafío a la mente* en el que expone sus puntos de vista sobre la educación y las computadoras y la relación entre ambos temas. Aunque, en sus análisis, Papert menciona especialmente a los niños, es indudable que sus puntos de vista se aplican también a los adultos. Los méritos del libro no impiden que resulte extraño y difícil al lector desprevenido. Primero, por los aspectos educativos analizados, lo que sorprende a muchos

docentes; segundo, por tratar a las computadoras con un criterio distinto del habitual, lo que inquieta a muchos expertos.

Papert sostiene que, ya que las personas aprenden haciendo y pensando en lo que hacen, es lógico que los ingredientes fundamentales de una innovación en la educación deben buscarse en la realización de mejores actividades y maneras de reflexión acerca de cómo se llevan a cabo esas actividades; justamente, las computadoras, adecuadamente utilizadas, pueden proporcionar esos ingredientes.

Los hechos y las conclusiones del artículo de Resnick aparecido en la revista Science de este año son conocidos y tenidos en cuenta muy especialmente por Papert en su obra de muchos años. Basta recordar su convencimiento de que un primer paso hacia la comprensión de un concepto está relacionado con la posibilidad de integrarlo con nociones anteriores (principio de continuidad), con la realidad de hacer (principio de poder) y con el entorno social (principio de resonancia cultural). Papert nos habla también de microcosmos donde pueden incubarse y crecer con particular facilidad ciertas clases de pensamiento. Es interesante señalar que Alfonso López Quintás⁵ se refiere a un concepto similar con el nombre de ámbitos, campos de posibilidades de acción o de juego. López Quintás insiste en la necesidad de crear ámbitos fecundos de interacción lúdica del conocimiento con el propio yo a fin de hacer posible la libertad del ser humano y el desarrollo de la madurez de su personalidad. López Quintás define también en su obra el sentido altamente positivo y fecundo del juego como impulsor de toda labor educativa y expresa: "educar es enseñar a jugar, a realizar día a día, creadoramente, la gran tarea dialógica de instalarse en lo real".

En sus trabajos sobre el aprendizaje, Papert reconoce la idea piagetiana del niño como constructor de sus propias estructuras intelectuales. Es así como valora intensamente el factor emocional durante la adquisición de nuevos conocimientos e insiste en que éstos deben tener un propósito personal reconocible por el educando; asimismo sostiene que toda educación debe tender a que el que aprende ejerza en forma responsable su libertad. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, que caracterizó como condiciones naturales para un desarrollo intelectual adecuado, Papert creó en 1966, junto con otros investigadores del Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts, el lenguaje Logo de computación. Hoy, Logo puede ser considerado no sólo como un lenguaje de computación, sino como una modalidad educativa. La implementación de Logo en las aulas no puede improvisarse, sino que requiere, por parte de los docentes, un reconocimiento cabal de los principios cognitivos en que está inspirado y marcos o ambientes culturales apropiados. Los docentes deben comprender que la filosofía de su uso es más importante que los productos que se obtienen con la máquina. Como bisturí delicado, Logo vuelve más rico y penetrante el proceso educativo, pero, al mismo tiempo, lo torna más complejo y difícil de encaminar si no existe una visión clara de sus fundamentos y alcances.

Otros antecedentes

Existe en los educadores la conciencia creciente de la necesidad de introducir reformas en los planes y métodos de enseñanza. Ratto⁶ señala con acierto la conveniencia de llevar no sólo el producto de la ciencia sino también la actitud científica al proceso de la enseñanza de las ciencias. Por su parte, Botkin, Elmandjra y Malitza⁷ plantean la necesidad de un aprendizaje innovador ("innovative learning") versus un aprendizaje convencional de mantenimiento o de choque ("maintenance/shock learning"). Hacen notar que, a pesar de que las tendencias modernas se orientan a abolir los métodos que carecen de la participación activa del alumno, las tecnologías educativas más difundidas no brindan la participación buscada. Citan primero el caso del alumno aislado en un compartimiento reducido, escuchando y/o viendo la lección grabada en cinta. Como segundo caso infortunado de aprendizaje sin participación verdadera, describen al alumno sentado,

semihipnotizado, frente a una computadora, accionando botones con las inscripciones "sí" o "no", o respondiendo a las preguntas o indicaciones sin ingenio ni afecto de un programa de "instrucción asistida por computadora". Los autores nombrados indican que el aprendizaje innovador requiere el esfuerzo creativo, personal y autónomo del educando, a través de lenguaje e imágenes, de la puesta en juego de valores y relaciones humanas. Todo ello implica riesgos, y expresan: sin riesgos no existe aprendizaje innovador. Señalan también la trampa en que se cae al dar demasiado énfasis, mediante una equivocada modalidad de utilización de computadoras, a la resolución de problemas, en lugar de hacer hincapié en la percepción, la definición y la formulación de esos problemas.

Conclusiones

Los resultados de las investigaciones de la ciencia cognitiva aclaran y explican formas de ser y de actuar de profesores y maestros. En un proceso educativo genuino, los temas tratados poseen puntos de contacto con el mundo circundante y relevancia personal para el alumno. El diálogo enseñanza-aprendizaje debe alentar y favorecer la actividad autoconstructiva del educando, a fin de que éste se encuentre con su propio yo, saque partido de sus recursos intelectuales y perciba que lo que aprende lo habilita para interactuar con su alrededor. Deben existir lazos de afectividad con lo que se aprende: es necesario que lo conceptual se vincule claramente con lo instrumental y que todo ambiente de aprendizaje permita convertir las ideas en hechos, con la posibilidad de corregir errores y de modificar rumbos.

No es ajena a todo lo expuesto la idea de que la educación debe buscar el desarrollo integral de la persona humana resaltando los valores de la inteligencia, la voluntad, la conciencia y la fraternidad. El crecimiento indiscriminado de la inteligencia, sin un enriquecimiento paralelo de los valores morales, no es el objetivo de una auténtica educación.

Cabe destacar, asimismo, que los beneficios de la informática y de la automatización dependen fundamentalmente de cómo se aplican y con qué criterio se utilizan, y no de la mera presencia de las máquinas, que no son por sí mismas instrumentos educativos.

Recordemos que la función de enseñar consiste, desde un punto de vista restringido, en ayudar a aprender, de manera más formal y rigurosa, aquéllo que se comienza a conocer de manera intuitiva. Esa es, precisamente, una de las tareas, sencilla y extraordinaria a la vez, a la que las computadoras pueden contribuir notablemente.

Creo que las computadoras deben encuadrarse convenientemente en las aulas a la luz de las conclusiones y reflexiones anteriores, acercándonos así a las nociones primordiales del enseñar y del aprender.

Referencias

- 1 Reggini, H. C., "Irrupción de las computadoras en la educación". IIE, Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 35, Buenos Aires, abril 1982.
- 2 Resnick, L. B., "Mathematics and Science Learning: A New Conception". Science, Vol. 220, 477, April 1983.
- 3 Piaget, J., El nacimiento de la inteligencia en el niño. Editorial Abaco, Buenos Aires, 1977.
- 4 Battro, A., El pensamiento de Jean Piaget. Ed. Emecé, Buenos Aires, 1969.
- 5 López Quintás, A., Educación y creatividad. Ed. Docencia - Proyecto CINAE, Buenos Aires, 1981.
- 6 Ratto, J. A., "Enseñanza de las ciencias en el nivel primario". Ciencia e Investigación, Tomo 36, Buenos Aires, mayo-junio, 1980.
- 7 Botkin, J. W., Elmandjra, M., Malitza, M., No Limits to Learning. Pergamon Press, London, 1979.

En busca de la creatividad y de nuevos estilos de pensar

Horacio C. Reggini

"En busca de la creatividad y de nuevos estilos de pensar", Diario La Nación, 4 de julio de 1984, Buenos Aires Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 3.

A medida que las nuevas ideas implícitas en Logo se fueron difundiendo, amplios grupos de maestros y alumnos de distintos puntos del país mostraron un interés creciente por acercarse a este "nuevo estilo de pensar". Como resultado, los encuentros se fueron multiplicando. En 1984, por ejemplo, organicé diversos cursos en escuelas del interior. Entre ellos se contaron los realizados en la Escuela Normal Nacional Superior de Profesorado "Olegario V. Andrade" de Gualguaychú, Entre Ríos, en el Instituto Privado "Nuestra Señora de la Misericordia" de Corrientes, y en el Colegio "San Pablo" de la Asociación San Pablo, de Salta.

Un grupo de maestros y profesores, junto con las autoridades de una escuela del interior – experiencias como éstas se realizan de manera continua– compartieron hace poco, por primera vez, las posibilidades de entrar en comunicación simple y creativa con la computación. Ellos, y luego niños y jóvenes del nivel primario y secundario, se familiarizaron con la computación a través de la modalidad y el lenguaje Logo, y pudieron trabajar y concretar ideas. De esta manera se hizo realidad su incorporación al mundo científico y tecnológico contemporáneo, donde las computadoras pasan a formar parte cotidiana de las aulas, como el pizarrón y la tiza. Traspusieron el umbral de un sistema educativo distinto.

Un nuevo tipo de educación

Hasta ahora, la enseñanza ha sido la consecuencia de la necesidad de la Revolución Industrial del siglo XIX y de la forma de producir y distribuir los bienes de ese período, en el que era necesario aprender determinados oficios y profesiones. Así, la educación primaria apuntaba específicamente a la enseñanza de la lecto-escritura y de las operaciones aritméticas elementales; la secundaria dividía a los educandos en ramas técnicas con una salida laboral, y no técnicas, que preparaban el camino hacia las universidades.

Este sistema educativo, con muy pocas variaciones en su forma y contenido, es el que sigue en vigor. Tiende, mediante un estilo autoritario, a la transmisión de información con vistas a su uso directo en los sectores productivos.

Un nuevo tipo de sociedad

Los cambios numerosos y acelerados de los últimos tiempos –en los que la informática y las telecomunicaciones tienen un papel esencial– pronostican el advenimiento de un nuevo tipo de sociedad, en la que la importancia no estará fundada en la producción sino en la información. El sector cuaternario, productor y creador de ideas, alcanzará una proporción e importancia cada vez mayor en la estructura social.

Estamos en un momento en el que la mayor parte de los datos y procedimientos que intervienen en la producción son o pueden ser interpretados por las máquinas, por lo que la actividad laboral que se vislumbra hacia el futuro será la creación de nuevas ideas y de nuevos procedimientos. Lo

esencial es el paso de la producción de bienes materiales a la producción de ideas y de información en sus gamas más diversas. Este nuevo tipo de sociedad requiere la concepción de un nuevo estilo educativo, dentro del cual gravitarán notablemente las computadoras, las telecomunicaciones y las bases de datos.

Las telecomunicaciones

Las telecomunicaciones abren a la educación actual un amplio espectro de posibilidades en cuanto a la forma de adquisición, organización, recuperación, manipulación y transmisión del conocimiento, ya que permiten la apreciación instantánea de lo que sucede en las diferentes partes del mundo y el contacto con una gran cantidad de personas.

Por otro lado, el acceso inmediato a bancos de datos y documentación de todo tipo amplía de manera indefinida la cantidad de información que el educando puede recibir. La educación entonces deberá orientarse más a la comprensión, organización y aplicación creativa de grandes volúmenes de información que a su simple asimilación.

Para que esta manipulación selectiva de informaciones y datos sea beneficiosa tiene que traer aparejado un cambio de mentalidad en las personas. Y este cambio de mentalidad será posible mediante las computadoras provistas de un lenguaje adecuado que facilite el nacimiento de nuevos estilos de pensar y el desarrollo de la creatividad.

Dentro de esta modalidad puede inscribirse Logo. Es una manera distinta de concebir la computación, que nada tiene que ver con una clase de automatismo que reitera esquemas superados, sino que está referida a la posibilidad que ofrece la computadora para que el educando participe activamente en el proceso de aprendizaje y aprenda sin más límites que los que le impone su propia imaginación.

Un fenómeno cultural

La receptividad de los educandos ante estas posibilidades es la mejor demostración de lo acertado de esta tesis.

A manera de conclusión, podemos decir que las ventajas potenciales de todos estos adelantos tecnológicos en el campo educativo son innumerables. Sin embargo, no podrán ejercer una influencia cualitativa sobre éste en tanto no estén orientados hacia el desarrollo integral de la persona y sustentados por una filosofía educativa que respete la idiosincracia y el idioma nacional del educando. Por ello, la potencialidad educativa de la informática y de las telecomunicaciones no debe ser entendida simplemente en términos de "instrucción" sino en términos más generales, como un fenómeno "cultural".

Artículo publicado en el diario La Nación, Buenos Aires, el 31 de enero de 1985. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 4.

Las computadoras y el espíritu humano

Horacio C. Reggini

Las computadoras me interesaron siempre, no sólo por su aspecto instrumental o de herramienta del conocimiento, sino también desde el punto de vista de su incidencia en la trama de la sociedad y en la faz subjetiva del ser humano. En este último aspecto, tanto como en el plano tecnológico, están sucediendo cambios trascendentes.

Es evidente que la computadora ha trascendido su ámbito de nacimiento, estrictamente científico y técnico, para proyectarse en los distintos órdenes que conforman la sociedad en general y las relaciones humanas en particular. Su presencia está produciendo un cambio en nuestra actividad vital general y, a partir de ello, se convierte en el origen y eje de una nueva cultura en desarrollo: la cultura computacional.

Y podemos hablar de cultura porque la importancia de la computadora no se reduce a su función instrumental, sino que tiene valor como objeto evocativo, que nos hace cuestionarnos sobre nosotros mismos, sobre nuestras relaciones con los demás y sobre las respuestas que damos a cuestiones fundamentales como la esencia de los seres vivos y el significado de lo verdaderamente humano.

Se produce también una modificación del comportamiento, una nueva forma de relacionarse con otras personas y con las cosas. Esto nos lleva a una nueva forma de cultura y a considerar a la computadora como un objeto cultural.

El segundo yo

Las consideraciones anteriores son el centro de discusión del libro *El segundo yo*, publicado recientemente en los Estados Unidos y en la Argentina. Su autora es Sherry Turkle, doctorada en Harvard en psicología y sociología, y actualmente investigadora en el programa Ciencia, Tecnología y Sociedad del Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Para escribir este libro entrevistó, durante varios años, a mucha gente, como un etnógrafo que estudia, describe y clasifica razas o pueblos.

Así, son tema de análisis, desde los niños en su primer encuentro con las computadoras, los adolescentes atrapados por los video-juegos y los usuarios de las computadoras personales en sus hogares, hasta los expertos científicos de la llamada inteligencia artificial.

Con un lenguaje simple y a través de una serie de vívidos cuadros, Sherry Turkle demuestra cómo la computadora está modificando la manera en que pensamos el mundo y, en especial, la manera en que pensamos acerca de nosotros mismos.

Crecer junto a las computadoras

El libro está dividido en tres partes. La primera, titulada "Creer con las computadoras, la concepción animista de la máquina", se refiere a cómo se incorporan las computadoras al proceso de crecimiento y se entretienen en la trama del desarrollo humano, a través de la observación de los niños en tres etapas sucesivas: la metafísica, la de destreza y la de identidad.

Describe primero el mundo de los más pequeños, que ubican a las computadoras y a los juguetes electrónicos, aparentemente inteligentes, en algún lugar intermedio que participa del mundo de los seres vivos y también de los seres inanimados pero no se encuentra incluido en ninguno de ellos. Al referirse a los adolescentes, Sherry Turkle comenta la importancia en esta etapa del sentido de identidad. Repitiendo observaciones llevadas a cabo con Seymour Papert, la autora señala cómo muchos niños hacen de la computadora una parte integral de sus procesos de pensamiento y otros encuentran un motivo íntimo en su relación con la máquina. Los niños de edad intermedia buscan la adquisición de destreza, en contraste con los de corta edad, que son "metafísicos", y con los adolescentes, que se ven enfrentados a problemas de identidad.

De la mecánica a los electrones invisibles

Es interesante destacar cómo la ciencia y la cultura "hablan entre sí" a través de los objetos que la primera crea. Los objetos encarnan ideas que se convierten en modalidades culturales dominantes del pensamiento.

Cuando los niños solían desarmar objetos tales como aparatos mecánicos, por ejemplo, relojes antiguos o molinillos de café, aprendían a pensar en partes e interconexiones. En una palabra, y sin "saberlo", aprendían a ver el mundo a través de la cosmovisión de la física newtoniana clásica, a ver un mundo de mecanismos.

Las computadoras presentan, ante los niños y los adultos, una clase de objeto radicalmente distinto. Uno contempla su interior y el de los artefactos electrónicos actuales y sólo ve algunos alambres, baterías, circuitos impresos. No hay manera de explicar su comportamiento a través del "mecanismo".

Los niños, y también los adultos, tienden a no pensar en los objetos computacionales utilizando conceptos físicos y mecánicos, sino que emplean categorías psicológicas, tales como recordar, saber. El movimiento y el mecanismo dan paso a la emoción y a la psicología como maneras de "apropiarse" de esta tecnología para comprenderla, para hacerla propia. El mundo como mecanismo de relojería da paso al mundo como sistema informático.

La máquina psicológica

Para una amplia gama de adultos, la relación con las computadoras abre interrogantes largamente silenciados y significa el comienzo de algo nuevo. Ese "algo nuevo" adopta muchas formas distintas.

Esa relación puede influir sobre la concepción que tienen las personas acerca de sí mismas, de su trabajo, de sus relaciones con los demás y su manera de pensar los procesos sociales. Puede constituir también el fundamento de nuevos valores estéticos, nuevos rituales y nuevas formas culturales. Lo anterior configura la segunda parte del libro, bajo el título "Las nuevas culturas computacionales: la concepción mecanicista de la mente".

Un vehículo de cultura

La computadora es considerada como un elemento que provoca autorreflexión: como un "objeto liminal", difícil de situar entre nuestras categorías usuales; algo que, no obstante no tener vida, hace que nos preguntemos acerca de lo que es estar vivos. Actualmente, a causa de la computadora, no sólo indagamos en qué lugar estamos situados dentro de la naturaleza sino también dónde estamos ubicados en el mundo de lo artificial. Las innovaciones cambian nuestra forma de pensar, modifican nuestra autopercepción y nuestra relación con el mundo.

El tema de esta obra no es la "computadora instrumental" sino la "computadora subjetiva", aquella que está cambiando nuestra manera de opinar y, especialmente, nuestra idea de qué significa ser humano. La computadora es vista como un vehículo de cultura, como un objeto que origina nuevas metáforas, nuevos estilos de comprender la sociedad y preguntas tan complejas como las que nos

hacemos sobre la distinción entre personas y máquinas. La computadora, afirma la autora, es una "máquina psicológica", no porque contenga en sí una psicología, sino porque nos hace reflexionar acerca de nosotros mismos.

Un comportamiento inteligente

Sherry Turkle dedica también extensas páginas a los científicos de la inteligencia artificial, expertos que construyen programas con un comportamiento que podría llamarse inteligente. Esos investigadores se interrogan acerca de temas filosóficos fundamentales: "¿Qué es el pensamiento? ¿Qué es la mente? ¿Qué significa comprender o aprender?"

Localmente, renglón por renglón, un programa es siempre predecible, sus efectos están perfectamente definidos. Pero el comportamiento del programa como modelo global puede ser difícil de predecir. Uno se halla frente a un objeto capaz de sorprender. Las ideas de las computadoras conducen a acaloradas discusiones acerca de los límites de las máquinas y la singularidad de los seres humanos.

Hacia una nueva era

La cultura computacional apenas ha comenzado a crecer. Con el fin de justificar plenamente el empleo de la imagen de una nueva cultura, debería producirse un entrecruzamiento amplio de ideas computacionales no sólo en las disciplinas tecnológicas y en el campo del procesamiento de información sino también con el arte, la literatura, la ética, los juegos, el humor, incluso el quehacer político. Esto no se ha dado todavía. Pero está comenzando a suceder. Las computadoras se están tornando omnipresentes y portadoras de ideas poderosas.

La variedad de cosas que las personas comienzan a realizar con las ideas y experiencias computacionales hacen tambalear las críticas apresuradas acerca de la repercusión social de las computadoras. Hace desvanecer el temor predominante de que la interacción con ellas conduce inevitablemente a una concepción mecanizada de la persona y también desdibuja la imagen de la computadora como intrínsecamente despersonalizadora. A pesar de ello, la resistencia a un cambio es parte de la impronta cultural del cambio mismo, y la mayoría de las personas reconoce experimentar una sensación de angustia ante las computadoras y el futuro, presintiendo que nuestra cultura llegará a estar crecientemente dominada por lo racional y analítico.

Sherry Turkle presenta en la tercera y última parte del libro, denominada "Hacia una nueva era", evidencias que sugieren algo paradójico: que la presencia de la computadora es un estímulo para la irrupción de un nuevo interés por la fantasía, lo místico y lo intuitivo, en la misma medida en que constituye un estímulo para el desarrollo del pensamiento analítico e instrumental.

Cedemos a la computadora el poder de la razón, pero al mismo tiempo, defensivamente, nuestro sentido de identidad se concentra cada vez más en el alma y el espíritu humanos.

Desde nuestra particular situación histórica y sociocultural argentina, abramos los ojos y agucemos los oídos, porque todas estas cuestiones nos conciernen vivamente. Sabemos que el avance tecnológico indiscriminado no es la solución de todos los problemas, pero también es cierto que dicho avance es un dato de la realidad mundial. Esforcémonos entonces los argentinos de todas las esferas y edades en hacer un uso humano, digno y adecuado de la nueva tecnología.

Artículo publicado en la revista Informática Test, Barcelona, N° 18, febrero 1985. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 5. Texto parcial de dos conferencias dictadas en la Universidad de Murcia y en la Universidad de Santiago de Compostela, el 19 y el 22 de noviembre de 1984, respectivamente. En esta nota, he mantenido el término "ordenador" que es el empleado habitualmente en España para designar a las computadoras.

Aprendizaje y ordenadores

Horacio C. Reggini

En febrero de 1983 tuve oportunidad, a raíz de una invitación de la Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones (FUNDESCO), de Madrid, de participar en un seminario para profesores de escuelas universitarias de profesorado de EGB. Allí me referí a las nuevas posibilidades que brindan las computadoras en educación y comencé a difundir los fundamentos de la modalidad Logo en España.

Hay algunos aspectos esenciales del aprendizaje que deben tenerse en cuenta cuando se desea utilizar ordenadores.

La educación se enfrenta ahora con nuevos problemas y el replanteo de otros antiguos. Por un lado, preparar a las personas para que puedan situarse en la nueva realidad y puedan extraer provecho intelectual y material de los nuevos instrumentos tecnológicos y, por otro, utilizar esos mismos instrumentos para alcanzar el objetivo fijado.

A menudo se cree que la disponibilidad cada vez mayor de medios tecnológicos de información lleva a un incremento automático de la calidad de la educación; esto es lo que está sucediendo con los ordenadores. En rigor éstos, como así también otros instrumentos, aumentan la posibilidad de alcanzar una educación mejor pero no la garantizan.

La introducción lisa y llana de los ordenadores en procesos de aprendizaje, sin arraigo con la realidad y sin significación ni sentido para el alumno, contribuirá a estancar más la situación. En ese aspecto existe, desafortunadamente, una sobrestimación de esas máquinas por parte de algunos educadores que ceden ante la presión de los padres que creen que una escuela puede ser mejor por el sólo hecho de instalar ordenadores, o que no pueden resistir los embates de los vendedores de la novedad. El problema es complejo y delicado. Creo con firmeza que, si es bien comprendida su función dentro de un auténtico proceso de aprendizaje, los ordenadores pueden cumplir un rol fundamental como agentes de cambio en la educación; de lo contrario, pueden postergarla cada vez más.

Es lamentable, por ejemplo, que en muchos casos la inserción de ordenadores en las aulas siga los rasgos trazados por aplicaciones puramente técnicas o comerciales. Se utilizan entonces sólo para suministrar potencia de cálculo o para hacer posible la búsqueda a través de bancos de datos de información particularizada sobre algún tema.

En esos esquemas, la educación camina detrás de los hechos consumados. Porque en los supermercados o en los bancos se usan los ordenadores para hacer cuentas rápidamente, se quiere hacer lo mismo en las aulas; o porque los sistemas de reserva de pasajes de las líneas aéreas permiten consultar al instante si hay disponibilidad o no de lugar en un vuelo dado, se suele pensar que la sabiduría se obtendrá de las máquinas, como quien sacara agua al abrir un grifo.

Pienso que aquí es conveniente distinguir entre la enseñanza de la informática y el apoyo que el ordenador puede dar al proceso educativo; son dos aspectos distintos ligados a un mismo tema. El primer aspecto, la enseñanza de la informática, es conveniente, pues el alumno la requerirá en su actividad laboral futura y para desenvolverse en su vida diaria.

Existirán –y en verdad ya existen– numerosas carreras y cursos de técnicas de informática, de la misma manera que existen cursos de mecánica o de dactilografía. El otro aspecto, el del uso de los ordenadores en el proceso mismo del aprendizaje es de una naturaleza muy diferente y a él me refiero a continuación.

Una forma elaborada pero restringida en sus objetivos es emplear los ordenadores para que los alumnos entablen una sucesión preprogramada de preguntas y respuestas estereotipadas, obedeciendo las directrices de la denominada instrucción asistida por ordenador, bajo el disfraz de una aparente e ilusoria situación de participación.

El ordenador, en este caso, reemplaza en cierta forma al maestro, sin perfeccionar realmente el sistema educativo y, peor aún, convirtiéndolo en algo frío, individualista e impersonal.

En Japón, los robots reemplazan a las personas en la realización de trabajos indeseables e insalubres. La modalidad de uso de los ordenadores a la que nos hemos referido consiste en reemplazar al maestro por un robot. El error radica en que el trabajo del maestro no es insalubre ni indeseable sino todo lo contrario, una de las tareas más nobles y creativas que puede desarrollar el ser humano. Para dar a las máquinas un genuino papel en el proceso educativo debemos tener presente que sólo son instrumentos y que, por lo tanto, deben ser los fundamentos de la educación los que señalen el camino a seguir y nunca a la inversa.

Su aplicación deberá estar ligada, necesariamente, a toda una modalidad educativa que contemple con rigor los aspectos cognoscitivos del aprendizaje y que tienda a la más amplia realización de la persona humana. Todo aprendizaje genuino –con máquinas o sin ellas– requiere el esfuerzo creativo, personal y autónomo del educando expresado a través de la verbalización, de imágenes y de la puesta en juego de valores y relaciones humanas.

Los resultados de los estudios de las ciencias cognitivas puntualizan, entre otras, las consideraciones siguientes:

- Los alumnos adquieren o elaboran por sí mismos sus conocimientos. No reciben pasivamente lo que se les intenta enseñar. Inventan teorías propias para explicar el mundo real antes de recibir explicación alguna. Esas teorías deben dar paso de manera armoniosa a teorías más aproximadas a la realidad.
- El aprendizaje de cualquier tema se apoya en conocimientos anteriores. Los alumnos tratan de relacionar siempre la información nueva con la que han adquirido previamente, para comprender el nuevo material de acuerdo con circunstancias ya conocidas.
- Para aprender algo hay que conocer sus relaciones y derivaciones. Toda adquisición de saber requiere una cantidad sustancial de razonamiento cualitativo, incluso en el campo de las matemáticas y de las ciencias. Solamente cuando se han entendido las situaciones y sus variables de un modo cualitativo, se pueden empezar a aplicar las cuantificaciones y las fórmulas.

•El aprendizaje depende de factores no sólo intelectuales, sino también afectivos y emocionales. El alumno debe darse cuenta también de que lo que aprende lo habilita para interactuar con su entorno y le permite crecer como persona.

•Las personas aprenden haciendo y pensando en lo que hacen. Es necesario que lo conceptual y teórico se vincule claramente con la realidad y que todo proceso de aprendizaje permita convertir las ideas en hechos, con la posibilidad de enmendar errores y de variar rumbos. El aprendizaje se desenvuelve siempre entre el pensamiento y el hecho, entre la actividad y la meditación.

Creo que los ordenadores deben encuadrarse adecuadamente en las aulas a la luz de las premisas anteriores, acercándonos así a las nociones primordiales del acto de aprender. Lo contrario lleva a usos de las máquinas inadecuados y carentes de creatividad y de participación.

Con el fin de que esas ideas fructifiquen, distintos autores resaltan la necesidad de la existencia de ámbitos, donde el educando pueda instalarse en el proceso de aprendizaje con naturalidad y desplegar sus potencialidades.

Los microcosmos, descritos por Seymour Papert en su libro *Desafío a la mente*, son ámbitos especiales de aprendizaje con ordenadores. En ellos se propicia que el alumno sea el constructor de sus propias estructuras intelectuales, se valora el factor emocional durante la adquisición de nuevos conocimientos y se insiste en que éstos deben tener un propósito reconocible por el alumno; se reconoce que un primer paso hacia la comprensión de un concepto está relacionado con la posibilidad de integrarlo con nociones anteriores (principio de continuidad), con la realidad de hacer (principio de poder) y con el entorno social (principio de resonancia cultural).

Con la creación de lenguajes basados en estas premisas se han dado ya los primeros pasos para una inserción adecuada de los ordenadores dentro de los ámbitos educativos donde, debido a su gran flexibilidad, se convertirán pronto en herramientas fundamentales.

Existe también una nueva concepción respecto de la función del maestro. Papert dice al respecto:

"En las aulas tradicionales, los maestros tratan realmente de trabajar en colaboración con los chicos pero, en general, el material mismo no genera espontáneamente problemas de investigación..."

"...una característica muy importante del trabajo con ordenadores es que el maestro y el estudiante pueden trabajar en real colaboración intelectual... Compartir el problema y la experiencia de resolverlo permite al niño aprender del adulto, no haciendo lo que el maestro dice sino haciendo lo que el maestro hace."

La escena siguiente –tomada de mi libro *Alas para la mente*– nos describe uno de estos microcosmos. Varios chicos, alrededor de un ordenador, cambian ideas e inventan procedimientos.

La maestra observa y, de cuando en cuando, les sugiere temas que son examinados entre todos.

Jimena llega corriendo porque se le ha ocurrido una idea y no quiere perderla. Todos la quieren mucho, así que guardan lo que estaban haciendo en un disco y le dicen:

–La máquina es toda tuya, a condición de que nos des una explicación sobre lo que está burbujeando en tu mente.

Jimena se sienta, empieza a pulsar teclas y explica:

–Mi idea es que aparezcan en la pantalla el pie izquierdo y el pie derecho y que se pongan a caminar sin dejar las marcas de las pisadas.

A Pedro le agrada el tema y le dice:

–Seguramente habrás pensado en un duende para cada pie. Cada duende tendrá que "llevar figuras" diferentes, que se asemejan a las plantas de los pies.

Lo primero que escribe Jimena es hacer figura 1 e inmediatamente aparece en la pantalla una grilla cuadrículada. Pulsando teclas, va ennegreciendo a voluntad algunos cuadritos hasta lograr una forma parecida a la del pie izquierdo.

Luego escribe hacer figura 2 y aparece otro reticulado completamente limpio; vuelve a manipular las teclas de dibujo y efectúa una figura representativa del pie derecho. Todos participan en el dibujo. Clara se descalza para mirar cómo son sus pies y luego compararlos con los que Jimena "pinta" en la pantalla.

A continuación, Jimena escribe el procedimiento pies por medio de una lista de palabras, que a su vez describen las tareas que componen el procedimiento pies. Cada una de ellas opera sobre el ordenador de un modo aparentemente mágico, como obraba la palabra Sésamo sobre la piedra de Alí Babá. En este caso, las palabras eran, por ejemplo: llamar par, decir 1, etc., nombres impuestos por los mismos chicos, a subprocedimientos inventados por ellos.

Uno de ellos explica:

– Empleo la orden decir para comunicarme con cada duende. Es como decirle que se "despierte" o que me "escuche". Al duende 1 le digo que lleve la figura 1 y al duende 2, la figura 2, y los coloco próximos al centro de la pantalla. Cuando necesito decir lo mismo a los dos duendes me dirijo a par, que es la "lista" formada por sus números. Así, les digo a ambos que se tiñan de amarillo y que apunten hacia arriba.

Otro procedimiento es marchar, así descrito: para marchar, decir 1, adelante 20, esperar 30, decir 2, adelante 20, esperar 30, marchar, fin.

Cuando Jimena termina de describir el procedimiento marchar, se prepara para ejecutarlo. Para ello bastará escribir esa palabra, la cual, como por arte de encantamiento, producirá el efecto esperado. Pero será así siempre que Jimena no haya cometido errores. ¿Estará bien lo que hizo?

Clara contiene el aliento cuando Jimena escribe marchar y estalla en gritos entusiastas cuando los pies empiezan a marchar por la pantalla. Pedro aplaude y Jimena parece emocionada.

Julio sugiere que los pies marchen más o menos rápido, para lo cual es necesario introducir nuevas nociones, que la maestra va explicando en el momento oportuno. Ahora que los chicos necesitan una nueva habilidad de ordenador, recibirán con gusto la explicación de la maestra, que en otro contexto no habría tenido ningún significado para ellos.

La escena termina cuando todos miran en la pantalla la "obra" que ellos, por sí solos, planearon y construyeron con autodeterminación.

Pedro, chispeante, comenta:

– Estoy contento por todo lo que hemos hecho hoy.

Los pies, mientras tanto, marchan para siempre en la pantalla, al ritmo que Jimena, Clara, Pedro y Julio decidieron.

En esta escena se pueden apreciar algunos elementos básicos que deben estar presentes en todo proceso de aprendizaje: el niño como constructor de sus propias estructuras mentales, motivaciones afectivas, participación, diálogo, visualización de un propósito personal reconocible, relevancia, uso de la lengua materna sin tecnicismos foráneos.

En el caso descrito los chicos estaban usando como herramienta la modalidad Logo de informática, basada en los aspectos claves de la adquisición del conocimiento, en el arraigo con la realidad y en la libre práctica de la creatividad.

Esta modalidad está en la línea de la tendencia actual, que comienza a apartarse de las doctrinas reduccionistas que invaden las ciencias desde la época de Descartes para acercarse a una concepción holística de las personas y del universo. A estos enfoques conducen los últimos descubrimientos de la física moderna, por una parte, y el antiguo misticismo de Oriente y Occidente, por otra. La modalidad educativa Logo para la implementación de ordenadores en las escuelas no se opone a la educación "humanista" sino que, por el contrario, ofrece una nueva visión de ésta para adaptarla a un mundo en perpetuo cambio.

Su objetivo principal es el alumno. En el diálogo entre el niño y la máquina lo que importa es el niño. Darle preeminencia a la máquina sería sobreestimarla indebidamente.

A diferencia de lo que sucede en otros casos, aquí el objetivo primordial no está en la máquina, sino en el niño que aprende. En el proceso de elaboración y maduración que comprende el aprendizaje, las computadoras pueden, sin duda, ocupar un lugar importante. Pero su inclusión en la educación sólo se justifica si contribuye a mejorar tanto los aspectos intelectuales como los afectivos y sociales de las personas. Esperemos que ellas sean un medio eficaz para derribar las barreras existentes entre la ciencia y la cultura, entre la técnica y los valores humanos. Hoy, más que nunca, se impone un uso sabio de las máquinas.

Artículo publicado en el diario Mundo Informático, Buenos Aires, Vol. V, N° 116, octubre 1985. Núcleo de la conferencia pronunciada en las Jornadas sobre Introducción de las Computadoras en la Escuela, Mar del Plata, el 5 de octubre de 1985 (Anales 1985, Asociación Amigos de Logo de Mar del Plata). Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 6.

Las computadoras: ¿parte del entorno cultural o tecnología aislada?

Horacio C. Reggini

Suele ocurrir que muchos adherentes a la modalidad Logo de uso de las computadoras las empleen para repetir antiguos esquemas educativos hondamente enraizados en el pensamiento tradicional.

Como contrapartida de esta aceptación aparente, están quienes se oponen al uso de las computadoras confiriendo al medio técnico una desmesurada influencia intrínseca que éste no posee. Al contrario de lo que muchos piensan, los niños que se acercan a Logo no sólo se acercan a "la computación" sino a toda una cultura: una manera de pensar la educación que excede a las computadoras. Muchos de los aspectos negativos que se critican en las máquinas son en realidad errores de concepción acerca de lo que puede hacerse con ellas.

Suele ocurrir que muchos adherentes a la modalidad Logo de uso de las computadoras las empleen para repetir antiguos esquemas educativos hondamente enraizados en el pensamiento tradicional. Como contrapartida de esta aceptación aparente, están quienes se oponen al uso de las computadoras confiriendo al medio técnico una desmesurada influencia intrínseca que éste no posee. Al contrario de lo que muchos piensan, los niños que se acercan a Logo no sólo se acercan a "la computación" sino a toda una cultura: una manera de pensar la educación que excede a las computadoras. Muchos de los aspectos negativos que se critican en las máquinas son en realidad errores de concepción acerca de lo que puede hacerse con ellas.

Los cambios que genera la introducción de computadoras en las aulas producirán consecuencias profundas en el sistema educacional vigente. La respuesta al dilema acerca de si la computadora enriquecerá o no la vida de los alumnos, dependerá de nuestra comprensión de su verdadero significado y de nuestra imaginación para hacer uso de ella.

Seymour Papert escribió hace pocos años *Desafío a la mente*, libro dedicado a los educadores y a la gente con deseos de aprender. En él, Papert expone un punto de vista sobre la aproximación de las computadoras a la educación muy distinto, y hasta opuesto, a la opinión generalizada sobre este tema. Presenta también allí el lenguaje Logo de computación, con el cual podemos convertir la computadora en un vehículo para aprender a manejarnos como seres autónomos, para aprender el espíritu del juego intelectual... Esa modalidad de empleo de las computadoras es la que he querido trasladar a mis libros *Alas para la mente* e *Ideas y formas*.

En estos últimos años el lenguaje Logo se ha difundido y extendido por el mundo. Las ideas que lo sustentan son defendidas con pasión y entusiasmo en algunos círculos, y no muy aceptadas por otros. Ha sido implementado en las aulas siguiendo también criterios diferentes. En algunos casos,

su empleo ha respondido efectivamente a la filosofía y a las características particulares con que ha sido creado. En otros, se lo ha desvirtuado infortunadamente. Creo que las ideas esenciales sobre las cuales se apoya todo lo que designamos como Logo –un estilo educativo, un lenguaje de computación, una modalidad de pensar y de hacer– son a menudo poco comprendidas y no siempre puestas en acción en todos los lugares en los que Logo ha sido adoptado.

El fenómeno anterior no es extraño, ni tampoco propio de Logo. Thomas S. Khun (1) explica que las ideas establecidas sobre cómo funciona el mundo prevalecen mucho tiempo después de que un nuevo descubrimiento o desarrollo las ha hecho obsoletas. Tal es el caso de la introducción de Logo en la educación y de sus otras aplicaciones.

En una conferencia reciente (2), Papert se refirió a los distintos usos que se están haciendo de Logo. En ella, designa con el término "tecnocentrismo" a la tendencia a no entender el empleo y las consecuencias de un medio tecnológico fuera de su ámbito meramente técnico. Comenta además cómo muchos técnicos –y desafortunadamente, también algunos no-técnicos– caen en la trampa "tecnocentrista" y piensan que las computadoras –y Logo– son agentes mágicos que pueden actuar directamente sobre el pensamiento o el aprendizaje. Olvidan que lo más importante en educación es toda la gente que interviene en el proceso, como también los elementos culturales que la rodean. Papert afirma correctamente que el contexto para el desarrollo humano es siempre una cultura, nunca una tecnología aislada.

Referencias

- 1 Khun, T. S., La estructura de las revoluciones científicas, Fondo de Cultura Económica, México, 1975.
- 2 Papert, S., "Computer Criticism vs. Technocentric Thinking", LOGO-85 Conference, M.I.T., Cambridge, Theoretical Papers, N° 1, July 1985.

"Explorando formas espaciales con Logo", Revista Summa, N° 221-222, ene.-feb. 1986, Buenos Aires. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 6.

Explorando formas espaciales con Logo

Horacio C. Reggini

La descripción de objetos tridimensionales y su visualización en la pantalla de la computadora, aparte de sus aplicaciones en el diseño y en la práctica arquitectónica, nos introducen en valiosas experiencias perceptivas. La realización de procedimientos Logo y la observación de sus resultados favorecen un mayor discernimiento y una mejor comprensión de la elegancia y la complejidad de las formas en el espacio.

Desde las pinturas rupestres hasta nuestros días se ha ampliado en gran escala la cantidad de recursos expresivos con que cuentan las personas para crecer y comunicarse. Los medios de comunicación han cambiado a través de la historia, y la tecnología ha jugado un papel importante dentro de este proceso.

Ultimamente las computadoras han irrumpido en las más diversas tareas de la vida cotidiana, además de sus infinitas aplicaciones en la ciencia, la actividad profesional, la industria. La computadora puede ser utilizada también –y ésta es la propuesta de este artículo– como vehículo para la expresión humana, ya sea de naturaleza tecnológica o artística, brindando la oportunidad al que la usa de experimentar la emoción y la alegría del acto creativo. El campo de experimentación es el concerniente a la descripción y realización de formas tridimensionales.

Una manera de describir un objeto en el espacio

Existen muchos modos de descripción de un objeto en el espacio. En este caso me ceñiré a una manera muy simple: un objeto cualquiera puede ser descrito indicando, a partir de un punto, los movimientos que deberán hacerse para recorrerlo en su totalidad. Por ejemplo, un cuadrado puede ser definido así:

para cuadrado

repetir 4 [andar 60 virar 90]

fin

□

Si se repiten cuatro veces las órdenes que se encuentran entre corchetes, partiendo del vértice inferior izquierdo del cuadrado, recorreremos su perímetro. andar 60 significa caminar 60 pasos hacia adelante (damos por supuesto que ésta es la medida del lado del cuadrado que queremos representar) y virar 90 significa girar 90 grados a la izquierda. De modo análogo, es posible describir un rectángulo con lados de 30 y 120 unidades respectivamente:

para rectangulo

repetir 2 [andar 30 virar 90 andar 120 virar 90]

fin

□

Es posible realizar una forma parecida a una circunferencia –que llamaré aro– mediante una sucesión de trazos de pequeña longitud, cada uno de ellos girado un ángulo igual respecto del precedente:

para aro

repetir 40 [andar 6 virar 9]

fin

□

Resulta muy sencillo modificar el procedimiento denominado cuadrado y construir la forma correspondiente a una mesa cuadrada:

para mesa

repetir 4 [andar 60 virar 90 pata]

fin

para pata

cabecear 90

andar 40

andar -40

cabecear -90

fin

□

A fin de colocar una pata de dimensión 40 (realizada mediante la orden andar 40) en cada vértice de la tabla de la mesa, es necesario girar 90 grados con respecto de su plano, esto se logra mediante la orden cabecear 90. Las órdenes andar -40 y cabecear -90 nos devuelven a la posición que teníamos antes de comenzar a dibujar la pata.

A partir de la definición del cuadrado, fácilmente se describe un objeto –que vamos a denominar paletas–, formado por piezas cuadradas situadas en planos distintos y dispuestas según ángulos iguales entre sí.

para paletas

repetir 9 [cuadrado rolar 40]

fin

□

En este último caso, la orden rolar 40 implica un giro de 40 grados alrededor de la arista del cuadrado. Al repetir esta acción nueve veces, giramos un total de 360 grados –es decir, realizamos una rotación completa y obtenemos así una forma simétrica respecto del eje de giro.

El lenguaje Logo de computación

Las descripciones de distintas formas realizadas en el punto anterior no son sino programas o procedimientos Logo de computación. En una computadora debidamente preparada para entender órdenes Logo, dichos procedimientos harán surgir en la pantalla del monitor acoplado a la computadora las imágenes que definen.

Logo permite describir cualquier objeto a través de los movimientos necesarios para recorrerlo.

Esta descripción se almacena en la computadora bajo un nombre y la escritura de ese nombre hace que aparezca en la pantalla de la computadora el dibujo del objeto descrito. En Logo, la definición de una palabra se realiza –como se ve más arriba– anteponiendo al nombre el prefijo para y añadiendo la palabra fin al término de la definición.

Para el tratamiento de problemas geométricos como los descriptos en esta nota, Logo utiliza la "geometría de la tortuga". Las formas se realizan como si fueran efectuadas por una "tortuga"; ésta, al moverse, exterioriza nuestra idea acerca de cómo efectuar una forma. Al desplazarse según el

itinerario impuesto por un procedimiento, la tortuga deja un rastro o huella, realizando así la figura deseada. La ubicación espacial de la tortuga Logo se define por la posición que ocupa en un determinado instante y por la orientación hacia la cual apunta su cabeza (o sea, su eje longitudinal). La comunicación con la tortuga Logo se realiza mediante el "idioma de la tortuga" que, al asemejarse a un lenguaje humano natural, favorece ciertas analogías y modos de pensar. Los mensajes transmitidos a la tortuga Logo a través del teclado o almacenados en discos magnéticos consisten en órdenes (frases imperativas) que activan la tortuga para que cumpla ciertas acciones. Las órdenes que utilicé en los ejemplos anteriores son las que van a permitir la descripción de cualquier objeto. Paso a explicarlas ahora más detalladamente:

La orden andar mueve la tortuga en forma longitudinal, indicando la distancia por el número que le sigue, sin que varíe su plano ni su orientación. Por ejemplo, andar 100 desplaza la tortuga hacia adelante una distancia equivalente a 100 pasos de tortuga.

La orden virar hace que la tortuga gire alrededor de su eje normal el ángulo indicado por el número que le sigue. Con la orden virar 80, por ejemplo, la tortuga gira 80 grados hacia su izquierda (para que vire hacia su derecha el número debe ser negativo).

La orden cabecear gira la tortuga alrededor de su eje transversal el ángulo indicado, con un movimiento similar al cabeceo de un barco de proa a popa y viceversa. La orden cabecear 30 hace que la tortuga hunda la proa 30 grados; para hacer que hunda la popa habría que utilizar un número negativo.

La orden rolar hace que la tortuga gire alrededor de su eje longitudinal el ángulo indicado, con un movimiento similar al rolo de un barco de babor a estribor y viceversa. Si sigue a rolar un número positivo, la inclinación de la tortuga será hacia su derecha o estribor; un número negativo hará que se incline hacia la izquierda o babor.

Una de las ideas poderosas que sirve de base para la realización de dibujos con la tortuga Logo es la idea de sintonicidad corporal. Esta idea permite apoyarse en el conocimiento corporal para describir cualquier forma. Mediante el idioma de la tortuga, referimos los movimientos de la tortuga a nuestro propio cuerpo, practicando una especie de identificación con ella y corporizando sus desplazamientos y giros.

Resta señalar que la representación en el plano de la pantalla de los objetos que describimos en el espacio con las órdenes explicadas es efectuada automáticamente por el sistema Logo tridimensional que he desarrollado, siguiendo las reglas de la perspectiva central clásica. El punto de vista es fijo y se encuentra situado frente al centro de la pantalla.

Una aplicación: el edificio Kavanagh

El dibujo en perspectiva de edificios es de sumo interés para el diseño arquitectónico y para el proyecto de estructuras resistentes. En la actualidad, existen muchos sistemas de computadora específicamente diseñados para tal fin. Esta aplicación tiene por objeto mostrar cómo el sistema descrito proporciona también un camino para la creación y la exploración en este campo.

Construido en el breve período comprendido entre junio de 1933 y septiembre de 1935, el edificio Kavanagh fue durante muchos años el más alto de la Argentina. Proyecto de los arquitectos Sánchez, Lagos y De la Torre, también fue el rascacielos de hormigón armado más elevado del mundo. Su silueta, situada en la calle Florida 1065, frente a la Plaza San Martín, es un símbolo importante del horizonte urbano de Buenos Aires.

Para su representación realizamos un esquema simplificado de su diseño, acentuando el carácter vertical de sus líneas y el juego de sus volúmenes de distintas alturas. Cada una de las partes ha sido descrita por medio de procedimientos independientes que luego se han adosado entre sí para formar el volumen total.

Cabe hacer notar aquí que la posición y orientación iniciales de la tortuga en el espacio definen, en relación con el punto de vista, la imagen del objeto tridimensional que una orden crea.

Estas consideraciones ilustran acerca de cómo podemos dibujar perspectivas de un edificio desde diferentes puntos de vista. Esto se logra desplazando la tortuga hacia distintos lugares de la pantalla o haciéndola girar antes de generar la forma que da origen a la imagen.

Así, por ejemplo, si previamente sacamos la tortuga del plano de la pantalla y la llevamos hacia adelante –es decir, si la acercamos al punto de vista–, la imagen será más grande en comparación con la que se obtendría si la tortuga partiera de la pantalla. Inversamente, será más pequeña si la llevamos hacia atrás de la pantalla –es decir, si la alejamos del punto de vista. Por ejemplo, logramos una traslación inicial hacia atrás de la tortuga tridimensional con la siguiente sucesión de órdenes:

```
simpluma cabecear 90  
andar 750 cabecear -90  
conpluma
```

La orden simpluma hace que la tortuga no deje rastro o estela al moverse; la orden conpluma restablece la condición normal de la tortuga para que deje huella al desplazarse y producir así el objeto deseado. En el sistema con el cual estamos realizando estas figuras, hemos elegido el valor 750 para la distancia principal –distancia entre el punto de vista y la pantalla.

Los cambios son más notorios si antes de ordenar un procedimiento hacemos virar, rolar o cabecear la tortuga. Si previamente a la ejecución de un procedimiento decimos, por ejemplo, cabecear un ángulo positivo, el objeto aparecerá como si se lo viera desde abajo, y con esa inclinación en relación con el mismo objeto dibujado sin haber dado esa orden con anterioridad. En forma similar, la orden cabecear un ángulo negativo mostrará una imagen vista desde arriba.

Los dibujos del edificio Kavanagh presentados en esta nota se han obtenido siguiendo los lineamientos indicados. Es decir, movemos el edificio manteniendo el punto de vista fijo. El efecto es similar al que se obtendría moviendo el punto de vista y manteniendo fijo el edificio. A fin de que el edificio descrito por un procedimiento aparezca en la pantalla, debe estar ubicado en alguna posición dentro del cono geométrico delimitado por el punto de vista y el marco de la pantalla. En fotografía lo anterior equivale al hecho de que el objeto debe estar situado dentro del cono visual delimitado por el centro óptico de las lentes y los bordes de la película sensible. Esto se logra ya sea apuntando nuestra cámara fotográfica hasta ver el objeto en la forma y posición deseada, o bien manteniendo la cámara fija y moviendo el objeto, que es el criterio aquí seguido.

"Las computadoras como medios de expresión", Diario La Nación, 5 de junio de 1987, Buenos Aires. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 8.

Las computadoras como medios de expresión

Horacio C. Reggini

El valor de las computadoras en su aspecto práctico es actualmente innegable. Sin embargo, existen otros usos igualmente importantes. En este artículo hago referencia a una de esas alternativas, que considero puede ser interesante, atractiva y valiosa para muchas personas.

Hay un aspecto inusitado y poco conocido de las computadoras: su uso como medios para plasmar nuestras ideas, para exteriorizar nuestros pensamientos, para construir nuestros deseos. Esas actividades creadoras pueden ser realizadas por un niño, por ejemplo, al construir con arena mojada castillos en la playa, o por un artista, al seleccionar colores y trazos para volcarlos sobre una tela, o por un científico, al diseñar y elaborar diversos compuestos y probar los resultados.

En los casos citados esas personas están expresando sus conocimientos, sus deseos, sus gustos, sus formas mentales. Un músico, al ejecutar una melodía, se expresa a través de su instrumento. En el caso que nos ocupa, el instrumento o medio de expresión posible es la computadora.

Diversos usos

Las computadoras pueden usarse de distintas maneras, que implican diversos tipos de interés y diferentes grados de conocimiento. Cuando una persona pulsa su código y extrae dinero del cajero automático de una red bancaria está utilizando una computadora: su uso es fácil y no se requiere ninguna habilidad especial... salvo la de no equivocarse en la digitación de los botones. Casi todas las facturas e impuestos que nos llegan sin cesar están emitidos por rápidas impresoras conectadas a computadoras, y, al efectuar su pago, volvemos a utilizar computadoras. Cuando tomamos un avión, nuestro nombre está registrado en la memoria de alguna computadora. Podemos usar directamente una computadora, a los efectos de escribir alguna nota o carta, utilizando los difundidos procesadores de texto actualmente disponibles, o consultar y obtener nutridas respuestas de algún gigantesco banco de datos o enviar un mensaje a algún amigo a través de un sistema de correo electrónico. Todas estas últimas aplicaciones requieren algo más de nosotros mismos; son, sin embargo, muy elementales de aprender y permiten un uso instrumental e importante de las computadoras. Sin lugar a dudas, las personas, si lo desean, las podrán realizar sin cursos ni conocimientos previos, de la misma manera en que actualmente utilizan un grabador, un lavarropas o un aparato de video: leyendo los respectivos manuales de instrucciones.

Los usos anteriores –y sin duda muchas otras aplicaciones parecidas– se difundirán con el tiempo, y el ritmo de su introducción y aceptación dependerá exclusivamente de razones sociales y económicas.

El uso al que me referiré ahora es más especial, más "exquisito", y tal vez no interese a todas las personas practicarlo, por la misma razón que no a todos nos interesa tocar el piano. Tocar el piano es una manera de expresarse; el medio es el piano. Y no se critica a alguien por no saber tocar el piano. Si por computación se entiende digitar las teclas del cajero automático se podría decir que ya

casi todo el mundo lo sabe. Si por computación se comprende aprender a programar las máquinas, no es necesario que todos aprendan a hacerlo.

La inmensa mayoría de las personas las utilizarán como emplean actualmente los procesadores de texto o como manejan automóviles o como encienden y apagan receptores de televisión. Los especialistas en computación, que sabrán programar las máquinas, prepararán casi todos los programas que serán usados por los demás.

Las ideas y uno mismo

Ante el planteo anterior cabe preguntarse qué otros usos pueden darle las personas a las computadoras. La respuesta es que la computadora puede también utilizarse como un medio más de expresión o de realización personal. Por un lado, el uso instrumental de una computadora es intrínsecamente sencillo: sólo es necesario pulsar las teclas de las letras que forman las palabras que la máquina comprende. No es necesaria ninguna habilidad especial, ningún esfuerzo, como puede ser el dibujo laborioso de las letras que se da en un manuscrito, o el cuidado para obtener un resultado prolijo. El efecto aparece instantáneamente en la pantalla, que se renueva permanentemente. Podría decirse que todo es fácil y agradable.

Por otro lado, y fundamentalmente, el hecho de que uno puede programarla, convirtiéndola en criatura propia, permite hacer de ella el instrumento más nuevo y eficaz para la descripción y la construcción de las ideas personales más diversas. La computadora puede trocarse en una herramienta o un cincel a los efectos de crear objetos o de plasmar ideas de variada naturaleza. Muchas personas se encuentran así frente a nuevas experiencias, nuevos ámbitos donde poseen la libertad y el poder para hacer lo que se les ocurra. Las fronteras –como en todos los órdenes– están sólo en uno mismo. La computadora como vehículo para la expresión humana –ya sea de naturaleza científica, artística o de otra índole– brinda la oportunidad a quien la usa de experimentar la emoción y la alegría del acto creativo.

Sociedades y componentes

A los efectos de utilizar las computadoras como medios de expresión, debemos emplear un lenguaje que nos permita fácilmente describir nuestras ideas, de forma que sean entendidas por la máquina. Este lenguaje debe ser a la vez simple y poderoso: simple, a fin de que no trabe ni dificulte la manera de ordenar y expresar nuestras ideas; poderoso, a fin de que la riqueza de nuestro pensamiento no se vea disminuida por limitaciones del medio de comunicación. Una de las alternativas de empleo disponibles actualmente es el lenguaje Logo, que reúne justamente características de simplicidad y de poder adecuadas. Los procedimientos o programas escritos en el lenguaje Logo son como sociedades en el sentido definido por Marvin Minsky en su reciente libro, *La sociedad de la mente*.

Para Minsky, la mente está constituida por la suma de pequeñísimas partes o "agentes", cada uno de ellos sin inteligencia, y llama "sociedad de la mente" al esquema resultante de la interacción de esos agentes. Por sí mismo, un agente puede realizar sólo tareas simples, que no necesitan pensamiento alguno. Sin embargo, la reunión de estos agentes en sociedades –de naturaleza muy peculiar– conduce al fenómeno de la inteligencia.

Realizar un programa mayor es reunir un conjunto de pequeños programas, que a su vez están compuestos de instrucciones elementales; es la combinación e interacción de una multitud de instrucciones o bloques de construcción básicos o pequeñas partes o procesos la que crea finalmente cualquier ente importante. Las cosas grandes no dependen tanto de la esencia de las pequeñas partes que la componen: lo que importa es la composición del conjunto, cómo las partes se afectan entre sí y no lo que son estrictamente.

Este concepto, básico cuando se desea hacer algo importante con las computadoras y que también es válido en la creación de cualquier obra material gigantesca o en el manejo de cualquier organización de envergadura, es difícil de entender por algunas personas que no comprenden cómo pueden originarse entes inmensos y aparentemente complicados a partir de partes diminutas y sencillas.

La magna construcción de un rascacielos requiere la presencia de una enorme cantidad de elementos simples que valen en sí mismos según su condición (ladrillos, perfiles de acero, vidrio, etcétera), y que –combinados de manera determinada y sin perder la calidad originaria que les corresponde– conforman una unidad distinta superior. Si bien Minsky destaca en su libro que sólo recientemente se han comenzado a vislumbrar las características de máquinas inmensamente complejas, formadas por miles de millones de partes, también subraya los poderosos y sorprendentes efectos que surgen de la interacción aun entre pocos agentes.

Asimismo, la concepción y la filosofía de uso de Logo tiene que ver más con la originalidad de lo común y de lo simple que con el convencionalismo de lo especializado y lo difícil. Lo común, lo cotidiano, constituye el mundo de la percepción directa, libre de las racionalizaciones semánticas complejas.

Lo común, lo simple, es a menudo difícil de considerar, porque siempre está con nosotros en forma obvia y sin gloria alguna. Sin embargo, es frecuentemente el punto de partida en el logro de muchas creaciones. Las cosas comunes y simples han sido clasificadas y han dado origen a cosas más complejas y a convenciones diversas.

Como las convenciones son formas ordenadas para considerar y hacer aceptables las múltiples facetas de lo común, puede ser emocionalmente difícil abandonar la seguridad de este orden en favor del desorden de lo común, de lo trivial. De esta forma, hay incorporada en la mente humana una resistencia a estudiar lo común y lo simple. Logo se basa en ideas comunes y simples, y quizás por ello resulta difícil de entender para alguna gente.

Repercusión en la educación

Seymour Papert, colega de Marvin Minsky en estudios de inteligencia artificial, sostiene que no son sólo los ingredientes del razonamiento los que cuentan, sino también la forma en que están organizados; una mente no puede verdaderamente crecer demasiado si se limita sólo a acumular conocimientos a cualquier nivel. Debe también desarrollar formas nuevas de utilizar lo que ya sabe. Así, enfatiza que algunos de los avances más cruciales en el desarrollo mental se basan no en la simple adquisición de nuevas destrezas, sino en la adquisición de nuevas formas administrativas de utilizar lo ya conocido. Para ello es preciso, entre otras cosas, tomar conciencia de cada situación nueva y darse cuenta de cómo actuar.

El aprendizaje del "darse cuenta" se practica continuamente en cualquier sesión Logo y esta circunstancia es de gran relevancia. Sin "darse cuenta" no existe aprendizaje. Todo aquello que incrementa el nivel de conciencia aumenta la calidad de un aprendizaje, de un comportamiento, de un placer. El "darse cuenta" es la revelación interna que hace posible mirar por medio de nuestros ojos, escuchar por nuestros oídos, sentir nuestros sentimientos, comprender lo que comprendemos. Al usar "la computadora como un medio de expresión", y al usar Logo, las creaciones de la mente representadas por procedimientos adquieren vida en la pantalla. La dinámica de la mente es transferida a la dinámica de la máquina; cada operación de un procedimiento produce resultados o errores. En los procedimientos que no funcionan, los errores no son tomados en cuenta como deficiencias de la persona. Logo muestra las circunstancias como son, sin agregarles juicio de bueno o malo. Cada error produce un "darse cuenta" del porqué del error y resulta así un escalón más en el esclarecimiento del tema tratado; a medida que cada "darse cuenta" se incorpora en la

persona, su conocimiento anterior, su personalidad toda, se reestructura y reorganiza según la nueva comprensión o entendimiento.

Esta modalidad de empleo de las computadoras como medios para la expresión humana en la que se conjugan experiencias personales, relevantes y arraigadas en la realidad, convertidas en vehículos para aprender a manejarnos como seres autónomos, para explorar, probar, darnos cuenta, comprender, conocer, posibilita, en definitiva, una evolución genuinamente positiva en la educación, a diferencia de lo que se verifica a partir de algunos otros usos de las computadoras.

La sensibilidad y el intelecto

Los artistas emplean recursos diversos para expresarse: el pintor, el color; el escultor, la madera, la piedra o el metal; el bailarín, el movimiento; el poeta, las palabras; el músico, el sonido. ¿De qué manera pueden las computadoras ser empleadas en el mundo artístico? Indudablemente, un uso automático y ciego no producirá buenas obras. La frialdad o la calidez, la fuerza o la carencia de identidad de los resultados dependerán del autor y también, en cierta medida, de la modalidad empleada.

Los artistas usarán la computadora como medio de expresión y seguirán, seguramente, un camino artesanal. No debe extrañar la unión de la lógica y la precisión de las computadoras con el trabajo de un artesano.

Cuando se elabora una idea en la modalidad Logo de computación el proceso y sus características son similares a una actividad artesanal. Cada idea descrita en la computadora mediante un procedimiento Logo lleva impresa en sí misma un sello característico y propio que pone de relieve los rasgos personales de aquél que la concibió, ya que una misma idea puede ser descrita y concretada por distintas personas de diferentes maneras.

Asimismo, el tema elegido, quizás doméstico y cotidiano, se encontrará, por lo general, íntimamente ligado con el entorno de cada realizador. Por supuesto, la computadora es un medio de expresión que conducirá a obras bellas, vitales y artísticas sólo en manos de verdaderos artistas con la creatividad, la habilidad y la voluntad indispensables de siempre.

"Luces y sombras de las computadoras en la educación", Diario La Nación, 24 de agosto de 1988. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 9.

Luces y sombras de las computadoras en la educación

Horacio C. Reggini

La aparición de toda nueva tecnología genera, por un lado, adhesiones desmedidas y, por otro, oposiciones a ultranza. Frecuentemente, los aspectos positivos y negativos de su utilización se entremezclan tanto en consideraciones teóricas como prácticas. La introducción creativa de las computadoras en la educación no entraña meramente un problema tecnológico, más bien implica la elección de un camino educativo a recorrer con una modalidad determinada. Si queremos que las nuevas tecnologías no resulten contraproducentes y no sean anuladas por las estructuras en vigencia, debemos darnos cuenta hacia dónde conducen los distintos caminos y saber elegir.

Todas las tardes, a las 19 hs., el residente más ilustre de la Universidad de Cambridge se dirige a cenar conduciendo su silla de ruedas por los senderos bordeados de césped. Stephen Hawking, el brillante astrofísico cuya lucidez teórica es comparable a la de Albert Einstein, no puede moverse ni hablar. Atacado desde los veinte años por la enfermedad de Lou Gehrig —un deterioro del sistema nervioso central—, su único enlace con el mundo exterior se establece a través de la pantalla de una computadora, provista de un sintetizador vocal, instalada en el brazo izquierdo de su silla. Indudablemente, en este caso particular, no se cumple la aseveración de que "las computadoras son sólo máquinas que han dejado a más gente sin trabajo en menos tiempo que cualquier otra jamás creada."

Estas posiciones, ciertamente extremas, no hacen más que ilustrar la dicotomía planteada por la irrupción de las computadoras en todas las esferas de la sociedad. Por un lado, dependemos de ellas en tal medida que, si en este preciso instante, por ejemplo, se desconectaran solamente las relacionadas con las prestaciones de servicios a la comunidad, el mundo caería en un caos generalizado. Por el otro, ellas nos inspiran recelo, porque evocan el aspecto amenazador implícito en el acelerado crecimiento tecnológico actual. Debemos reconocer que las grandes innovaciones continúan provocando confusión y temor. Es un hecho comprobado históricamente, que las personas siempre han sido reacias a modificar sus concepciones y modos de vida. Ya en los inicios de la Revolución Industrial, grupos de obreros ingleses —llamados "luddites"— organizaban revueltas para destruir las máquinas industriales que amenazaban su sustento cotidiano. Hace menos de un siglo, cuando el hoy célebre precursor del cubismo, Paul Cézanne, participó en la primera Muestra Impresionista, mereció este peyorativo comentario: "La Olimpia Moderna exhibe su fealdad a la mirada extasiada de un monigote moreno." Unos años más tarde, cuando se instaló en Buenos Aires el primer tranvía eléctrico, una muchedumbre asustada visitó al intendente declarando que "se producían temblores en el pavimento" y que temían que "el trepidar de los vehículos derrumbara las casas."

En fin, la incapacidad de experimentar nuevas perspectivas sigue vigente, a pesar de que los cambios a que nos vemos sometidos se hacen cada vez más vertiginosos. Reflexionemos en lo siguiente: el género humano necesitó de milenios para pasar de la velocidad de su propia carrera a los 100 kms. por hora, pero sólo unas cuantas décadas le fueron suficientes para sobrepasar la velocidad del sonido y alcanzar una proyección cósmica. Es por esto que uno de los más urgentes desafíos de nuestro tiempo es ayudar a las nuevas generaciones que transitarán el siglo veintiuno.

Es indudable que se impone un cambio profundo en la educación tradicional. ¿Qué uso les cabe a las computadoras? ¿Para qué sirven? ¿Son útiles en la escuela? ¿Promueven la inteligencia de los chicos o, por el contrario, los automatizan convirtiéndolos en seres vacíos, desprovistos de sensibilidad y de valores afectivos?

Evidentemente, estas preguntas simplifican temas muy complejos, pero el sólo hecho de formularlas de esa manera nos conduce a un primer malentendido: considerar a las computadoras como instrumentos que actúan sobre la mente y el aprendizaje olvidando que toda innovación tecnológica posee una importancia relativa, siempre inferior a la circunstancia cultural global. Cualquier planteamiento, ya sea en favor o en contra de las mismas, que se apoye en argumentos exclusivamente técnicos, o en románticas añoranzas del pasado, o en dudosos cantos de sirena acerca del progreso y del mundo moderno, o en obvias defensas de dignidades humanas, o en apresuradas afirmaciones referidas a un nuevo analfabetismo originado por el desconocimiento de las computadoras, debe tomarse como parcial y viciado de prejuicios.

Para comprender esta problemática, es imprescindible analizarla simultáneamente desde dos ángulos diferentes. El primero tiene que ver con los alcances y el significado de la educación. El segundo se relaciona con el criterio de utilización de las computadoras y con los contenidos de los temas tratados en las aulas.

Dos polos educativos

Cualquier actividad desarrollada en las escuelas responde, de manera conciente o inconsciente, a particulares concepciones educativas y culturales que oscilan entre dos modalidades teóricas extremas. Las denominaré arbitrariamente cerrada y abierta, sin que estos términos entrañen un juicio de valor o respondan a una clasificación ortodoxa. Queda claro que ambas tienen aspectos positivos y negativos, y en la realidad cotidiana se dan mezcladas en distinta proporción. La educación cerrada está fundamentada primordialmente en la necesidad de dar continuidad al orden imperante y a los dogmas establecidos. En ella no se admite la discusión. El maestro es el amo de la verdad y el alumno el esclavo que la recibe. Todo está rigurosamente planificado: el maestro sabe y habla, el alumno tiene la obligación de digerirlo todo... y bien. El estilo es autoritario, y hay uniformidad y permanencia en la temática estudiada. No se favorece la reflexión, el hábito de los procesos creativos, el diálogo ni el espíritu pluralista. Muchos elementos de esta modalidad educativa son aplicados corrientemente ya que, al parecer, brindan una mayor sensación de seguridad a las autoridades, padres y —paradójicamente—, también a los propios alumnos.

Por el contrario, la educación abierta se basa en la idea de favorecer el ejercicio de la libertad y la creatividad. A través del diálogo, el maestro es el guía que promueve la reflexión. El darse cuenta adquiere una importancia preponderante. El saber tiende a ser construido por los propios alumnos que exploran, prueban, y arman paso a paso sus marcos intelectuales y afectivos. Así aprenden a amar lo que hacen: le encuentran sentido, se divierten y disfrutan con sus quehaceres educativos. Se estimula el aprendizaje de la convivencia y la práctica de la discrepancia. Se incita a la colaboración y al aprendizaje horizontal. No se habla de la formación para un futuro determinado o para un hipotético modelo de sociedad: se intenta más bien enseñar a pensar la realidad, a aprender la libertad de ser y a crear libremente. De esta manera, se busca preparar al alumno para hacer frente a cualquier futuro. Obviamente, los prejuicios, los mitos enraizados en el pensamiento colectivo y la necesidad de cumplimentar objetivos burocráticos, hacen que este tipo abierto de educación sea muy difícil de implementar en estado puro.

Las nuevas tecnologías

Si no queremos transformarlo en un mero sustituto de modelos antiguos, debemos aceptar que el empleo de cualquier nuevo medio tecnológico trae aparejados nuevos procedimientos, nuevos interrogantes y nuevos entornos. En el caso específico del uso de las computadoras en la educación, existen dos enfoques operativos diferentes. Como en la clasificación anterior, emplearé dos términos opuestos, a fin de ilustrar tajantemente dos estilos antagónicos.

La modalidad dura. Quien ingresa en un ambiente de este tipo tiene la impresión de ponerse en contacto con el rigor y la precisión científica. El silencio reverencial ante lo tecnológico sólo es matizado por los sonidos electrónicos de las máquinas y el susurrar de las impresoras. Todo parece planificado y perfecto. Las pantallas están repletas de números y gráficos. Las ecuaciones y las fórmulas matemáticas abundan. Los lenguajes de comunicación son en general esotéricos e incomprensibles para el profano. La mayoritaria presencia de varones otorga al ambiente una particular fisonomía. Algunos alumnos mantienen los dedos rígidos sobre el teclado, respondiendo a preguntas programadas que centellean en la pantalla. A veces, con comentarios estereotipados, la máquina les brinda otra oportunidad después de alguna respuesta errónea o les aporta automáticamente una sugerencia. Para aparentar que la instrucción es personalizada, la máquina se dirige al alumno por su nombre, que registró mecánicamente cuando comenzó la sesión. Evalúa, contabilizando en forma inexorable aciertos y desaciertos. Al cabo de cierto tiempo, el alumno pierde interés y bosteza, al igual que en las explicaciones grupales de ayer ante el maestro que no permitía la participación activa de su clase.

Por su parte, la modalidad blanda es más difícil de describir ya que es cambiante y no parece tener objetivos nítidos inmediatos. Los niños están al mando de las computadoras y hacen cosas con ellas, tal como si jugasen con arena o con acuarelas. Están contentos y conformes, ya que ejercen el control sobre elementos que dominan y que les obedecen. La interacción con las máquinas es simple, sin tecnicismos innecesarios. Los maestros orientan los proyectos que los alumnos llevan adelante por grupos. Los temas cubren un amplio espectro en el que abundan cuestiones cotidianas. Algunos escriben relatos, otros componen

música y la escuchan de inmediato. Al igual que sucede con artistas o científicos, hay allí rostros sorprendidos frente a resultados inesperados. Los errores son fuente de reflexión y punto de partida para nuevos proyectos. Aquí, lo más importante es la gente —explorando ideas y construyendo cosas— expresándose a través del estilo particular con que cada niño aborda los temas elegidos. Existe un clima de alegría creativa. Lo esencial es el pensamiento en acción y la práctica de la libertad, de la autonomía y de la responsabilidad. Las computadoras ocupan un segundo plano.

El ámbito Logo

Realizando simples combinaciones entre tipos de educación y modalidades operativas, podemos obtener cuatro posiciones. La educación cerrada podría vincularse con la modalidad operativa dura, combinación que considero poco deseable. No podría mezclarse con la modalidad que he denominado blanda: ambas se rechazan como el aceite y el agua. Entre la educación abierta y la modalidad dura ocurre algo similar: van por vías diferentes. Una educación abierta, en cambio, armoniza naturalmente con el uso blando de las computadoras. Logo se ubica dentro de este último marco educacional.

Logo no es solamente un lenguaje de programación: implementado correctamente es componente principal de un genuino ambiente de aprendizaje en el que, al contrario de lo que sucede en la educación convencional o en la instrucción asistida por computadora, los chicos son protagonistas principales en el proceso interactivo del aprendizaje. A partir de palabras accesibles, en su propio idioma, ellos "utilizan" la computadora y "hacen cosas", que es la mejor manera de aprender. De esta forma, bucean en sus propios procesos mentales, interactuando con sus propios pensamientos y los de sus compañeros, creciendo integralmente y sin dejar de lado el asombro y el juego, sólidas bases de la creación. Como en los primeros años de vida, tan fecundos en nociones trascendentes, ellos vuelven a experimentar el placer de aprender por el conocimiento en sí, sin horarios, sin cauces prefijados.

Conclusión

Es comprensible que —la mayoría de las veces debido al desconocimiento o a una extremada fascinación por el pasado—, se niegue rotundamente la conveniencia de adoptar las nuevas tecnologías. En otras ocasiones, se olvida que son justamente eso, nuevas, y se las incorpora a los antiguos métodos de enseñanza repitiendo experiencias arcaicas. No es alentador, por ejemplo, ver a un chico reproduciendo en la pantalla el movimiento de un péndulo cuando es más instructivo y divertido que lo haga en el aire con un anillo y un hilo. El uso regresivo y convencional de las computadoras en la educación es perjudicial; pero no por ello tiene sentido oponernos ciegamente a los importantes avances que ellas pueden permitir, aferrándonos a métodos y prejuicios de contenidos que, en esencia, se han conservado invariables durante mucho tiempo. Resulta evidente que la educación debe cambiar en consonancia con la evolución natural del mundo. Negarse a la aplicación beneficiosa de los nuevos medios tecnológicos resulta casi tan descabellado como reivindicar una escuela cuya finalidad consistía solamente en enseñar a leer, memorizar,

escribir y contar, machacando una y otra vez —en muchos casos, recurriendo al castigo corporal— hasta que el chico aparentemente superaba su dificultad. En suma, las bondades o perversiones de la irrupción de las computadoras en las escuelas dependen fundamentalmente de la filosofía subyacente, de cómo se aplican y con qué criterios se utilizan, y no de la presencia de las máquinas en sí. En la búsqueda del crecimiento personal, sería de desear que la escuela actual brindara un lugar relevante a la formación de la mentalidad crítica, el análisis y la discusión, persiguiendo el ejercicio con responsabilidad de la libertad individual y de la solidaridad social. En ella, las computadoras, encuadradas dentro de los ambientes Logo constituyen una saludable y aconsejable alternativa. Quienes los conocemos de cerca sabemos que, como antes, como siempre, toda obra humana necesita de algo más que tecnología: es imprescindible el poder de la intuición, el impulso del cariño, la potencia del talento, la perseverancia del trabajo y el vuelo de la imaginación.

"El mundo nuevo de los medios de comunicación", Diario La Nación, 11 de marzo de 1988, Buenos Aires. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 10.

El nuevo mundo de los medios de comunicación

Horacio C. Reggini

Hay pocos lugares del mundo en los que, como en el "Media Lab" del M.I.T., uno tenga la sensación de –literalmente– "entrar en el futuro". Sus salas colmadas de prodigios electrónicos son parecidas a los escenarios de audaces novelas de ciencia-ficción. Pero es también allí, en ese ámbito fascinante, donde día a día se lleva a cabo una profunda reflexión acerca del nuevo mundo que los modernos medios de comunicación van a crear y del lugar que nos cabrá a nosotros en él.

Imaginemos una amplia sala sembrada de computadoras conectadas por cientos de cables que semejan spaghetis multicolores. Uno de los monitores despliega titulares periodísticos en colores: Actualidad Internacional, Finanzas, Deportes, Arte, Ciencia, etc. Basta deslizar un dedo a través de la imagen para que ésta se desplace tras él y aparezcan nuevos textos. Se señala un párrafo inicial y el artículo se expande por toda la pantalla. Al requerir mayor información sobre ese tópico, aparecen varias notas complementarias, una de ellas coloreada de amarillo pálido para indicar que se trata de una noticia antigua. Si se toca el texto ubicado bajo el rótulo "Hoy", la ilustración súbitamente se anima y una voz en off acompaña las imágenes televisivas de los acontecimientos de último momento que, al igual que el resto, han sido seleccionados entre el material suministrado por agencias noticiosas, bancos de datos, informativos de televisión y fotografías almacenadas en discos compactos con capacidad para miles de imágenes cada uno.

Este prodigio experimental se denomina "NewsPeek", diario electrónico personalizado cuya característica más sobresaliente es su habilidad para seleccionar los contenidos en forma autónoma, de acuerdo a los intereses previamente delineados por el usuario. El ámbito fascinante en que ha sido diseñado "NewsPeek", es el Media Lab del M.I.T. (Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts).

¿Qué es el Laboratorio de Medios?

Situado en un edificio diseñado por el arquitecto I. M. Pei, el Laboratorio de Medios es el fruto más refinado de esa catedral de la tecnología fundada, en 1861, por William Barton Rogers y que es considerada como una de las mejores universidades del mundo. Allí, alrededor de 140 estudiantes, técnicos, artistas y científicos –entre los que se cuentan Marvin Minsky, decano de la investigación sobre Inteligencia Artificial y Seymour Papert, creador del lenguaje Logo e investigador del uso de las computadoras en educación–, exploran

los modos en que las personas se relacionarán entre sí, y con las avanzadas tecnologías de procesamiento electrónico de la información, que cada vez más intensamente están transformando la economía, la producción, el aprendizaje, la política, la familia, las diversiones y la vida diaria. Es un hecho incuestionable que, antes de fin de siglo, el cine, el video, las publicaciones —y, fusionándose e interrelacionándose con todos los medios, las computadoras—, habrán transformado la manera en que cada uno de nosotros percibe y explica el mundo.

Lo que la Bauhaus de los años veinte fue para el nacimiento real del diseño contemporáneo y para el impulso de nuevas formas artísticas, lo es el Laboratorio de Medios del M.I.T. —creado en 1985 por el profesor Nicholas Negroponte, su actual director—, para la compleja urdimbre en marcha que conforman las comunicaciones y las computadoras de los años ochenta. Al igual que aconteció con la institución alemana, el Laboratorio de Medios es el punto de encuentro de algunos de los mayores talentos creativos de nuestra época con vistas a un empleo humano de la tecnología. Pero existe una diferencia básica: debió pasar toda una generación para que los prototipos diseñados por la Bauhaus alcanzaran el mercado; en cambio, los productos en desarrollo en el Laboratorio de Medios, estarán disponibles y en uso en los próximos años gracias al amplio apoyo empresarial que lo respalda.

La avalancha electrónica

Baste recordar que la lista actual de las aplicaciones de las microcomputadoras supera el tamaño de una guía de teléfonos, que una pequeña isla como Jamaica posee quince mil antenas parabólicas, que ya suman varios millones las terminales "Minitel" instaladas en Francia, desde las que se pueden contratar innumerables servicios o el auge de los sistemas de banco de datos y correo electrónico —también existentes en la Argentina—, para comprender en qué medida la computadora global ya está en marcha.

Uno de los adelantos que en mayor medida está contribuyendo a hacer posible la ayer polémica "aldea global" de Marshall McLuhan y, sin lugar a ninguna duda, uno de los más notables desde la invención del teléfono, es el desarrollo de las fibras ópticas: filamentos de vidrio puro, del espesor de un cabello, que conducen información en forma de impulsos luminosos. A través de un único cable de fibra óptica pueden transmitirse todo tipo de datos: voces, textos, fotos, dibujos, música, etcétera.

Se está llevando a cabo un enorme esfuerzo internacional con el objetivo de unir todos los sistemas telefónicos del planeta a una red digital de servicios integrados, capaz de transportar todo tipo de señal. De lograrse, este hecho se convertirá en el acontecimiento tecnológico dominante de esta década.

Imágenes inteligentes

Casi medio siglo atrás, ingenieros y empresarios se reunieron con el fin de elaborar las normas técnicas que regirían una tecnología nueva y exótica para los años '40, la televisión. En esa ocasión, se adoptaron normas que se emplean aún hoy en casi todo el mundo y que no dan lugar a una definición visual suficientemente nítida. Quienes participan del "Programa de Investigación en Televisión Avanzada" del Laboratorio de Medios, proponen mejorar la imagen por

medio de técnicas de Inteligencia Artificial y no a través de un aumento en el ancho de banda. Ellos anticipan que, dentro de veinte años, todo televisor será básicamente como una de las actuales supercomputadoras "Cray", capaces de ejecutar cien millones de operaciones por segundo. En otras palabras: el aparato de TV, por ejemplo, no recibirá imágenes, sino datos digitales con los cuales "armará" las imágenes a una fantástica velocidad. Pero esto no es todo: otra línea de investigación del Laboratorio de Medios está orientada hacia el desarrollo de la televisión holográfica, o sea, televisión en tres dimensiones. Lo más parecido a una holografía que existió en la antigüedad fue de origen japonés. En el pasado remoto, artistas escogidos del Imperio del Sol Naciente tallaban con paciente minuciosidad espejos cóncavos que, al ser ubicados frente a una estatua de Buda, reconstruían al pequeño dios que parecía flotar en el vacío. Pero se necesitaba toda una vida para aprender a tallar a la perfección estos singulares espejos... En nuestros días, los móviles tienden a ser mucho más pragmáticos. Una importante firma automotriz, principal auspiciante del programa de investigación sobre "Imágenes Espaciales" del Laboratorio de Medios, está interesada en obtener hologramas computarizados que les permitan reemplazar los tradicionales prototipos de arcilla. En la actualidad, la realización de cada uno de ellos insume varias semanas y decenas de miles de dólares. El inicio de la solución se presentó hace dos años en el Laboratorio de Medios cuando fue proyectado el primer holograma sintético de un automóvil que parecía flotar en el aire.

Otra interesante aplicación de la holografía es la conversión en imágenes tridimensionales de los datos obtenidos por tomógrafos o equipos de resonancia magnética, que se piensa facilitará notablemente los estudios previos a las intervenciones quirúrgicas.

Diversos investigadores predicen que no está lejano el día en que los hologramas podrán ser producidos e impresos en casa por una computadora personal.

Películas en edición rústica, fotos digitales y discos compactos

Tomando como punto de partida los cálculos que estiman en millones las copias "piratas" de videos que se comercializan anualmente, y que los films —además de deteriorarse con facilidad— tienen un elevado costo de realización y distribución, el Laboratorio de Medios propone una solución insólita: algo así como "películas en edición rústica". La idea consiste en que el original sea más barato que cualquier copia que pudiera hacerse de él. Mediante técnicas de compresión de datos basadas en estudios semánticos de Inteligencia Artificial, se intenta transferir una película completa a un disco compacto o a otro medio similar, que actualmente admiten sólo unos pocos minutos de video convencional. En otros programas que se están ensayando, las imágenes de video se pueden mezclar como si fueran un mazo de cartas. Tal versatilidad permite anticipar que la computadora será al cineasta lo que el procesador de palabras es actualmente al escritor.

La búsqueda tendiente a obtener la digitalización de las imágenes fotográficas comenzó hace más de diez años, como una forma de acelerar su transmisión a distancia. La luz verde llegó con la invención de un sistema de facsímil fotográfico y un cuarto oscuro electrónico. En la actualidad, un número cada vez más creciente de las fotografías de los medios de comunicación son leídas por

láser, trasladadas a forma digital y almacenadas en una computadora para posteriormente ser "rearmadas", retocadas y transmitidas a cualquier parte del mundo.

Otro prodigio tecnológico, el cada vez más popular disco compacto —que además de brindar excelentes grabaciones, puede utilizarse para almacenar 250 mil páginas de texto, instantáneamente localizables por computadora—, también es objeto de investigación en el Laboratorio de Medios. La finalidad perseguida es lograr que el público asuma el control de los contenidos a través del CDI, disco compacto interactivo. En principio, el CDI buscado tendría que poder albergar mil imágenes de video, dos mil diagramas, seis horas de sonido de alta calidad, diez mil páginas de texto y poseer un programa que lo haga funcionar como un todo intensamente relacionado con el usuario.

El "Vivario" y la máquina de conexión

Dentro del área Computadoras y Entretenimiento, figura una de las menos encuadradas y potencialmente más ambiciosas actividades del Laboratorio de Medios: el "Vivario", cuya misión sería crear un entorno computacional que permita a chicos de escuela inventar "organismos" a los que dotarían de comportamientos para luego dejarlos libres en ecologías computarizadas, donde aprenderían y evolucionarían independientemente. Llevar a cabo este proyecto implica el desarrollo de nuevas interfaces, nuevos tipos de inteligencia artificial y, posiblemente, también una nueva arquitectura computacional. La mayor parte de estas propuestas exigen máquinas más rápidas, más inteligentes. La inmensa mayoría de las computadoras actualmente en uso son seriales; es decir, realizan una operación por vez tan velozmente como lo permite la capacidad de la máquina. Superar este límite se constituyó en un complejo desafío que, recientemente, se transformó en logro espectacular para Daniel Hillis y varios de los integrantes del Laboratorio de Medios: la "Máquina de Conexión", asombrosa computadora de procesamiento en paralelo y memorias en paralelo. Compuesta hasta ahora por 65 mil computadoras elementales conectadas ingeniosamente entre sí, la Máquina de Conexión alcanza velocidades pasmosas: 2.600 millones de operaciones por segundo, llegando hasta los 10.000 millones en condiciones más favorables, casi mil veces más que una poderosa supercomputadora de nuestros días. Esta increíble velocidad permitirá encarar su uso en toda una serie de nuevos experimentos en meteorología, estudio de la visión, búsqueda de documentos, e, incluso, en el diseño... de su sucesora.

Soñando el futuro

Sin duda, el Laboratorio de Medios del M.I.T. refleja audacia creativa en cada uno de los proyectos que lleva adelante. Además de los anteriormente expuestos, existen otros que todavía están en sus primeras etapas de desarrollo. Tal el caso de la computadora que lee el movimiento de los labios, la "secretaria electrónica", el piano capaz de seguir el ritmo de otros intérpretes, y la computadora que rastrea la dirección de la mirada, entre otras alucinantes propuestas tecnológicas expuestas en el libro de Stewart Brand, El Laboratorio de Medios, Inventando el futuro en el M.I.T., recientemente publicado en nuestro país.

Al relato vívido y ameno, el autor agrega sus convicciones acerca de la imprescindible necesidad de que los nuevos medios ayuden a hacer vigentes principios de libertad y de democracia entre las personas, al tiempo que reconoce la existencia de "patologías de comunicación" y "tecnologías de desinformación", pero siempre confiando con optimismo en que la sociedad y las personas utilizarán correcta y sabiamente las nuevas máquinas. Además, Brand analiza las consecuencias sociales y políticas del empleo de los nuevos medios, así como las repercusiones en la calidad de vida de las personas, en relación con sus posibilidades de aprender, expresarse y comunicarse. En suma, las nuevas tecnologías ¿nos harán más libres, más humanos o, por el contrario, contribuirán a acrecentar nuestra dependencia sumiéndonos en un mundo virtual que hará prácticamente imposible nuestro contacto con la realidad?

Otro capítulo de particular interés está dedicado al análisis de la influencia que implican las regulaciones gubernamentales. Se presentan casos referidos a la imprenta, el teléfono, la radio y la teledifusión, así como reflexiones en torno a la televisión por cable, satélites, diarios por teléfono, antenas personales, etc. La tecnología actual incidirá sobre muchas de las reglamentaciones referidas al uso del espectro de frecuencias de transmisión. Stewart Brand está convencido de que una libertad plena (como la que gozó la imprenta en el momento de la independencia norteamericana) puede fortalecer los nuevos medios y ofrecer a la sociedad la variedad de ideas necesarias para su crecimiento y desarrollo cultural.

Hacia el tercer milenio

La era electrónica afecta nuestras vidas en forma creciente y plantea la urgente necesidad de soluciones distintas e imaginativas si queremos hacer realidad el ideal de un "uso humano de las máquinas". Es razonable pensar, entonces, que la revolución de las computadoras sólo vale la pena si hace a las personas más libres y mejora sus cualidades intelectuales y afectivas, algo que podrá lograrse solamente si aquellos que se preocupan por sus usos e implementaciones ponen los nuevos medios de comunicación al servicio del mejoramiento del ser humano y de la sociedad, antes que al de la mera invención de objetos tendientes a la invasión de la vida individual. En este punto, paradójicamente, el desarrollo de las nuevas tecnologías nos aproxima más y más hacia la envidiable carga de fantasía y vuelo poético que siempre acompañó al lúcido talento del artista Joan Miró, quien gustaba repetir: "Nunca sueño cuando duermo, sino cuando estoy despierto."

"La inteligencia artificial y el sentido común", Diario La Nación, 14 de julio de 1988. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 11.

La inteligencia artificial y el sentido común

Horacio C. Reggini

*"La mente, que aquí es luz, abajo es bruma.
¿Qué extraño que el mortal sea impotente
a comprender lo que es de esencia suma?"
Canto vigésimoprimer, PARAISO.
Dante Alighieri, "La divina comedia".
(Traducción de Bartolomé Mitre)*

Desde la Antigüedad, la idea de crear una inteligencia autónoma ha ejercido una extraña fascinación. En el Canto XVIII de la *Iliada*, se narra que Hefesto, dios del fuego, era ayudado por prodigiosas mujeres de oro, tan perfectas "que tenían inteligencia, voz y fuerza". Lie Zi, filósofo chino del siglo VI antes de JC, uno de los creadores de la doctrina del Tao, narra la historia de un autómatas construido de pieles, madera, cola y pintura que podía andar, bailar y cantar. En cuanto al Golem, el legendario autómatas surgido en la Praga del siglo XVI, podía ser activado inscribiéndole el nombre de Dios en la frente. Más tarde, fantasías como éstas se difundieron ampliamente con el éxito de las artes mecánicas que cautivaron la imaginación popular. Descartes se refirió al "animal-máquina", Vaucanson construyó personajes basados en mecanismos de relojería. En fin, la historia se repite abarcando todos los matices, desde los robots de Kapek a "La Eva Futura", de Villiers de l'Isle Adam. Pero fue sin duda en la segunda mitad de nuestro siglo cuando, con la aparición de las primeras computadoras, se comienza a considerar la posibilidad de construir máquinas que simulen o reproduzcan la inteligencia humana. Fue así como surgió la inteligencia artificial (IA), disciplina en la que confluyeron dos objetivos: por un lado, investigar los mecanismos de la inteligencia, utilizando a las computadoras como banco de pruebas para verificar teorías por medio de la simulación; y por otro, dotar a las máquinas de acabadas posibilidades de pensamiento.

Propuestas incumplidas

En 1949, Warren Weaver, un matemático pionero de la teoría de la comunicación, señaló que las técnicas desarrolladas para descifrar códigos podrían aplicarse a la traducción mecánica. Se inició entonces una época de desmedidos optimismos, en la que se anticipaba que, en el espacio de una década, los "cerebros electrónicos" estarían en condiciones de afrontar prácticamente todo tipo de tareas.

Pero las metas propuestas se hicieron cada vez más lejanas y, ya en esos años, se comprobó que —contrariamente a lo que podría haberse previsto en un primer

momento— las actividades humanas más difíciles de reproducir artificialmente no son algunas elaboraciones abstractas consideradas muy complejas, tales como jugar al ajedrez o demostrar teoremas matemáticos. Desde las tempranas experiencias de Newell y Simon con programas diseñados para extraer consecuencias lógicas de una serie de axiomas, los investigadores comprobaron que los conocimientos teóricos, que podrían ser explicitados como un conjunto de reglas formales, resultaban mucho más fáciles de reproducir que otras tareas aparentemente más prácticas y sencillas, como construir una torre de cubos, atarse los zapatos o utilizar el idioma natural. Sin embargo, a pesar de que los entusiastas pronósticos iniciales no pudieron ser confirmados, es indudable que los progresos logrados en IA hacen en cierto modo obsoleta la pregunta ¿pueden pensar las máquinas?

Sistemas expertos

Una respuesta preliminar a este inquietante interrogante bien puede estar dada por los sistemas expertos, que comenzaron a desarrollarse a fines de la década del '60 y que actualmente protagonizan un verdadero "boom" comercial. Tales sistemas funcionan en gran medida sobre inferencias del tipo "si tal cosa..., entonces tal otra" y han demostrado su utilidad en áreas que abarcan desde la medicina hasta la geología o la mecánica automotriz. Pero existe una alarmante contradicción: si bien esos sistemas se han mostrado sumamente eficientes en su tarea específica, padecen todo tipo de limitaciones en aquéllas que cualquier chico de tres años afronta con total seguridad.

Esta es una de las causas por las que, en su estado actual, la IA suscita una polémica continuamente renovada. Entre sus detractores se pretende difundir la imagen de la máquina inteligente como una suerte de cándido androide, similar a los propuestos por el cine de Hollywood, que repite una batería de frases hechas. Entre el público, la confusión deriva de mensajes contradictorios, la mayoría de ellos difundidos por los medios de comunicación. Por un lado, se dice que las computadoras son máquinas tontas a las que hay que entregar todo hecho, hasta en sus detalles más ínfimos; por el otro, la publicidad no cesa de tentarnos con promesas de maravillosos "electrodomésticos pensantes".

Nuevas comprensiones

Pero la IA tiene otras metas. Los investigadores más avanzados sostienen que la mente humana puede considerarse como una "sociedad de programas" muy evolucionada y que no existe ninguna razón válida para que una computadora correctamente preparada no pueda exhibir un comportamiento inteligente. En este último grupo se encuentra Marvin Minsky, tal vez el más brillante teórico de los últimos treinta años. Para el autor de La sociedad de la mente, la IA no sólo implica máquinas más poderosas sino también una acabada comprensión de la naturaleza de la inteligencia, lo que plantea una de sus mayores dificultades.

Para entender algo es preciso estudiar muchos ejemplos individuales y establecer entre ellos comparaciones que nos permitan distinguir los principios generales de los meros hechos accidentales. Algunos de los avances más notables en biología, por ejemplo, se logran comparando diferentes tipos de animales, bacterias o virus. Pero nada de eso es posible en inteligencia artificial, ya

que no existe en el planeta otra especie con una inteligencia similar a la humana. Los estudios de "inteligencia comparada" son imposibles, al menos por ahora.

Para Minsky, el logro de un nivel de inteligencia similar o incluso superior al de las personas no depende, como algunos creen, de nuestra capacidad de producir computadoras más grandes, más rápidas o que almacenen fabulosas cantidades de datos, sino de una mayor comprensión del funcionamiento de la mente, de lo que significa la inteligencia y del complicadísimo substrato en el que ella descansa: el cerebro.

La máquina de la vida

Pero... ¿acaso la mente es una máquina?

Marvin Minsky no tiene duda de ello y sólo le preocupa poder develar de qué tipo de máquina se trata. Influidos por ciertos clisés residuales de la Revolución Industrial que muestran a humeantes engendros de acero sacudidos por émbolos, engranajes y poleas, muchos encuentran esta posición desagradable y hasta degradante para el status humano. Pero las mentes artificiales futuras estarán compuestas por millones de partes y con materiales y formas ni siquiera soñadas todavía. Veamos otros puntos de vista.

John von Neumann, creador de la estructura lógica del proceso de tratamiento de la información en las computadoras, concibió a los seres vivos como máquinas y obtuvo una curiosa explicación del funcionamiento de la vida. Para él, los organismos serían como autómatas que pueden fabricar copias de sí mismos sobre la base de cuatro componentes: 1) una "fábrica automática" que reúne las materias primas y procesa el material de acuerdo a ciertas instrucciones determinadas; 2) una "copiadora" que toma esas instrucciones y las copia; 3) una "unidad de control", conectada a la copiadora y a la fábrica, que dirige las operaciones; y 4) un "programa maestro" que indica el montaje global de la fábrica. En los seres vivos, el programa maestro sería el ADN, que contiene el código genético de las células; la fábrica estaría representada por los ribosomas, que sintetizan las proteínas; las enzimas y otras moléculas serían las unidades de control y las copiadoras. Desde este enfoque, gran parte de los acontecimientos cotidianos que nos rodean, desde el crecimiento de una planta hasta el nacimiento de un niño pueden ser considerados en gran medida como intercambios de información. Algo que también resultó evidente para Norbert Wiener cuando, en su libro sobre cibernética, afirmó que la vida en sí no es más que un intrincado conjunto de transferencias de información.

Cerebros y máquinas

Entonces, ¿podrá la complejidad de la mente cobrar vida en los circuitos de una computadora? Hasta el momento nada obliga a asegurar lo contrario: ambas procesan información y trabajan con señales que podríamos denominar, a grandes rasgos, eléctricas. Desde esta posición, es errada la noción de que las máquinas sólo pueden hacer aquello para lo que están programadas. Después de todo, si —al igual que las computadoras— los cerebros humanos pertenecen al mundo físico, ellos también están capacitados sólo para cumplir con lo que están programados para hacer, lo cual incluye la capacidad de aprender y hacer cosas nuevas, originales y creativas.

Reflexiones como éstas han llevado a los científicos, en especial a Marvin Minsky, a la conclusión de que, para avanzar en el campo de las máquinas inteligentes, será necesario descubrir la forma de dotarlas de sentido común, ese caudal de conocimientos que nos parece tan natural y evidente que es difícil determinar exactamente en qué consiste, a pesar de que interviene en prácticamente todo lo que hacemos.

La tarea está resultando más ardua de lo que se anticipaba porque, si bien en una primera aproximación el sentido común parece compuesto de reglas, cada una de ellas tiene tantas excepciones que no sirve de mucho saber únicamente los enunciados generales. En esto radica la diferencia entre el funcionamiento de los sistemas expertos y la inteligencia humana. Los primeros resuelven problemas utilizando únicamente unas pocas variedades de un conocimiento muy especializado sobre un determinado tema. Pueden manipular miles de hechos, pero todos básicamente del mismo tipo. En cambio, el conocimiento necesario para llevar a cabo las tareas más banales, que están regidas por el sentido común, como tomar un vaso de agua o caminar por un pasillo, implica miles de nociones de diferentes tipos. De allí la mayor complejidad de las representaciones de las cosas que nuestra mente posee en comparación con las representaciones de programas corrientes de computadoras.

Dotar a las máquinas de grandes volúmenes de información puede resultar relativamente sencillo, siempre que los hechos sean clasificables en grupos homogéneos y se puedan explicar de acuerdo a reglas generales. Se suele decir entonces que es posible ordenar ese saber en "estructuras o bases de conocimiento", con relaciones precisas entre ellas. El problema que nos plantea el sentido común consiste en que, para describirlo, se necesitan muchas clases diferentes de estructuras de conocimientos y una forma adecuada de relacionarlas entre sí. No es suficiente alimentar a las máquinas con millones de hechos separados, también se necesitan sistemas aptos para combinarlos entre sí o decidir qué hechos deben tenerse en cuenta y cuáles no.

Para lograr máquinas inteligentes, es imperativo, además, estudiar el proceso de aprendizaje puesto que, aunque se supiera cómo hacerlo, transferir a una computadora todos los conocimientos de sentido común que posee una persona normal sería una tarea realmente cíclopea. Cuando se descubran los principios generales del aprendizaje, las computadoras inteligentes podrán aprender —por medio de un programa conveniente— realizando experimentos, leyendo, conversando y haciendo en general todo lo que las personas realizan en forma habitual para evolucionar intelectualmente. Por otro lado, para solucionar cualquier problema de cierta complejidad, se necesita llevar una historia de lo que va sucediendo, una suerte de "aprendizaje reciente o inmediato" sin el cual volveríamos continuamente al principio y repetiríamos las tareas una y otra vez indefinidamente.

Todavía sabemos muy poco de los múltiples funcionamientos del cerebro. Es probable que, así como hay distintas maneras de volar, también habrá diversos sistemas inteligentes para hacer que las máquinas piensen. "La revolución auténtica de la inteligencia artificial", afirma Minsky, "llegará cuando comencemos a salvar el vacío que existe entre los programas expertos de hoy y los programas inteligentes de mañana, que sabrán cosas que todos nosotros sabemos y, lo que es aún más importante, sabrán cómo aprender más cosas". Y

agrega: "Cuando logremos comprender los vastos y desconocidos mecanismos de la mente, llegaremos a vislumbrar qué maravillosas máquinas somos y sentiremos un mayor respeto por nosotros mismos". Sería asombroso y casi mágico, comprobar en el futuro que el equiparar a las personas con las máquinas no contradice las nociones trascendentales vigentes en nuestra cultura actual acerca del destino humano.

"Popper y Papert", Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, I.I.E., Buenos Aires, Año 14, N° 63, agosto 1988. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 12.

Popper y Papert

"La duda es uno de los nombres de la inteligencia."

Jorge Luis Borges

"No debo buscar mi dignidad en el espacio, sino en el gobierno de mi pensamiento... por el pensamiento yo abrazo al mundo", escribió hace más de tres siglos Blaise Pascal, quien ya en ese tiempo consideraba a la inteligencia como el único camino hacia la libertad, y a la educación como el único camino hacia la inteligencia. Pero, como todo gesto humano, la educación y las teorías del aprendizaje sufren la influencia de las alternativas culturales y filosóficas de su época. Hoy, tal vez más que nunca, la educación ocupa un lugar de privilegio pero... ¿qué educación?

El aprendizaje creador

A la luz de nuevas ideas, pensadores importantes de nuestro siglo provenientes de distintas corrientes coinciden en caracterizar el aprendizaje como un proceso de adquisición y práctica de nuevas metodologías, habilidades o aptitudes necesarias para enfrentar nuevas situaciones y formulan un paradigma educativo basado en la carencia de dogmas, el respeto por la libertad individual y el pensamiento crítico.

Entre quienes se han destacado por sus contribuciones a la renovación de las teorías educativas, se cuentan Karl Popper y Seymour Papert. El primero, nacido el 28 de julio de 1902, en Austria, es considerado como uno de los más importantes filósofos de las ciencias, cuyas ideas sobre el falibilismo metodológico, las conjeturas y las refutaciones, y la teoría evolucionista del conocimiento, entre otras, constituyen un valioso aporte al pensamiento universal. El segundo, nacido el 29 de febrero de 1928, en Sudáfrica, es un matemático y epistemólogo notoriamente conocido desde hace más de una década por sus investigaciones y desarrollos en la utilización de las computadoras en las aulas. Sus actividades continuadoras de las ideas de Piaget, sus aportes al campo de la inteligencia artificial, y la creación y difusión mundial de la modalidad Logo de computación le han valido una ubicación privilegiada entre los reformadores de la educación actual.

Ambos han merecido autorizados artículos publicados con anterioridad por este medio ^{1,2}, e incluso yo mismo me he referido en otras oportunidades a los enfoques educativos que aporta la modalidad Logo ^{3,4}. En esta ocasión, sin embargo, intento señalar algunas similitudes y coincidencias entre las ideas de Papert, sustentadas en su original sistema de computación, y las de Popper referidas a la educación implícitas en su extensa obra filosófica.

El error como fuente de comprensión

Durante mucho tiempo se creyó que la educación era esencialmente una transmisión de conocimiento del maestro al alumno a través de la cual se recibe el conocimiento desde afuera de nosotros mismos, lo aceptamos en tanto pueda ser adecuadamente justificado y lo acrecentamos por medio del método inductivo, partiendo de casos particulares para llegar a una regla universal. Tal fue la posición sustentada por figuras de la talla de Locke o Hume. Pero, ya en nuestro siglo, Karl Popper –además de otros autores– se ocupó en sus trabajos filosóficos del crecimiento del conocimiento, tanto en el individuo como en la sociedad, y realizó críticas contrarias a las teorías que consideraban al niño como una página en blanco y a la mente como poco más que un archivo de impresiones provenientes de los sentidos. Refutando uno a uno los fundamentos lógicos de esa posición, Popper estableció la hipótesis de que sólo se acrecienta el conocimiento por medio de conjeturas y refutaciones, y sólo se aprende a través del método de ensayo y error, en el que este último se transforma en una fuente de conocimiento: "para aprender a evitar en lo posible errores, debemos precisamente aprender de nuestros errores" ⁵.

Para Popper, "el proceso de aprender consiste principalmente en correcciones a expectativas que no se cumplen" ⁶ y que son, justamente, las mismas que desencadenan el proceso de ensayo y error.

En su obra *Desafío a la mente*, Seymour Papert describe las ideas fundamentales de su filosofía educativa. Muchos de sus párrafos están dedicados a valorizar el papel del error, al que no se considera como una imperfección que debe ser eliminada sino como un elemento funcional que participa en el proceso de alcanzar un objetivo. El afirma: "Muchos niños se ven retrasados en su aprendizaje porque tienen un modelo de dicho proceso según el cual uno o bien *ha comprendido* o *ha comprendido mal*. Pero cuando se aprende a programar una computadora casi nunca se comprende bien desde la primera vez. Aprender a ser un maestro en programación es aprender a ser sumamente diestro en aislar y corregir errores, aquellas partes que impiden que el programa funcione. Lo que hay que preguntarse sobre el

programa no es si está bien o mal, sino si se puede corregir. Si esta manera de considerar los productos intelectuales se generalizara al modo en que la cultura más amplia piensa sobre el conocimiento y su adquisición, a todos podría intimidarnos menos la posibilidad de *equivocarnos* ⁷." Y más adelante explica que gran parte del aprendizaje del trabajo con Logo está dedicado a las estrategias de depuración tales como desarrollar subprocedimientos autónomos de manera que resulte sencillo corregir los defectos. El invalorable fruto que se deriva de la adquisición de estas habilidades es una actitud nueva frente a los errores: "los errores nos benefician, porque nos llevan a estudiar lo sucedido, a comprender lo que anduvo mal y, a través de la comprensión, a corregirlo" ⁸.

El aprendizaje mediante ensayo y error modela una conducta que da resultado. El proceso de depuración –búsqueda y corrección de errores– tiene un papel fundamental en la comprensión de un tema. "La escuela enseña que los errores son malos", escribe Papert, "la última cosa que uno desea es examinarlos, detenerse a reflexionar sobre ellos. La modalidad Logo de la depuración propone una actitud opuesta. La experiencia en la programación de computadoras conduce a los niños, más eficazmente que cualquier actividad, a *crear* en la depuración ⁹."

Una teoría evolucionista del aprendizaje

Esta concepción del error como herramienta de conocimiento concuerda con la idea popperiana de selección de las ideas. Así como en el mundo de los organismos vivos la evolución se lleva a cabo por la selección natural del individuo más apto, para Popper, en el mundo de las ideas, las teorías evolucionan por prueba y por aniquilación de las formas malas. Este concepto bien puede aplicarse en educación. Escribe H. J. Perkinson: "K. Popper ha hecho más que destruir la teoría de la transmisión de la educación. También nos ha dado una nueva teoría de epistemología evolucionista, sobre la cual es posible edificar una nueva teoría de la educación, una teoría darwinista de la educación. Ella podría quizás llamarse *aprendiendo de nuestros errores*. De acuerdo con esta teoría, el alumno es activo, no pasivo; un creador, no un receptor de conocimiento; un buscador de orden que no necesita motivación para aprender. Un aprendiz que aprende cometiendo errores ¹⁰."

El aprendizaje natural: activo, autónomo y crítico

"El mejor aprendizaje tiene lugar cuando el sujeto toma el mando" ¹¹, escribe Papert. Para el creador de Logo, los niños son constructores activos

de sus propias estructuras intelectuales y "aprendices innatamente bien dotados" y adquieren, mucho antes de ir a la escuela, una enorme cantidad de conocimientos mediante un proceso que él denomina, *aprendizaje piagetiano*: "una enseñanza sin programa en la que ellos construyen sus propias estructuras intelectuales con materiales tomados de la cultura circundante. En este modelo, la intervención educativa implica modificar la cultura, introducir en ella nuevos elementos constructivos y eliminar los nocivos ¹²." "Típicamente, el aprendizaje piagetiano está enraizado profundamente en otras actividades. Por ejemplo, el bebé no tiene períodos destinados a *aprender a hablar*. Esta forma de aprendizaje se halla en oposición con el aprendizaje disociado, que tiene lugar en relativo aislamiento respecto de otros tipos de actividades, mentales o físicas ¹³."

Papert utiliza el término *construccionismo* para referirse a dos aspectos de la educación. De las teorías constructivistas de la psicología, adopta el punto de vista de considerar el aprendizaje como una *reconstrucción* antes que consecuencia de una transmisión de conocimiento. De la experiencia educacional, rescata la evidencia de que el aprendizaje es especialmente efectivo cuando está inmerso en una actividad en la que el alumno se siente construyendo algo significativo y con sentido (por ejemplo, una labor artística, una máquina que funcione, un trabajo de investigación o un programa de computadora). En este caso se trabaja en la construcción de un ente inteligible en lugar de hacerlo en la adquisición de conocimientos y hechos carentes de un contexto en el cual pueden ser inmediatamente utilizados y comprendidos ¹⁴. Papert engloba, además, en el construccionismo facetas sociales y afectivas que van más allá de lo meramente cognitivo. El hecho de que el alumno esté dedicado a construir algo, y la circunstancia particular de que está haciendo algo en lo que cree y siente, agrega nuevas dimensiones al aprendizaje. El cree que ciertos aprendizajes tienen lugar en forma temprana y espontánea, porque *el niño como constructor* encuentra los materiales con los que construir. Otros no se desarrollan, no a causa de su complejidad o formalidad, sino por la pobreza relativa de la cultura en aquellos materiales que tornarían los conceptos correspondientes en simples y concretos. De allí su insistencia en la creación de ambientes adecuados de aprendizaje ricos en determinados materiales. "El educador debe ser antropólogo. El educador como antropólogo debe trabajar para comprender qué materiales culturales son relevantes para el desarrollo intelectual", afirma ¹⁵.

Popper define al ser humano como un activo buscador de conocimiento, a tal punto que recuerda sus primeros años de escuela con las siguientes

palabras: "Estaré por siempre agradecido a mi primera profesora, Emma Goldberger, que me enseñó a leer, a escribir y las reglas de la aritmética. Estas tres cosas son, creo, lo único esencial que hay que enseñar a un niño y algunos de ellos ni siquiera necesitan que se les enseñen para aprenderlas. Todo lo demás es cuestión de atmósfera y de continuar el aprendizaje a medida que se va leyendo y pensando ¹⁶."

Logo, por otro lado, es sinónimo de autoeducación: cada persona se fija sus propias metas, reconoce sus errores, los analiza y aprende de ellos. Papert dice al referirse al uso de la modalidad Logo: "cuando un niño aprende a programar, el proceso de aprendizaje se transforma, se torna más activo y autodirigido. En particular, el conocimiento se adquiere con un propósito personal reconocible. El niño hace algo con él. El nuevo conocimiento es una fuente de poder y es experimentado como tal a partir del momento en que comienza a formar parte de su mente ¹⁷."

Karl Popper hace referencia al tema en un diálogo mantenido con John Eccles en oportunidad de la preparación del libro *The Self and its Brain*, ocasión en la que pasaron juntos una temporada en Villa Serbelloni, Bellagio, Italia. Allí, en un ambiente bello y estimulante, a orillas del Lago de Como, en la mañana del 20 de septiembre de 1974, comenta lo siguiente: "Creo que sería sumamente importante que, a través de toda nuestra vida, evitáramos ser meros receptores pasivos de información. Existe un peligro especial: que nuestras escuelas puedan tratar a nuestros niños como al gatito de la góndola.* Esto se hizo realidad especialmente cuando los niños debían sentarse de una manera confinada –una forma hecha para reducir la posibilidad de que los niños se movieran– de modo que no pudieran molestar a otros niños y, especialmente, al maestro. En otras palabras, nuestros niños fueron una vez como el gatito de la góndola. Mientras que no importaría demasiado que la gente de nuestra edad pasara su tiempo mirando las pantallas de televisión, creo que sería indeseable que la televisión o

* Popper se refiere a un ejemplo notable y elegante del papel de la actividad visual ofrecido por un experimento de Held y Hein ¹⁸: Dos gatitos hermanos pasan varias horas por día en una configuración experimental que posibilita sólo a un gatito casi total libertad para explorar activamente el ambiente en que se halla, como lo haría un gatito en una situación normal. El otro está suspendido pasivamente en una góndola que, por medio de un mecanismo simple, el gatito activo mueve en todas direcciones, de modo tal que el pasajero de la góndola está sujeto al mismo juego de imágenes visuales que el gatito activo; el pasajero, entonces, no tiene control de su actividad. Se le proyecta un mundo visual de la misma manera que se nos proyecta a nosotros un mundo visual en una pantalla de televisión. Cuando no están en la configuración del experimento, los dos gatitos se mantienen con la madre en la oscuridad. Unas semanas más tarde, una serie de pruebas muestran que el gatito activo ha aprendido a utilizar sus campos visuales para captar el mundo externo y poder moverse adecuadamente en él, como lo haría un gatito normal, mientras que el pasajero de la góndola no ha aprendido nada.

máquinas de enseñanza fueran utilizadas como medios de instrucción de modo que los niños jugaran un papel pasivo, que sólo se sentaran y recibieran. No niego que la televisión puede tener sus lados buenos si se la utiliza de vez en cuando, pero una persona joven en crecimiento debería ser estimulada para enfrentar problemas y luego tratar de resolver esos problemas, y se la debería ayudar en la resolución de esos problemas sólo si necesitara ayuda. Tampoco adoctrinar ni alimentar con respuestas cuando no se hubieran formulado las preguntas: cuando los problemas no provinieran del interior ¹⁹."

El espíritu del método científico en los ambientes de aprendizaje

El hecho de aprender tiene mucho en común con la construcción de una teoría científica. Papert puntualiza esta idea con referencia al aprendizaje de una destreza física ²⁰. El considera a la programación como una fuente de mecanismos descriptivos; es decir, como un medio de fortalecimiento del lenguaje. Cuando un niño aprende a programar con Logo, utiliza el principio de *bricolage* o *exploración*, que es también aquel por el que se desenvuelve muchas veces la investigación científica y la creación artística: un camino que tiene un principio, pero que en su recorrido nos depara muchas sorpresas ^{21,22,23}.

Popper describe al ser humano como creador falible de conocimiento a través de conjeturas y refutaciones. De ello se desprende una educación que pone el énfasis más sobre el proceso de resolución de problemas que sobre la obtención de resultados. Para él, es imposible que el conocimiento se origine sólo en la observación. La observación, sostiene, viene después de las expectativas. Y esto se cumple tanto para el bebé que intenta asir todo lo que ve como para el científico que crea nuevas teorías acerca del universo: ambos proceden por el método de prueba y error, corrigiendo sus teorías a la luz de expectativas insatisfechas. Dice Popper: "Si veo la figura de un sofá, tengo la hipótesis de que uno puede sentarse en él. Esto es parte de la percepción. Por ello, la percepción supera esencialmente el contenido de las señales ²⁴." "El proceso de acercamiento, por medio de mutación y selección, de las estructuras cognitivas al mundo real no es tanto un proceso de adaptación como un proceso de activa construcción de teorías y de comprobación de las mismas por un duro proceso de examen ²⁵."

Papert adopta un criterio similar en la aplicación de Logo y advierte: "Cuando un alumno o cualquier persona persiste en la voluntad de establecer una conexión real, de hacer que un programa de verdad funcione en una computadora o en la vida real, el rigor aparece. La disciplina pasa del *hazlo*

bien, externo y opresivo, al *haz que funcione*, interno e intelectual ²⁶." Al programar con Logo, los niños se acostumbran a considerar que, en la mayoría de los casos, es mejor encontrar una solución simple, rápida, económica y algo equivocada a un problema para luego depurarla y modificarla hasta que funcione correctamente, que insistir sobre una primera solución compleja, lenta y supuestamente libre de errores. Y agrega: "Lo que un niño puede aprender y cómo lo aprende depende de los modelos con los que cuenta ²⁷."

En este contexto, el aula –al igual que un laboratorio– es un ámbito en el que deben construirse y refutarse teorías, un lugar para cometer errores... y aprender de ellos. Y el maestro no es un juez, sino que crea el ambiente propicio para que el niño conozca los errores y los elimine. La autonomía es una meta del aprendizaje que sólo puede alcanzarse cuando el aprendizaje en sí se transforma en un ejercicio de autonomía.

El alumno como protagonista

Estas teorías acerca del hecho educativo imponen cambios en la relación maestro-alumno. En el marco de los nuevos ambientes de aprendizaje, los maestros aprenden y los alumnos pueden ser creadores de teorías complejas. Para Karl Popper, se impone una nueva ética basada en un nuevo tipo de conocimiento falible, inseguro, ya que –para él– los errores son inevitables. Y explica: "Todo invento, todo hecho o concepto nuevo, *falsa* una teoría hasta ese momento verificada, la teoría que no lo produce, que no puede producirlo. Que no se puede hablar a distancia, que, por lo tanto, no pueden existir teléfonos, es algo constantemente verificado hasta la invención del teléfono. De igual modo, que las personas no pueden volar. Esto significa, pues, que cualquier teoría que ha sido construida sobre el hecho de que no existe algo así, ha sido hasta ese momento constantemente confirmada ²⁸." De allí la importancia otorgada al desarrollo de un pensamiento crítico orientado hacia el descubrimiento del error, algo que comparten investigadores de vanguardia como Marvin Minsky, cuando afirma: "Para comprobar cómo funciona algo, es útil saber cómo puede fallar" ²⁹.

Aunque Karl Popper nunca trató específicamente el tema de la educación, su sistema de conjeturas y refutaciones puede conducir a un modelo de educación, en el cual el maestro aparece no como aquél que inyecta conocimiento predigerido en las mentes pasivas de los niños, sino como alguien que provoca respuestas de los alumnos, que crea entornos en los cuales las ideas pueden ser criticadas libremente y los errores pueden

cometerse sin humillación, donde el alumno es respetado como un solucionador de problemas y como un originador de ideas ³⁰.

Seymour Papert, por su lado, como señalara la investigadora Cynthia Solomon –que realizó una evaluación comparativa de la inserción de las computadoras en la educación–, sigue a Piaget en la apreciación de que las personas poseen diversas teorías para explicar el mundo, y que esas teorías se van transformando en la medida en que aprenden y, lo que es más importante, aprenden en la medida que *hacen* ³¹. Las ideas de Papert se apoyan en la corriente de los educadores que creen en los entornos de aprendizaje centrados en el alumno y no en el maestro.

Dos utopistas educacionales

He señalado hasta aquí algunas coincidencias que surgen del análisis de las ideas de Popper y Papert. No es mi intención agotar el tema, sino contribuir a poner de relieve algunas premisas que son cada vez más unánimemente aceptadas en distintos círculos educativos. Ambos pensadores propugnan una educación menos autoritaria, basada en la conciencia de la falibilidad humana y en la búsqueda de libertad. Y es, tal vez muy comprensiblemente, en sus sueños donde vuelven a coincidir. Escribe Popper: "En 1917 comprendí muy claramente lo que estaba sintiendo en mi interior desde largo tiempo atrás: que en nuestras famosas escuelas secundarias... estábamos perdiendo el tiempo miserablemente, aun cuando nuestros profesores eran bastante instruidos y se esforzaban con ahínco por hacer de nuestras escuelas las mejores del mundo. Que gran parte de sus enseñanzas eran aburridas en extremo –horas y horas de tortura sin esperanza– no era nuevo para mí. En la escuela se estaba expuesto a ser descubierto cuando los propios pensamientos se ocupaban con algo desconectado de la lección; era forzoso atender... soñaba con fundar un día una escuela en la que los jóvenes pudiesen aprender sin hastío y en la que fuesen estimulados a plantear problemas y a discutirlos; una escuela en la que no hubiese que escuchar respuestas no deseadas a cuestiones no planteadas... ³²."

Sostiene Papert: "... el aula es un ambiente de aprendizaje artificial e ineficiente que la sociedad se ha visto obligada a inventar debido a que sus ambientes informales fallan en ciertos dominios... Creo que la presencia de la computadora nos permitirá modificar de tal modo el ambiente de aprendizaje fuera de las aulas que gran parte, sino la totalidad, del conocimiento que las escuelas tratan actualmente de enseñar con tanto

esfuerzo y costo y un éxito tan limitado será aprendido, al igual que el habla, sin esfuerzo, con éxito y sin instrucción organizada ³³."

Indudablemente, las reflexiones anteriores podrían calificarse de utopías, y como tales, también considerarse como posibles faros para la educación actual.

Referencias

¹ Zanotti, L. J., "Papert: un desafío que debe aceptarse", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 43, Buenos Aires, noviembre 1983.

² Darós, W. R., "Concepción Popperiana del aprendizaje", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 61, Buenos Aires, abril 1988.

³ Reggini, H. C., "Irrupción de las computadoras en la educación", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 35, Buenos Aires, abril 1982.

⁴ Reggini, H. C., "Revisión del aprender y del enseñar", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 43, Buenos Aires, noviembre 1983.

⁵ Popper, K. R., *Sociedad abierta, universo abierto (Conversaciones con Franz Kreuzer)*, Edit. Tecnos, Madrid, 1985, pág. 156.

⁶ Berkson, W. and Wettersten, J., *Learning from Error, Karl Popper's Psychology of Learning*, Open Court Publishing Company, Illinois, E.E.U.U., 1984, pág. 8.

⁷ Papert, S., *Desafío a la mente*, Ediciones Galápagos, Buenos Aires, 1981, págs. 37 y 38.

⁸ Ibid. pág. 135.

⁹ Ibid.

¹⁰ Perkinson, H. J., "Education and Learning from Our Mistakes", en *In Pursuit of Truth, Essays on the Philosophy of Karl Popper on the Occasion of his 80th Birthday*, edited by Paul Levinson, Humanities Press, Atlantic, Highlands, N. J., 1982, pág. 141.

¹¹ Op. cit. ⁷, pág. 242.

¹² Op. cit. ⁷, pág. 47.

¹³ Op. cit. ⁷, pág. 65.

¹⁴ Papert, S., "Constructionism: A new Opportunity for Elementary Science Education", NSF Proposal, M.I.T., November 1986.

¹⁵ Op. cit. ⁷, pág. 47.

¹⁶ Popper, K. R., *Búsqueda sin término: una autobiografía intelectual*, Edit. Tecnos, Madrid, 1985, pág. 43.

¹⁷ Op. cit. ⁷, pág. 35.

¹⁸ Held, R. and Hein A., "Movement-produced Stimulation in the Development of Visually Guided Behaviour", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 1963, págs. 872-6.

¹⁹ Popper, K. R., and Eccles, J. C., *The Self and Its Brain*, Springer International, Berlín, 1977, pág. 435.

²⁰ Op. cit. ⁷, pág. 116.

²¹ Op. cit. ⁷, pág. 200.

- 22 Reggini, H. C., *Alas para la mente*, Ediciones Galápagó, Buenos Aires, 1982, pág. 91.
- 23 Reggini, H. C., *Ideas y formas*, Ediciones Galápagó, Buenos Aires, 1985, pág. 15.
- 24 Op. cit. ⁵, pág. 92.
- 25 Op. cit. ⁵, pág. 99.
- 26 Brand, S., *El Laboratorio de Medios, Inventando el futuro en el M.I.T.*, Ediciones Galápagó, 1988, pág. 121.
- 27 Op. cit. ⁷, pág. 13.
- 28 Op. cit. ⁵, pág. 40.
- 29 Minsky, M., *La sociedad de la mente*, Ediciones Galápagó, Buenos Aires, 1987, Cap. 14.2, pág. 147.
- 30 Levinson, P., en *In Pursuit of Truth*, Op. cit. ¹⁰, pág. 9.
- 31 Solomon, C., *Entornos de aprendizaje con ordenadores: una reflexión sobre las teorías del aprendizaje y la educación*, Paidós/M.E.C., Barcelona, España, 1987.
- 32 Op. cit. ¹⁶, págs. 43 y 54.
- 33 Op. cit. ⁷, pág. 21.

Article published -in Spanish- in the Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, IIE, Buenos Aires, Argentina, Año 14, N° 63, agosto 1988. Also, it is included as Chapter 12 in the book in Spanish by Horacio C. Reggini, *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Edic. Galapago, Buenos Aires, Argentina, 1988.

Popper and Papert

by **Horacio C. Reggini**

"I must not search for my dignity in space, but in the government of my thoughts... through my thoughts I embrace the world", Blaise Pascal wrote more than three centuries ago. Even then, Pascal considered intelligence as the only way to freedom, and education as the only way to intelligence. But, like any human gesture, education and learning theories suffer the influence of the cultural and philosophical ideas of the age. Today, perhaps more than ever before, education holds a privileged position but... what sort of education?

Creative learning

In the light of new ideas, influential thinkers of our century, coming from different currents of thought, coincide in characterizing learning as a process of acquisition and practice of new methodologies, skills or aptitudes necessary to face new situations. They formulate a new emergent paradigm in education based on lack of dogmatism, respect for individual freedom and critical thinking.

Among those who stand out for their contributions to the reform of educational theories, are Karl Popper and Seymour Papert. The former, born July 28, 1902, in Austria, is considered one of the most important philosophers of science, whose ideas about methodological fallibility, conjectures and refutations, and the evolutionary theory of knowledge, among others, constitute a valuable contribution to universal thinking. The latter, born February 29, 1928, in South Africa, is a mathematician and epistemologist widely known, for over a decade, for his research and development into the use of computers in the classroom. His activities, following Piaget's ideas; his contributions to artificial intelligence and the creation and worldwide distribution of the Logo computer modality have earned him a privileged position among modern educational reformers.

Both have merited authoritative articles published previously by this medium (1,2); and some time ago, I also referred to the educational approach of Logo modality (3,4). On this occasion, however, I attempt to point out some similarities and coincidences between Papert's ideas, embodied in his unique computation system, and Popper's ideas regarding education implicit in his extensive philosophical work.

The error as a source for understanding

For a long time it was believed that education is essentially a transmission of knowledge from teacher to student in which knowledge is received from the outside; we accept it as long as it can be adequately justified and we increase it through the inductive method, beginning with individual cases to arrive at a universal rule. This was the position held by such outstanding philosophers as Locke or Hume. However, already in this century, Karl Popper, among other authors, was concerned in his philosophical research with the growth of knowledge, both in the individual and society, and criticized the theories that considered the child as a blank page and the mind as little more than a file of impressions gathered by the senses. Refuting one by one the logical foundations of that position, Popper established the hypothesis that knowledge is only increased by means of conjectures and refutations, and learning only takes place through trial and error, where this method becomes a source of knowledge: "To learn how not to commit errors, we must learn from our errors" (5).

For Popper, "the learning process consists mainly in correcting expectations that are not satisfied" (6) and these expectations are just what generate the process of trial and error.

In "Mindstorms", Seymour Papert describes the fundamental ideas of his educational philosophy. Much of his work is devoted to evaluating the role of error, which is not considered an imperfection that must be eliminated but a functional element that participates in the process of achieving an objective. He asserts: "Many children are held back in their learning because they have a model of learning in which you have either 'got it' or 'got it wrong'. But when you learn to program a computer you almost never get it right the first time. Learning to be a master programmer is learning to become highly skilled at isolating and correcting 'bugs', the parts that keep the program from working. The question to ask about the program is not whether it is right or wrong, but if it is fixable. If this way of looking at intellectual products were generalized to how the larger culture thinks about knowledge and its acquisition, we all might be less intimidated by our fears of 'being wrong'" (7). Later he explains that much of the work with Logo is devoted to strategies of debugging, such as developing autonomous subprocedures so that errors can be easily isolated and corrected. The priceless by-product of learning these skills is a new attitude about errors. "Errors benefit us because they lead us to study what happened, to understand what was wrong, and, through understanding, to fix it" (8).

Learning through trial and error shapes a behaviour that works. The debugging process – search for and correction of errors– in Logo procedures plays, for Papert, a fundamental role in the understanding of any subject: "School teaches that errors are bad; the last thing one wants to do is to pore over them, dwell on them, or think about them. The debugging philosophy suggests an opposite attitude. Experience with computer programming leads children more effectively than any other activity to 'believe' in debugging" (9).

An evolutionist theory of learning

This concept of error as a tool for the growth of knowledge harmonizes with Popper's idea about the selection of ideas. Just as in the world of living organisms, evolution takes place through natural selection of the fittest, Popper believes that, in the world of ideas,

theories evolve through trial, where incorrect theories are eliminated. This concept can also be applied to education. H. J. Perkinson writes: "Karl Popper has done more than destroy the transmission theory of education. He has also given a new theory of evolutionary epistemology, upon which it is possible to build a new theory of education, a Darwinian theory of education. This theory could perhaps be called *learning from our mistakes*. According to this theory, the learner is active, not passive, not a receptor of knowledge; a seeker of order, not needing motivation or control in order to learn. The learner learns from making mistakes" (10).

Natural learning: active, autonomous and critical

"The best learning takes place when the learner takes charge" (11), writes Papert. The Logo creator believes children are active builders of their own intellectual structures and "innately gifted learners", acquiring long before they go to school a vast quantity of knowledge by a process he calls *Piagetian learning*: "learning without curriculum... supporting children as they build their own intellectual structures with materials drawn from the surrounding culture. In this model, educational intervention means changing the culture, planting new constructive elements in it and eliminating noxious ones" (12). "*Piagetian learning* is typically deeply embedded in other activities. For example, the infant does not have periods set aside for 'learning talking'. This model of learning stands in opposition to dissociated learning, learning that takes place in relative separation from other kinds of activities, mental and physical." (13).

Papert uses the term *constructionism* in reference to two aspects of education. From the constructivist theories of psychology he adopts the thesis that considers learning as a reconstruction rather than a consequence of the transmission of knowledge. From educational experience, he draws the evidence that learning is particularly effective when it is immersed in an activity in which the student feels he is building something significant and meaningful (for example, an artistic piece, a machine that functions, a research project, or a computer program). In this case the student builds a meaningful entity instead of acquiring facts and data devoid of a context in which they can be immediately used and understood (14). Besides, Papert includes within constructionism social and affective aspects that go beyond mere cognition. The fact that the child is dedicated to building something, and the particular circumstance that he is doing something he feels and in which he believes, adds new dimensions to the learning process. He believes that certain learning takes place early and spontaneously, because the child as builder finds the materials with which to build. Others do not develop because of the relative poverty of the culture in those materials that would make the corresponding concepts simple, and concrete, and not because of their complexity or formality. Therefore, his insistence on giving children adequate access to learning environments or microworlds. "The educator must be anthropologist. The educator as anthropologist must work to understand which cultural materials are relevant to intellectual development", Papert says (15).

Popper defines the human being as an active seeker of knowledge so much so that he remembers his first years of school with the following words: "I will always be grateful to my first teacher, Emma Goldberger, who taught me how to read, write and the basic

rules of arithmetic. These three subjects, I believe, are the only essential things that must be taught to a child; and some children still do not need to be taught anything at all so as to learn them. Everything else is a matter of atmosphere and continuous learning by thinking and reading" (16).

Logo, on the other hand, is a synonym of self-education: each person establishes his or her own goals, recognizes his or her mistakes, analyzes them and learns from them. Papert writes, with reference to the use of Logo: "...when a child learns to program, the process of learning is transformed. It becomes more active and self-directed . In particular, the knowledge is acquired for a recognizable personal purpose. The child does something with it. The new knowledge is a source of power and is experienced as such from the moment it begins to form in the child's mind" (17).

Karl Popper refers to this topic in a dialogue with John Eccles on the occasion of the preparation of their book "The Self and its Brain", when they spent time together in Villa Serbelloni, Bellagio, Italy. There, in lovely and stimulating surroundings, beside Como Lake, in the morning of September 20, 1974, he comments: "I think that it is terribly important that, throughout our whole life, we should avoid being mere passive receptors of information. There is a special danger in childhood: that our schools may treat children like the gondola kitten*. This was especially true when children had to sit in a confined way so as to reduce the possibility for the children to move, so they shouldn't disturb other children and, especially, the teacher. In other words, our children were once like gondola kittens. While it would not matter as much if people our age spent their time staring at television screens, I think it is undesirable for television or teaching machines to be used as a means of instruction such that children play a passive role: they just sit and learn. I don't deny that television has its good side if used sparingly, but a growing young person should be stimulated to face problems and then to try to solve these problems, and should be helped in solving these problems only if help is needed. He should not be indoctrinated, and should not be fed with answers when no questions have been asked: when problems don't come from within" (18).

* The most elegant and delightful example of the role of activity in visual learning is provided by the experiments of Held and Hein (19). Kittens from the same litter spend several hours a day in a contraption which allows one kitten fairly complete freedom to explore its environment actively, just as a normal kitten. The other is suspended passively in a gondola that, by a simple mechanical arrangement, is moved in all directions by the exploring kitten so that the gondola passenger is subjected to the same play of visual imagery as the active kitten, but none of this activity is initiated by the passenger. Its visual world is provided for it just as it is for us on a TV screen. When not in this contraption both kittens are kept with their mother in darkness. After some weeks, tests show that the active kitten has learned to utilize its visual fields for giving it a valid picture of the external world for the purpose of movement just as well as a normal kitten, whereas the gondola passenger has learned nothing.

The spirit of scientific method in learning environments

The fact of learning has much in common with building a scientific theory.(20). Papert emphasizes this idea in reference to learning a physical skill. He considers programming as a source of descriptive mechanisms, that is to say as a means of strengthening language. When a child learns to program with Logo, he uses the *bricolage or tinkering* method, a technique often used in scientific research or in artistic creation. It is a road with a beginning but which holds many surprises (21, 22, 23).

Popper describes the human being as a fallible creator of knowledge through conjectures and refutations. Consequently education should emphasize the process of problem solving rather than obtaining results. Popper believes it is impossible that knowledge is derived only from observation. Observation, he asserts, comes after expectations. And this applies to the baby who tries to grab everything he sees as much as to the scientist who creates new theories about the universe: both proceed by trial and error, correcting their theories in the light of unfulfilled expectations. Popper says: "If I perceive a sofa, I immediately think one can sit on it. This is part of perception. That is why perception essentially surpasses the content of the signs" (24). "The process of bringing, by means of mutation and selection, the cognitive structures to the real world is not so much a process of adaptation as a process of active construction of theories and of testing them through the difficult process of examination" (25). Papert adopts a similar criterion for the application of Logo and explains: "... when a student or anyone, sticks with the drive to make an actual connection, an actual program actually run (in a computer or in life), then rigor grows. Discipline flips from the external and oppressing 'get it right' to the internal and intellectual 'make it work'" (26). When programming with Logo children get used to the idea that, in most cases, it is better to find a quick, simple, economic, solution to a problem, and then debug it until it works properly, than to insist on a definite, slow, and complex solution, apparently without mistakes. And he adds: "What an individual can learn, and how he learns it, depends on what models he has available" (27).

Thus, the classroom –just as the laboratory– provides a context where theories can be built and refuted, a place where errors can be committed... and where one can learn from them. The teacher is not a judge but a person who provides the proper environment where the child can recognize errors and correct them. Autonomy is a goal of learning that can only be achieved when learning itself becomes an exercise of autonomy.

The child as protagonist of the learning process

These theories about the learning process impose changes in the teacher-student relationship. In the new learning settings teachers learn and students can create complex theories. Karl Popper considers that a new ethics is necessary based on a new kind of fallible, uncertain knowledge, as he believes that errors are unavoidable. And he explains: "Any new discovery, or new concept, falsifies a theory established up to that moment; a theory that does not produce it, that can not produce it. The theory, for example, that one can not speak with someone in a distant place, therefore telephones can not exist, is constantly verified till the telephone was invented. The same is true for the theory that

says that people can not fly. Thus, this means that any theory that has been built based on the fact that anything like that does not exist, has been up to that moment constantly confirmed" (28). That is why, the importance given to the development of critical thinking oriented to the discovery of error; a concept shared by advanced researchers like Marvin Minsky who asserts: "To understand how something works, it helps to know how it can fail" (29).

Although Karl Popper never dealt specifically with education, H. J. Perkinson shows "his system of conjectures and refutations may be fashioned into a model of education –an approach which views the teacher not as someone who injects predigested knowledge into the passive minds of students, but as one who elicits student responses, creates environments in which ideas can be criticized freely and mistakes made without humiliation: in short, a classroom in which the student is respected as a solver of problems and originator of ideas" (30).

For his part, Seymour Papert, as was pointed out by Cynthia Solomon, a researcher who carried out a comparative evaluation of the use of computers in education, follows Piaget in his assertion that people have different theories to explain the world, and that those theories keep changing as long as they learn, and, what is most important, is that they learn while doing (31). Papert's ideas rest upon the educational theories that sustain that learning environments must be focussed on the student and not on the teacher.

Two educational utopias

So far, I have pointed out some coincidences that arise from an analysis of Popper and Papert's ideas. I don't intend to say this is all but, I want to emphasize some premises that have gained increasingly wide acceptance in different educational circles. Both thinkers propose less authoritative education, based on human fallibility and on the search for freedom. And it is in their dreams where they coincide once more. Popper writes: "In 1917, I understood very clearly what I had been feeling within since long ago: In our famous high schools... we were wasting our time miserably, although our teachers were very learned and endeavoured to make of our schools the best in the world. The fact that part of their teaching was extremely dull –hours and hours of agony without hope– was not new for me. At school one was exposed to discovery when one's own thoughts were engaged with something disconnected from the lesson; one was forced to pay attention...I dreamed of creating a school where the young could learn without weariness and where they were stimulated to present problems and discuss them; a school where one should not have to listen to undesirable answers to unasked questions"(32).

Papert writes: "...the classroom is an artificial and inefficient learning environment that society has been forced to invent because its informal environments fail in certain essential learning domains...I believe that the computer presence will enable us to so modify the learning environment outside the classroom that much if not all the knowledge schools presently try to teach with such pain and expense and such limited success will be learned, as the child learns to talk, painlessly, successfully, and without instruction" (33).

Surely, these concepts could be regarded as utopian and as such, they could be considered as possible beacons for today's education.

References

- (1) Zanotti, L.J. , "Papert: un desafío que debe aceptarse", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 43, Buenos Aires, noviembre de 1983.
- (2) Darós, W. R. , "Concepción Popperiana del aprendizaje", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 61, Buenos Aires, abril de 1988.
- (3) Reggini, H. C. , "Irrupción de las computadoras en la educación", I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 35, Buenos Aires, abril de 1982.
- (4) Reggini, H. C. , "Revisión del aprender y del enseñar" I.I.E., Revista del Instituto de Investigaciones Educativas, N° 43, Buenos Aires, noviembre de 1983.
- (5) Popper , K.R., "Sociedad abierta, universo abierto (Conversaciones con Franz Kreuzer)", Edit. Tecnos, Madrid, 1985, p. 156. (Dyldsanket und Intellektuelle verantwortlichkeit).
- (6) Berkson, W. and Wettersten, J. , "Learning from Error, Karl Popper´s Psychology of Learning", Open Court Publishing Company, Illinois, E.E.U.U., 1984, p. 8.
- (7) Papert, S., ""Mindstorms, Children, Computers, and Powerful Ideas". Basic Books, Inc., Publishers. New York, 1980.p. 23.
- (8) Ibid. p. 114.
- (9) Ibid.
- (10) Perkinson, H.J., "Education and Learning from Our Mistakes", en "In Pursuit of Truth, Essays on the Philosophy of Karl Popper on the Occasion of his 80th Birthday", Edited by Paul Levinson, Humanities Press, Atlantic, Highlands, N.J., 1982, p.141.
- (11) Op. cit. (7), p. 214.
- (12) Op. cit. (7), p. 32.
- (13) Op. cit. (7), p. 48.
- (14) Papert, S. "Constructionism: A new Opportunity for Elementary Science Education", NSF Proposal, M.I.T., November 1986.

(15) Op. cit. (7), p. 47

(16) Popper, K.R., "Búsqueda sin término: una autografía intelectual", Edit. Tecnos, Madrid, 1985, pág. 43. (Unended Quest: An Intellectual Autography).

(17) Op. cit. (7), p. 21.

(18) Popper, K.R., And Eccles, J.C., "The Self and Its Brain". Springer International, Berlin, 1977, p. 435.

(19) Held, R. and Hein A., "Movement-produced Stimulation in the Development of Visually Guided Behaviour", Journal of Comparative and Physiological Psychology, 56, p.p. 872-6, 1963.

(20) Op. cit. (7), p. 96.

(21) Op. cit. (7), p. 173.

(22) Reggini, H.C., "Alas para la mente", Ediciones Galápago, Buenos Aires, 1982, pág. 91.

(23).Reggini, H.C., "Ideas y formas", Ediciones Galápago, Buenos Aires, 1985, pág. 15.

(24) Op. cit. (5), pág. 92.

(25) Op. cit. (5), pág. 99.

(26) Brand, S., "The Media Lab: Inventing the Future at M.I.T.", Ediciones Galápago, Buenos Aires, 1988, p.126

(27) Op. cit. (7), p. VII

(28) Op. cit. (5), pág. 40.

(29) Minsky, M., "The Society of Mind", Ediciones Galápago, Buenos Aires, 1987, Chap. 14.2 p. 142., Simon and Schuster, New York, 1985.

(30) Levinson, P., en "In Pursuit of Truth", Op. cit. (10), pág. 9.

(31) Solomon, C., "Computer Environments for Children. A Reflection on Theories of Learning and Education", The M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1986.

(32) Op. cit. (16), p.p. 43 and 54.

(33) Op. cit. (7), p. 9.

"Diálogo con las computadoras por medio de imagen y sonido", Conferencia pronunciada en la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa, INTI, Buenos Aires, el 18 de junio de 1980 y en el Centro Argentino de Ingenieros, el 18 de septiembre de 1980. Publicada en la revista La Ingeniería / CAI Informa, Buenos Aires, Año 17, N° 327, diciembre 1980. También en Memorias II Congreso sobre medios no-convencionales de la enseñanza, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, octubre 1980. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 13.

Diálogo con las computadoras por medio de imagen y sonido

Horacio C. Reggini

En los primeros tiempos, la aplicación más extendida de las computadoras consistía en resolver problemas estrictamente numéricos. Me pareció necesaria entonces la difusión de otros aspectos importantes que, en ese momento, no eran suficientemente conocidos o utilizados. En esta conferencia, por ejemplo, realicé demostraciones prácticas de algunos de ellos, como la graficación y digitalización de imágenes, la producción de sonidos, la composición e interpretación de melodías, el reconocimiento de la voz, etc.

Desde hace muchos años me he interesado en el uso directo y creativo de las computadoras en diversas disciplinas, en la educación y en el quehacer diario. En particular, he enfatizado en numerosas ocasiones y desde distintas posiciones la importancia de las ideas y metodologías de las computadoras en el proceso de aprendizaje.

Deseo recordar que enseñar a comunicarse con computadoras, significa fundamentalmente enseñar la abstracción de construir, analizar y describir procedimientos. Las posibilidades que brinda una computadora dependen exclusivamente de la persona que la maneja, de su habilidad para definir los conceptos básicos de un determinado procedimiento y de su talento para entrelazarlos de manera coherente y completa.

De allí la importancia de lograr que la comunicación o diálogo con la computadora sea lo más fluido y agradable posible.

Conviene tener presente, también, que la computadora es una máquina sin terminar o incompleta lista para ser transformada de infinitas maneras. Estas maneras son los programas, conjuntos de instrucciones articuladas en forma lógica, que describen lo que la máquina debe hacer. En cierto sentido, puede decirse que una computadora no es una máquina en sí misma. Las máquinas llevan a cabo procedimientos, y cada máquina es la materialización del procedimiento que realiza. Más aún, la definición del procedimiento describe funcionalmente a la máquina necesaria para realizarlo. La computadora, en cambio, al aceptar la definición de un procedimiento, imita el comportamiento de la máquina que ese procedimiento determina. Es así como un programa es, al mismo tiempo, la definición explícita de un procedimiento y el diseño de la máquina requerida para ejecutarlo.

En rigor, aunque la computadora no es una máquina, puede llegar a ser muchas. Tantas como una persona pueda describir o imaginar.

Un programa de computadora es, una vez introducido, un registro activo de ideas, conceptos, métodos y datos. El conocimiento albergado en el programa adquiere vida y dinamismo al ser procesado, y automáticamente produce las respuestas que se derivan de ese conocimiento.

Todo lo anterior configura un marco de notables potencialidades educativas. Sin embargo, esas potencialidades se encontraban limitadas hasta hace poco tiempo por barreras tecnológicas de comunicación, que hacían difícil o tediosa la interacción con las computadoras.

Es sabido que el primer paso hacia el logro de un pensamiento lúcido se relaciona con el dominio de las formas de comunicación. En ese sentido, los lenguajes de computación ayudan positivamente a ejercitar la mente y constituyen nuevos niveles de intercambio de información. Pero para que la relación con la computadora sea interesante y beneficiosa desde un punto de vista educativo, es esencial que la entrada o comunicación con ella sea lo más simple y natural posible, y también lo sea la salida o respuesta lograda. Y es aquí donde interesa destacar un diálogo sin complicaciones con la computadora, por medio de movimientos, dibujos, figuras en colores, voces y sonidos, que permiten un umbral de comunicación muy cercano al cotidiano.

Me refiero particularmente a las pequeñas computadoras actuales que incluyen la posibilidad de anexar, por ejemplo, la pantalla de un televisor color, un tablero gráfico para hacer dibujos en la pantalla, un micrófono mediante el cual se pueden impartir indicaciones habladas a la computadora, un parlante para escuchar sonidos de respuesta, un sintetizador que posibilita la confección y audición de piezas musicales, etc.

En estas nuevas computadoras, los colores pueden ser elegidos a voluntad para la realización de cada parte de un dibujo, por medio de instrucciones sencillas impartidas a través de un teclado, perillas, por voz, o presionando una zona del tablero gráfico. En este último caso, se trabaja con una suerte de lapicera que al apoyarse sobre el tablero dibuja un punto análogo en la pantalla del televisor o monitor. El punto se mueve dibujando una línea continua en la pantalla a medida que se corre la lapicera sobre el tablero. A partir de un "menú" de instrucciones especiales es factible realizar marcos, llenar figuras o trazar líneas rectas con sólo indicar principio y fin. Y podemos cambiar los colores en la pantalla como si cambiáramos tintas en la lapicera, o calcular longitudes de recorridos y áreas encerradas.

El poder que tiene la imagen para el proceso de aprendizaje no lo tiene la palabra hablada o escrita. El aforismo "más vale un dibujo que cien palabras" es bien conocido en los medios educativos. La posibilidad de ingresar información dibujada en los nuevos modelos de computadoras domésticas y recibir información elaborada en las pantallas y en colores, brinda una técnica educativa de indudable valor.

Se puede también adiestrar a la computadora en el reconocimiento de vocablos pronunciados por el educando, a fin de que ante una orden oral cumpla luego una acción predeterminada; o que a partir de una partitura transcrita o compuesta con agilidad en el pentagrama dibujado en la pantalla, ejecute luego la melodía correspondiente. Igualmente, se pueden graficar en el monitor las alturas e

intensidades de las notas de cada una de las voces, con lo que se logra una guía visual del sonido. El atractivo de la imagen y el sonido, su poder persuasivo y la inmediatez de su captación por parte del educando constituyen aportes fascinantes en el proceso de aprendizaje y de experimentación.

Estas nuevas computadoras poseen además palancas, perillas y botones que, mediante simples movimientos, permiten variar a voluntad y de manera continua ciertos parámetros o datos de un programa; por ejemplo, pueden usarse para cambiar los puntos de vista de perspectivas, para regular el tiempo de aparición en la pantalla de algunas imágenes, para mover más o menos rápidamente una figura en la pantalla o para acelerar o retardar la velocidad de una melodía. Son medios excelentes para interactuar con la computadora a lo largo de la ejecución de los programas.

Es sabido que el uso exclusivo de la escritura tradicional limita al educando en sus posibilidades de autoexpresión, tan necesaria para convertirse en autor y experimentador de sus ideas. Las personas se expresan por palabras, movimientos, sonidos; todas las formas de expresión del pensamiento emplean alternativamente uno o varios signos. Ya que los medios de comunicación son vías de expresión en los educandos, entiendo que este diálogo con las computadoras, unido a una metodología adecuada, contribuirá favorablemente a una mejora en el ámbito educativo. Los aspectos lúdicos de la realización de programas redundarán en un mayor aprovechamiento de la intuición y la imaginación.

Creo, finalmente, que este diálogo con las computadoras unido a una pedagogía moderna debe comenzar a implementarse rápidamente en los institutos del país, desde los niveles primarios hasta los terciarios, sobre la base de la puesta en marcha de laboratorios de aprendizaje con computadoras debidamente equipados y guiados. No me cabe la menor duda de que la mejor contribución que podemos brindar al país y a la sociedad es intentar influir favorablemente en el proceso educativo de los que vienen, y en este sentido espero que mis ideas y palabras y el tiempo y dedicación de ustedes, fructifiquen en un futuro cercano.

"Computadoras para todos", Anales 12 JAIIO, CLEI-SADIO, marzo 1981. Texto de conferencia pronunciada en las 12^o Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, EXPODATA-81, CLEI-SADIO, Buenos Aires, el 2 de abril de 1981. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 13.

C14.doc

Computadoras para todos

Horacio C. Reggini

Este título encierra dos ideas personales: por un lado, que las nuevas máquinas no deben ser privilegio exclusivo de un grupo de expertos; por el otro, que todas las personas pueden beneficiarse a través de su empleo en múltiples actividades. Los cursos que aquí se describen fueron algunos de los primeros que pusieron las computadoras al alcance de los niños, maestros, escritores, músicos, pintores, etc., y fueron realizados siguiendo la idea de que, también en el área de las computadoras, "lo que importa es la gente".

La disponibilidad creciente de pequeñas computadoras hace posible su introducción en diversas áreas no exploradas hasta ahora. No obstante, mucha gente, ya sea por falta de oportunidades o de confianza, o por el nivel especializado de los cursos ofrecidos, encuentra difícil adquirir el conocimiento y la experiencia necesarios para apreciar y utilizar las nuevas técnicas e ideas.

¿Por qué dar a conocer el tema de las computadoras a la gente?

Una primera razón me empuja a intentar difundir el conocimiento de las computadoras entre la población en general: es la idea de acortar el camino entre los técnicos y los no-técnicos. La sociedad actual tiende a estratificarse tecnológicamente, y esta estratificación hace que las oportunidades y el entusiasmo que se dan en el campo de la computación no alcancen a otros segmentos de la sociedad. Es así como aumenta la brecha de conocimientos y experiencias entre los usuarios de computadoras, por un lado, y numerosas personas que por el otro podrían beneficiarse con las ideas y las potencialidades propias de la computación. Esta brecha entre ambos grupos es también un perjuicio para los especialistas de la computación, porque en la relación del público con las computadoras aparecen el temor y el escepticismo. Es de señalar que una afluencia mayor y distinta de usuarios aportaría nuevas ideas y desarrollaría nuevas aplicaciones no visualizadas aún por los expertos. Hay una población heterogénea a la cual brindarle conocimientos acerca de las computadoras. Encontramos, por ejemplo, dirigentes de empresa que necesitan comprender mejor el rol que pueden jugar las computadoras en sus negocios. Están también los empleados u obreros, que requerirían entender mejor el significado de estas nuevas herramientas. Finalmente, profesionales de distintas áreas leen

y escuchan acerca de posibilidades y empleos de las computadoras, y quisieran enterarse acerca del tema y llegar a usarlas.

No es fácil encontrar cursos apropiados para todas estas personas. Muchos de los cursos ofrecidos están destinados a especialistas, o apuntan a máquinas específicas y carecen de la amplitud de criterio y el nivel adecuado para llegar a un amplio espectro de gente.

Mi idea acerca del conocimiento general del tema de las computadoras es que éste no debe ser sólo vocacional o pragmático. Las aplicaciones prácticas que se dan actualmente no deben ser los únicos incentivos para los cursos ofrecidos; sería ideal que la mayoría de las personas pudieran adquirir nociones de computación a un nivel de conocimiento conforme a sus experiencias, necesidades y aspiraciones.

Toda actividad profesional se beneficia cuando expertos de otros campos o el público en general tienen alguna participación en ella. El campo de la computación, sin embargo, ha estado muy aislado del quehacer diario; aun en las empresas u organizaciones técnicas los expertos en computación han permanecido en un compartimiento estanco. Un público mejor informado contribuirá a perfeccionar programas y equipos y alentará el desarrollo de mejores productos.

¿Qué conocimientos deben impartirse acerca de las computadoras?

Es importante conocer qué cosas pueden hacerse mejor con el auxilio de las computadoras y cuáles otras pueden realizarse mejor por otros medios. Lo anterior lleva a conocer qué es lo que las computadoras hacen hoy, y cuáles son las posibilidades que ofrecen para el futuro, y a promover la discusión de sus beneficios y de sus problemas derivados.

La pregunta más espontánea es la siguiente: "¿cómo se hace para que la computadora haga tal cosa?" La enseñanza de los rudimentos de la programación es la piedra angular para dar una respuesta adecuada.

El concepto de programa es fundamental para entender el funcionamiento y el uso de las computadoras. Cuando a una persona se le enseñan los rudimentos de la programación y se le facilita la oportunidad de escribir un programa y de operarlo personalmente en una computadora, en ese momento alcanza a darse cuenta y a vislumbrar la esencia, las posibilidades y las limitaciones de las computadoras. Sólo comprendiendo las frases de un programa puede una persona captar lo que la máquina puede hacer. La ocasión de operar una máquina y de ver cómo se cumple su programa, es decir, de controlar la máquina para un propósito determinado, es vital para su aprendizaje. Es por ello que creo que en los cursos introductorios a la computación debe alentarse la realización de programas sencillos e imaginativos en lenguajes fácilmente accesibles.

Es difícil para alguien que carezca en absoluto de las ideas de programación, aunque sea muy inteligente, darse cuenta del tipo de problemas y temas que pueden encararse con una computadora. Y, también, es engorroso explicar su funcionamiento sin hacer referencia a las órdenes o frases que se utilizan para instruir a la máquina. Al aprender las frases elementales, se adquiere un vocabulario conveniente para cualquier explicación: las nociones de "entrada" y de "salida" suministran de inmediato las ideas de datos y de resultados; el significado de valores albergados en memoria adquiere sentido a partir de la frase de lectura o de la frase de asignación; la frase de impresión sirve para

volcar al exterior los contenidos de memoria; la noción de ciclo o conjunto de operaciones similares que se repiten, se entiende mejor al comprender las frases de repetición y de saltos condicionales; etc.

La comprensión de los conceptos elementales citados es esencial para apreciar el rol que las computadoras pueden cumplir en cualquier disciplina. Sólo una vez que estos conceptos se han aprendido a partir de la preparación y operación de programas simples, y de la lectura y estudio de otros típicos, la enseñanza puede orientarse hacia otros temas. Deseo insistir en la idea de que la programación provee el marco para la comprensión cabal de lo que las computadoras son y pueden hacer. Además, para una persona no-técnica, el logro de una respuesta por parte de un sistema tecnológico complejo trae aparejadas consecuencias psicológicas altamente beneficiosas y contribuye a reducir la brecha indeseable entre técnicos y no-técnicos antes mencionada.

Finalmente (y siempre refiriéndome a las pequeñas computadoras personales), la acción de programar y poner en marcha un programa requiere la interacción inteligente con los diversos componentes del sistema a través de la escritura y corrección del programa, su almacenamiento en casete o disco magnético, su recuperación o carga, su modificación o ensamble con otros programas, etc., todo lo cual permite entender en la práctica qué es un sistema de computación. Esta experiencia permite comprender también, por analogía, el funcionamiento de centros de computación mayores y aceptar sin aprensión y por extrapolación nuevas aplicaciones.

Cursos de introducción a las computadoras

No obstante venir enseñando temas de computación desde 1960 según los criterios anteriormente expuestos, sólo recientemente la disponibilidad de sistemas de computación simples e interactivos me ha permitido la organización de cursos con participación plena de los asistentes.

Una serie de ellos, dictados durante el año pasado (1980), fueron dirigidos a grupos de arquitectos, músicos, educadores y niños. Los cursos se desarrollaron en una sala provista de una computadora interactiva con controles de perillas, teclado, dos unidades de disco, tablero gráfico, micrófono, digitalizador de voz, impresora, monitor, unidad TV color, pantalla ampliada de TV color, sintetizador musical y equipo de audio compuesto de amplificador y parlantes. Es de destacar la importancia que reviste para auditorios numerosos el empleo de la pantalla ampliada de TV color conectada a la computadora, ya que permite a todos leer y ver los textos e imágenes de entrada y salida.

En mi opinión, considerando los programas, comentarios y publicaciones realizados por los asistentes a los cursos, la experiencia fue positiva para todos y ello confirma la importancia de impartir los principios de la programación en cursos introductorios a las computadoras.

Conclusiones

Es posible y conveniente enseñar las ideas surgidas de la computación a todas las personas con inquietud de aprender. Ello, además de contribuir a disminuir las diferencias entre los erróneamente denominados mundos de la cultura y de la tecnología, redundará en que las aplicaciones de las computadoras se vuelvan más amplias, interesantes y humanas. En el futuro, el estudio de las computadoras

formará parte, sin duda, del ámbito cultural de las tradicionales artes liberales, integrándose con ellas de acuerdo con las ideas y los desarrollos del momento.

Texto de la conferencia pronunciada en el III Congreso sobre Medios No-Convencionales de Enseñanza, UB, Buenos Aires, el 15 de octubre de 1981. Publicada en la revista MiniComputer, octubre 1981, con el título "La propuesta de Logo: aprender descubriendo", y en el diario Mundo Informático, Buenos Aires, Vol. II, Nº 32, noviembre 1981: "Apuntando a una revolución en la enseñanza". Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 15.

Logo: un nuevo enfoque de las computadoras en la educación

Horacio C. Reggini

Conocí y comprendí el nuevo lenguaje en uno de mis primeros viajes al M.I.T. De inmediato, nació mi interés en difundirlo, tarea en la que el apoyo, la voluntad y el entusiasmo de docentes de diversos colegios me han impulsado siempre a continuar. A partir de esta conferencia, muchos de ellos conocieron las posibilidades de Logo y diversas escuelas iniciaron su aplicación; en particular, el Instituto Bayard de Buenos Aires, donde rápidamente se implementaron las nuevas ideas y al que numerosos maestros concurren para realizar experiencias e interiorizarse del tema.

Es usual que se emplee la computadora en la educación como un medio auxiliar semejante a un robot, capaz de formular preguntas y elaborar respuestas. Esta forma de utilizar la computadora con los niños es combatida en algunos círculos los que, por no conocer otras modalidades de uso, vuelcan sus críticas sobre las computadoras en general, ya que piensan que solamente se las puede utilizar para "programar" a los niños. Existen otros usos de las computadoras que quizás no merezcan esas críticas, ya que consisten en invertir esa situación y hacer que sea el niño quien programe la computadora. De esta manera, son los niños quienes controlan un proceso interactivo en el cual inventan y manejan modelos de la realidad. Son ellos quienes enseñan a la computadora a "pensar", explorando así cómo piensan ellos mismos. Esta experiencia de pensar sobre el pensar no es habitual aun en muchos adultos.

Creo entonces que el mejor uso de las computadoras en la educación se alcanza cuando los niños pueden comprender y mejorar sus propios procesos de aprendizaje, al realizar programas de propósitos reales y personales en lenguajes claros y accesibles, y al mismo tiempo, extremadamente significativos y poderosos.

Dentro de estas pautas se destaca por su novedad el denominado sistema Logo. Su creador, Seymour Papert, afirma fundadamente que Logo es más que un lenguaje de programación: representa una modalidad de educación; su empleo permite a los niños aprender "descubriendo".

Una de las características más conocidas de Logo es la llamada "geometría de la tortuga" relativa a dibujos producidos en la pantalla por la huella del itinerario de una pequeña figura triangular denominada tortuga. La tortuga

obedece a un conjunto de instrucciones simples, como ser: moverse una distancia indicada, orientarse según un rumbo dado, etc. Estas instrucciones simples o "primitivas" pueden emplearse para crear procedimientos. Los procedimientos pueden considerarse ya como programas Logo o como definiciones de palabras que, una vez definidas, pueden emplearse como instrucciones primitivas. Un procedimiento puede llamar a otro procedimiento, y éste a otro, y así sucesivamente, admitiéndose la recursión, es decir que en la definición de un procedimiento puede nombrarse el mismo procedimiento.

Otra innovación singular de Logo es el uso de "actores" o entes en la pantalla, que pueden "llevar figuras" de colores variados y moverse según orientaciones diferentes y a velocidades diversas. (Nota: Me refería entonces al TI-Logo, uno de los primeros sistemas Logo para computadoras personales y primera versión en castellano disponible para la máquina TI-99A. Ver manual TI-Logo, ISBN 0-895 12-047-X, Texas Instruments Learning Center, 1981). Estas características de los actores se especifican por medio de instrucciones sencillas. Los actores pueden "vestirse" o "transportar" distintas figuras que se definen fácilmente gracias a una instrucción que hace aparecer en la pantalla una grilla de dibujo. Los cuadrados de esa grilla se "ennegrecen" moviendo un cursor a voluntad, de cuadrado a cuadrado, de acuerdo con la forma que se quiere obtener. Una vez que se ha definido una figura, cualquier actor o todos pueden adoptarla. Algunas figuras (como ser, las de formas de avión, camión, cohete, círculo y cuadrado) vienen predefinidas en el sistema y, si se desea, pueden modificarse.

En Logo es también posible definir los caracteres alfanuméricos u otros especiales que se deseen utilizar, a partir de grillas de cuadrados elementales, que se manipulan de manera similar. Las letras, los números y otros símbolos están predefinidos por el sistema y pueden alterarse a voluntad. Si ello ocurre, el carácter alterado aparece en la pantalla con el cambio introducido. Los caracteres, que se "asientan" en "mosaicos", pueden adquirir colores diferentes y ubicarse en cualquier lugar de la pantalla.

Mi experiencia con Logo, antes en idioma inglés y ahora en castellano, me lleva a afirmar que constituye un excelente recurso para la creación de ambientes notables de aprendizaje en los cuales las computadoras encuentran un nuevo papel beneficioso y humano.

Conferencia pronunciada en la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Buenos Aires, el 14 de diciembre de 1982 en ocasión de recibir el Premio Enrique P. Villarreal Texto publicado en Anales de la ANCEF, Tomo 35, 1983. Reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 16.

Ciencia y estructuras: una reflexión prospectiva

Horacio C. Reggini

Además de valorarlas en su aspecto educativo, he convivido con computadoras a lo largo de toda mi actuación profesional. Esta disertación estuvo dirigida a historiar el papel de las computadoras en la ingeniería estructural y a esbozar un posible escenario futuro, en el que imagino un papel preponderante de las actividades creativas personales del proyectista unido a la aplicación de la alta tecnología.

Mis palabras apuntan a esbozar algunas reflexiones prospectivas acerca de la aplicación del conocimiento científico al proyecto y la construcción de las estructuras.

Todos conocemos la importancia de las estructuras resistentes en la vida cotidiana. El ser humano las requirió para sostener paredes y techos en sus viviendas. Quiso atravesar ríos y tendió puentes. El embalse de las aguas dio lugar a los diques y a las obras hidroeléctricas. Monumentos de toda índole dan testimonio de acontecimientos o de personas, como los arcos de triunfo o las pirámides. La necesidad de congregarse simultáneamente a multitudes originó la construcción de obras de gran envergadura como las majestuosas catedrales del medioevo o los estadios y auditorios gigantes de la actualidad.

A fin de que estas obras cumplan sus cometidos deben ser proyectadas y construidas con elementos estructurales que mantengan sus formas ante la acción de agentes externos como el viento, el agua, el sismo o la gravedad. Este es el campo de la ingeniería estructural, que abarca también el diseño y la fabricación de piezas y conjuntos mecánicos de todo tipo, incluyendo las partes estructurales de artefactos domésticos, autos, aviones.

El objeto de mi análisis será la manera en que el proceso de proyecto y de construcción se modifica a través del tiempo, y cómo se produce una transferencia cada vez más precisa y directa de la ciencia a las estructuras. Permítaseme repasar cómo el conocimiento científico, o sea la ciencia, se vuelca a la realización de obras. Y aquí voy a retroceder algo en el tiempo, relatando cómo se ha procedido hasta ahora.

Los estudios de Galileo, Newton y otros, formalizaron las leyes de la estática y de la dinámica y, ya en el siglo pasado, se expresaron con todo rigor científico las relaciones entre tensiones y deformaciones, en tratados minuciosos de mecánica del continuo o de elasticidad.

Durante mucho tiempo, los técnicos tuvieron acceso a un conocimiento científico parcial y simplificado gracias a manuales, en los que abundaban fórmulas y procedimientos aproximados. El ingeniero, con ayuda de su regla de cálculo, utilizaba esas fórmulas, resolvía con laboriosidad las ecuaciones correspondientes y preparaba sus hojas de cálculo o memorias. Esas hojas que contenían las formas y dimensiones de los elementos estructurales constituían la base para la preparación de los planos. Estos se efectuaban en tableros de dibujo y pasaban luego a la obra, donde eran interpretados por los capataces quienes finalmente ordenaban a los obreros la ejecución de lo especificado en ellos.

A mediados de este siglo aparece un nuevo elemento: la computadora. Pero el proceso anteriormente descrito no varió mucho al principio. Las computadoras se utilizaron como meras herramientas para hacer cuentas, reemplazando la regla de cálculo, para resolver más rápidamente fórmulas o extensos sistemas de ecuaciones. Nos encontramos aquí con una situación típica: el uso de un instrumento nuevo con una metodología antigua.

Poco a poco, los ingenieros comprendieron que las computadoras eran mucho más que veloces máquinas de calcular. Eran objetos nuevos no clasificables dentro de las categorías existentes hasta ese momento. Se les podía plantear la geometría de la estructura y las cargas actuantes y, gracias a las leyes de la estática, de la congruencia de las deformaciones, y a las hipótesis de comportamiento de materiales —todo albergado en la memoria de la computadora—, obtener resultados. Este fue un paso importante en la aplicación de la ciencia al análisis de estructuras. Las ecuaciones universales se encadenaban rigurosamente con los datos particulares a través de programas: el conocimiento científico encerrado en ellos producía automáticamente las respuestas buscadas. Se llega así a la idea de que un programa adecuado de computadora es un medio activo de conceptos y métodos, y no un medio pasivo, como son los conocimientos contenidos en un libro o manual.

Esta modalidad de empleo de las computadoras es la que explicaba y difundía, bajo mi dirección, el GEAC —Grupo de Estudios de Aplicaciones de Computadoras— del Departamento de Estabilidad de la Facultad de Ingeniería de la UBA entre 1963 y 1966, y es la más practicada en la actualidad. Los resultados provenientes de las computadoras son el punto de partida para la elaboración de los planos de proyecto y de construcción o de fabricación. Como antes, los planos y las especificaciones se remiten luego a la obra o la fábrica para su ejecución.

Hacia principios de la década del setenta, surgió la idea de hacer que la computadora también preparara los planos. Fueron los tiempos de mi interés por la realización de perspectivas en graficadores y pantallas acopladas a la computadora, y por el dibujo automático de formas estructurales. Paulatinamente, esta modalidad de uso se va generalizando como régimen habitual de trabajo en las organizaciones de ingeniería más importantes. Nótese que ahora saltamos de la concepción y decisión de realizar una obra, apoyándonos en el conocimiento científico residente en la memoria de la computadora, a los planos que van a servir de guía para su concreción.

Y pasamos ahora a vislumbrar una nueva modalidad, donde dejaremos atrás los pasos intermedios: no más planillas o especificaciones, no más planos. Tampoco

operarios como los que conocemos hasta ahora. Será la época de los robots computarizados que ya se está poniendo en marcha. Más de cien mil robots, algunos con manos de acero y retinas fotosensoras, y otros casi irreconocibles en sus apariencias externas, fabrican actualmente en Japón barcos, casas, aparatos diversos. Ordenan y controlan innumerables procesos. Lo mismo ocurre, por ahora en escala menor, en otros países. Sus aplicaciones comienzan a llegar también a la ingeniería estructural. Sin duda, los robots, como ya lo han hecho en las plantas de fabricación, harán variar el modo de hacer ingeniería y el modo de construir.

No se piense que la forma de hacer ingeniería va a dejar de ser creativa. Muy por el contrario; la disponibilidad casi total del conocimiento científico abrirá un campo mucho más rico en cuanto a las alternativas de los diseños. El ingeniero podrá experimentar sus propios pensamientos sin las restricciones que tiene en este momento. No va a tener que depender de escalones sucesivos de ejecución ni sufrir la fragmentación de su idea. Es sabido que la creatividad y la potencia de una idea se degradan con frecuencia al tener que pasar a través de distintas personas y niveles. El ingeniero creador volverá a ser el dueño total de su obra como lo fueron los grandes genios del Renacimiento. Leonardo preparaba sus propias pinturas y Miguel Angel hacía sus propios cinceles. En la época actual, en que la pintura se ha trasladado a las pantallas de los televisores con colores electrónicos y en la que ya no estamos limitados a un único cincel, sino que poseemos un abanico de nuevos instrumentos y medios, el control global de una obra, desde el inicio hasta el fin, permitirá el surgimiento de una nueva ingeniería.

Lo que acabo de bosquejar representa mi reflexión prospectiva de hoy: cómo la ciencia, gracias a la computadora y a los robots, se pone a disposición directa del pensamiento, la imaginación y la voluntad del proyectista y se transfiere rigurosa e inmediatamente a la realización efectiva de una obra.

Conferencia pronunciada en la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO, CELADI y Cátedra "Dr. Luis A. Machado", Montevideo, el 18 de agosto de 1983. Publicada en la revista Vigencia, UB, Buenos Aires, N° 73, octubre 1983. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 17.

¿Creatividad o automatismo?

Horacio C. Reggini

En los primeros años de esta década, las computadoras comenzaron a utilizarse cada vez con más frecuencia en las escuelas. Todo hacía suponer una beneficiosa transformación de la educación, pero surgió un inconveniente: las máquinas se usaban en gran medida con criterios equivocados, convirtiéndolas no en un eficaz medio de aprendizaje y desarrollo personal sino en una innovación tecnológica que acentuaba los errores de una educación cerrada. La formulación de una filosofía coherente es, sin duda, más necesaria que la adopción apresurada de nuevos medios técnicos.

El protagonista de un antiguo relato, después de naufragar frente a la montaña del Imán, es recogido por una barca que conduce un hombre de metal. Previamente advertido en un sueño de que no debía pronunciar palabra durante la travesía, se deja conducir por el extraño barquero. Después de mucho navegar en pleno mutismo ve por fin que se acercan a una costa, lo que le provoca una exclamación de entusiasmo. Inmediatamente la barca y quien la conduce desaparecen dejando al protagonista nuevamente a merced de las aguas.

Asombrosamente, este cuento de Las Mil y Una Noches ilustra una actitud, por desgracia no desusada, en la relación hombre-máquina: la máquina ya programada no deja lugar a ninguna iniciativa por parte del usuario y el que infringe esta prohibición es castigado. Es un ejemplo frío y aterrador del empleo indebido de la ciencia y de la tecnología en que el hombre no tiene participación ni puede mostrar sus emociones y sus afectos. Y en relación con el tema que nos ocupa, encontramos un parecido con las computadoras preparadas de antemano que a veces se instalan en las aulas, frente a las cuales los alumnos se ven dominados y programados por una sucesión de preguntas y respuestas estereotipadas bajo el manto de una aparente e ilusoria situación de participación.

Es innegable que estamos asistiendo a la irrupción desenfrenada de las computadoras en las aulas. Este fenómeno requiere ser analizado profundamente, puesto que los beneficios de la informática y de la automatización dependen fundamentalmente de cómo se aplican y con qué criterio se utilizan, y no de la mera presencia de las máquinas, que no son por sí mismas instrumentos educativos.

Abuso de las computadoras

Generalmente se cree que la disponibilidad cada vez mayor de medios tecnológicos de información lleva a un incremento automático de la calidad de la educación: esto es lo que está sucediendo con las computadoras. En rigor éstas, como también otros instrumentos, aumentan la posibilidad de alcanzar una educación mejor, pero no la garantizan por su mera presencia. Su aplicación debe estar unida, necesariamente, a toda una modalidad educativa que contemple fundamentalmente los aspectos cognitivos del aprendizaje y que tienda a la realización de la persona humana.

A pesar de que las modernas ideas educativas tienden a abolir los métodos que excluyen la participación activa del alumno, algunas tecnologías educativas muy difundidas no brindan la participación buscada.

Es lamentable observar situaciones de aprendizaje en las que se pone al estudiante bajo el control de la máquina y no la máquina bajo el control del estudiante, tal como sucede en los programas de preguntas y respuestas de la denominada "instrucción asistida por computadora". La nueva tecnología debe servir para que los niños logren la comprensión de su propia subjetividad ejercitando su autonomía y no para elegir entre un número limitado de opciones impuestas.

Actividad autoconstructiva

En un proceso educativo genuino, los temas tratados deben poseer puntos de contacto con el mundo circundante y relevancia personal para el alumno. El diálogo enseñanza-aprendizaje ha de alentar y favorecer la actividad autoconstructiva del educando, a fin de que éste se encuentre con su propio yo, saque partido de sus recursos intelectuales y perciba que lo que aprende lo habilita para interactuar con su alrededor. Deben existir lazos de afectividad con lo que se asimila. Es necesario que lo conceptual y teórico se vincule claramente con la realidad y que todo ambiente de aprendizaje permita convertir las ideas en hechos, con la posibilidad de corregir errores y de modificar rumbos.

En consecuencia, el verdadero papel de la computadora en una función imaginativa y original debe ser el de un elemento que se entrega al estudiante para que éste descubra, comprenda y pueda adquirir dominio sobre la realidad circundante.

Para ello, es necesario que las computadoras instaladas posean un lenguaje que el alumno pueda aprender sin dificultad y que lo faculte además para desarrollar temas relevantes para su vida. Si se le proporciona una computadora simple, de fácil y potente empleo, el educando adquirirá el hábito de analizar problemas, elaborar abstracciones, formalizar soluciones y considerar a los errores no como desastres, sino como obstáculos temporarios que deben ser superados.

Asimismo, la computadora adecuadamente utilizada permite al estudiante explorar situaciones ricas en experiencias lógicas, de las cuales es dueño y artífice, y en las que proyecta no sólo elementos intelectuales, sino también sus gustos y anhelos. El conocimiento adquiere un propósito personal reconocible: el alumno puede hacer algo con él, descubriendo el gusto de la creación. Esto ocurre porque piensa y confecciona programas interesantes por sí mismo, y no se produce cuando utiliza "programas de enseñanza" preparados por otros.

De este modo, la ausencia de imposiciones externas permite que la libertad y la creatividad no se vean frenadas por el temor al castigo, y el alumno aprende entonces a ejercer la libertad con responsabilidad, meta de toda educación bien entendida.

Visión humanista de las computadoras

Los enunciados anteriores señalan que es posible una visión humanista de las computadoras, a partir de la cual el educando no se sirva de ellas simplemente en forma instrumental, sino que aproveche sus grandes posibilidades para ayudar a desarrollar las capacidades humanas.

Es evidente que el mundo cambia y que va a seguir cambiando cada vez más rápidamente. Por ello, se hace necesaria la formulación inmediata de una filosofía educativa coherente que responda a las necesidades actuales de la sociedad y sienta las bases para preparar a aquéllos que van a desenvolverse en el futuro. Esta concepción educativa no puede dejar de lado a la ciencia y a la tecnología, pero el ingreso de éstas debe responder a una política que las ponga al servicio de las personas, a los efectos de contribuir a expandir sus múltiples posibilidades.

Creo también que la computadora, en la educación, no debe limitarse estrictamente a lo científico, sino que debe extenderse a lo cultural y artístico y contribuir además al arraigo y al conocimiento de la experiencia cotidiana. La racionalidad del lenguaje exigida por el empleo de la computadora cuando se formula una idea no debe empañar el proceso creativo sino contribuir a su realce.

Las computadoras no escapan a la necesidad de establecer una relación armoniosa entre los valores culturales, científicos y humanos. Su inserción en la educación debe ser comprendida y orientada perfectamente, puesto que sólo se justifica si hace a las personas más libres y creadoras y contribuye a mejorar sus cualidades intelectuales, afectivas y sociales. Y esto sólo puede lograrse si todos aquellos que se preocupan por las libertades y las realizaciones individuales aúnan sus esfuerzos a fin de poner el nuevo medio al servicio de las más dignas aspiraciones de los seres humanos, antes que al de estrechos intereses técnicos o comerciales carentes de creatividad.

Conferencia inaugural del Primer Congreso Internacional Logo, en el Instituto Bayard, Buenos Aires, el 16 de septiembre de 1983. Publicada en el Boletín de la Asociación Amigos de Logo, Año 1, Nº 5, 1983 y en la revista AGORA, IBI, Roma, Italia, 1984/1, con los títulos "Humanismo y automatismo" —en la edición en castellano—, "Computers in classrooms are for people" —en la edición en inglés— y "Humanisme et automatisme" —en la edición en francés—. También en Logo Almanack, Journal of the British Logo User Group, BLUG, Vol. 1, 1983, con el título "Logo and Classical Culture" y en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 18.

Hacia una inserción humanista de las computadoras en la educación

Horacio C. Reggini

Alrededor de mil personas, provenientes de casi todas las provincias de nuestro país, y también de Brasil, Colombia, Chile, España, Estados Unidos, Francia, México, Perú y Uruguay, se congregaron en el Primer Congreso Internacional Logo, auspiciado por la UNESCO, el IBI —Oficina Internacional para la Informática—, el Ministerio de Educación y Justicia, la Subsecretaría de Informática y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.

De acuerdo con la importancia que esta modalidad educativa asigna a la participación activa de los niños, muchos de ellos, con edades de entre seis y catorce años, estuvieron presentes tanto en las exhibiciones, llamadas "micromundos", como en los debates, en los que sus comentarios provocaron las reflexiones de más de un experto. Todas las actividades se desarrollaron en el marco de un animado entusiasmo. Alguien dijo, junto a un añoso laurel que había quedado ubicado cerca del centro de la sala principal de reuniones: " Este encuentro es una mezcla singular de congreso académico y de fiesta amistosa."

Señoras y señores, chicas y chicos:

En nombre de la Asociación Amigos de Logo les doy la bienvenida a este Primer Congreso Internacional Logo.

En estos momentos nos acompañan muchos amigos, tanto de países vecinos como lejanos, y también numerosas delegaciones y participantes del interior. Hace tiempo, cuando buscábamos un lugar para realizar este Congreso, recorrimos teatros, salas y otros lugares donde habitualmente se acostumbra realizarlos. Pero queríamos un congreso diferente. Estaba en nuestras mentes la idea de árboles, de plantas, de flores. Hablábamos en las reuniones de la Asociación, en el despacho de la directora de este colegio, a muy pocos pasos de aquí. Y, como sucede a menudo, las cosas más cercanas, familiares y queridas son las que se nos escapan, las que no tenemos en cuenta. Sólo a veces, cuando nos faltan, reparamos en ellas. Un día se nos ocurrió este patio, el patio de una escuela primaria, que tiene un árbol, plantas y flores y donde siempre hay alegría, juegos y deseos de vivir. Este patio se convirtió así en un símbolo para este

Congreso. Espero que su espíritu sea el que se manifieste a lo largo de estos días.

Estamos aquí porque nos unen puntos de coincidencia. Para algunos estas coincidencias son estrictamente científicas: el estudio y el conocimiento más profundo de una nueva modalidad de computación, Logo, que puede significar un uso distinto de las computadoras en muchos ámbitos. Para otros, la modalidad Logo está claramente dirigida a abrir nuevos rumbos en la educación y adquiere así características sociales y culturales que hacen que una innovación meramente tecnológica se convierta en un factor potencial de progreso auténtico.

Confío en que las conferencias, las exposiciones, los trabajos de los chicos y el intercambio fructífero de ideas sean contribuciones valiosas para una Comunidad Internacional Logo que crece día a día. Este Congreso significa un desafío para todos nosotros y, sin duda, favorecerá un uso más humano de las computadoras y una mejora en la educación.

Agradezco en nombre de la Asociación la presencia de todos ustedes, a las autoridades presentes y a todos los que, de una forma u otra, nos han prestado su colaboración. En forma especial, queremos agradecer a los chicos que han dedicado muchas de sus horas a fin de que todos podamos ver sus realizaciones. Y, comenzando con el programa de actos, he de referirme al tema: "Hacia una inserción humanista de las computadoras en la educación".

Computadoras en educación

Es evidente que las computadoras se han introducido, rápida y sistemáticamente, en todos los aspectos de la sociedad actual y, muchas veces, el desconocerlas pone una barrera a nuestro desenvolvimiento personal y laboral. Cada vez con mayor frecuencia percibimos la necesidad de entrar en el mundo de las computadoras.

Esa necesidad ha conducido en algunos casos a incorporarlas precipitadamente en diversas aulas, sin un examen profundo de sus posibilidades como nuevos elementos educativos, entendida la educación en su sentido más genuino.

En muchas oportunidades, su inserción sigue las líneas sugeridas por aplicaciones meramente técnicas o comerciales, utilizándose entonces las computadoras en las clases para suministrar potencia de cálculo o para hacer posible la búsqueda a través de depósitos o bancos de datos de información particularizada sobre algún tema. O, simplemente, se emplean para que los educandos entablen un diálogo preprogramado de preguntas y respuestas siguiendo los lineamientos de la llamada instrucción asistida por computadora. Las modalidades de uso citadas poseen escaso contenido educativo pero, desafortunadamente, son las más difundidas.

Existe la opinión generalizada de que la disponibilidad de nuevos medios tecnológicos produce inmediatamente una mejora automática en la calidad de la educación. Sin embargo, ni siquiera el más deslumbrante prodigio técnico puede garantizar un proceso en el que adquieren importancia predominante los aspectos personales.

La falta de criterios definidos y de una filosofía orientadora, sumadas a una invasión masiva de las computadoras en todos los órdenes de la vida cotidiana, nos sitúa ante el riesgo de un desperdicio de sus potencialidades educativas y puede, incluso, llegar a ser perjudicial.

La aplicación de las computadoras en la educación debe coadyuvar al desarrollo de la inteligencia, de la libertad en la decisión personal y de la fraternidad. De este modo contribuirá a la humanización del mundo y de sus estructuras. Si queremos que resulte provechosa para todos, la presencia de las computadoras en la educación no debe limitarse a lo estrictamente científico, sino que debe extenderse a lo cultural y artístico y contribuir al arraigo y al conocimiento de la experiencia cotidiana. Las tan mentadas "musas" de la antigüedad, la imaginación y la intuición, que constituyen el impulso inicial del acto de creación, han de encontrar cabida en el uso de las computadoras. La racionalidad exigida en los momentos en que se analizan, se experimentan o se fijan pautas para la consecución de un fin, no ha de empañar la fase creativa, ni trabar nuestra sensibilidad respecto a la naturaleza, al arte y a la cultura.

La modalidad Logo

Algunos educadores y científicos abordaron con seriedad y desde un punto de vista innovador la introducción de las computadoras en la educación. Inserta en estos lineamientos se encuentra la modalidad Logo que, como bien dice su creador Seymour Papert, más que un lenguaje de computadoras contiene en sí toda una filosofía educativa. Más allá de los resultados inmediatos que se desprendan del uso de la máquina, Logo tiene como objetivo final contribuir al desarrollo integral de la persona humana, lo cual constituye la meta de toda auténtica educación.

Logo tiene algunas coincidencias con las ideas de Piaget sobre el aprendizaje y propicia una modalidad educativa mediante la cual las computadoras pueden mejorar efectivamente las condiciones en que éste se realiza, respetando la identidad lingüística y cultural del educando. Analizaré a continuación algunos de estos principios.

•El niño como constructor de su propias estructuras intelectuales: Desde edad muy temprana el niño desarrolla teorías coherentes sobre el mundo, "teorías ingenuas", por medio de las cuales explica y comprende la realidad. Para poder formular estas teorías, el niño se apropia, para su uso personal, de los materiales que se encuentran en torno a él. El hecho de que no llegue a adquirir cierto tipo de conocimientos formales hasta alcanzar una edad determinada se debe, según Papert, a la pobreza relativa del ámbito que lo rodea en aquellos materiales que tornarían algunos conceptos en simples y concretos.

La computadora, nueva lámpara de Aladino, con su capacidad de metamorfosearse en cualquier objeto, provee al niño de esos modelos que no se encuentran en la realidad. Si se tiene en cuenta, además, que la máquina brinda la posibilidad de concretar el pensamiento formal, concluimos que las computadoras ayudan a que la adquisición de este tipo de conocimiento se realice rápidamente, lo que representa un estímulo insospechado al desarrollo de la inteligencia.

Sin embargo, una vez que el niño llega a la escuela, sus teorías previas sobre el mundo entran en conflicto con los conocimientos impartidos por maestros y profesores y, en general, son descartadas sin que él logre entender el porqué. Es así como caemos en lecciones estudiadas de memoria por alumnos que no comprenden lo que están diciendo, con el consiguiente rechazo de aquello que se han visto obligados a aprender. Por otro lado, el sistema de premios y castigos provoca en cierto modo una parálisis intelectual en el educando, quien no se

atreve a sostener posturas diferentes a la del profesor por temor a equivocarse y recibir una mala nota.

Un aprendizaje efectivo requiere estrategias para solucionar estos conflictos. Una solución sería que el profesor confrontara aquello que va a enseñar con las teorías particulares sobre el tema de cada uno de los educandos, ayudándolos a descubrir por sí mismos por qué han cometido errores en su formulación.

Esta práctica encierra las siguientes ventajas educativas:

1. El niño debe elaborar su conocimiento y verbalizarlo en forma coherente, ordenada e inteligible para que pueda ser comprendido y, de este modo, defender su postura. Es así como adquiere seguridad en sí mismo y toma conciencia del poder de sus ideas.
2. Produce un acercamiento cualitativo al conocimiento, logrado después de un largo proceso de depuración.
3. Se pierde el miedo al error; no importa si lo que se hace está bien o mal, sino si puede corregirse o perfeccionarse.
4. Estimula la creatividad, ya que permite la apreciación individual y personal de los sucesos del mundo. Cada individuo interpreta las cosas desde su propia óptica.
5. Ofrece a los niños la posibilidad de asemejarse a los adultos en relación con sus productos intelectuales.

Pero si bien estos postulados son muy aceptables desde el punto de vista teórico, llevarlos a la práctica se convierte en una tarea sumamente difícil en las clases habituales. Y en este sentido las computadoras, provistas de un lenguaje adecuado, llegan a ofrecernos una valiosa ayuda.

Un procedimiento Logo —enseñarle a la máquina cómo hacer algo— es la formalización de un conocimiento y su solución. Esta formalización es operacional, es decir, se puede probar, ejecutar y verificar. Desde el punto de vista de la computadora, un procedimiento es una secuencia de frases inteligibles y ejecutables. Desde el punto de vista de la persona que lo escribe, es la expresión de la comprensión de un concepto o problema, y ya que esa comprensión puede evolucionar y variar, un procedimiento es pocas veces un producto terminado y, por lo tanto, está sujeto a modificaciones, perfeccionamiento y revisiones continuas.

En los ámbitos Logo, el alumno continuamente comenta sus actividades, pensamientos y éxitos con su maestro y sus compañeros. El papel de la verbalización es de vital importancia. Construir un procedimiento, para el educando, no es sólo dar un nombre a una serie de instrucciones: es un pasaje inicial a la abstracción y es también la manipulación concreta posterior de una idea.

Con Logo los educandos aprenden a analizar problemas, a elaborar abstracciones, a formalizar soluciones, y a dividir la solución de un problema en una serie de soluciones de subproblemas. Adquieren asimismo el hábito de verificar soluciones generales con casos particulares, de considerar los errores no como desastres, sino como obstáculos temporarios que deben ser superados, y de desarrollar la autocrítica constructiva.

•El factor emocional: Muchas veces la adquisición de un conocimiento depende en gran medida de factores no sólo intelectivos, sino también afectivos y emocionales. Al decir "me gusta la historia" u "odio la geografía" el niño está

manifestando su capacidad o incapacidad para asimilar este tipo especial de conocimiento a su propia colección de modelos.

Estos modelos intelectuales, propios de cada individuo, se van adquiriendo a lo largo de la vida y en su elección influye en gran medida la afectividad. Es fácil aprender lo que a uno le gusta o lo que entiende; de otro modo el acceso al conocimiento se torna sumamente difícil. Lo que un individuo aprende y cómo lo aprende va a depender de los modelos con que cuenta.

Es por eso que, debido a su gran versatilidad, la computadora se convierte en un medio sumamente eficaz para el aprendizaje puesto que es capaz de tomar innumerables formas y proveer de modelos a muchísimas personas con diferentes gustos.

- El conocimiento adquiere, además, un propósito personal reconocible: El niño puede hacer algo con él. Los pasos del aprendizaje escolar se invierten; la computadora permite a los alumnos entrar en contacto con las aplicaciones prácticas de los conocimientos, antes que con sus enunciaciones formales.

- Toda educación bien entendida debe tender a que el niño aprenda a hacer uso de su libertad en el sentido más auténtico, libertad con responsabilidad: Desde sus primeros años, el niño debe ejercitar, en forma progresiva, su derecho a elegir —con la guía y el consejo de sus padres y profesores— entre las distintas opciones que se le ofrecen, y a hacerse responsable de sus actos y de las consecuencias que acarree su elección, festejando los aciertos y corrigiendo los errores.

Este es el sentido de libertad que se quiere lograr en los ambientes Logo. El niño se siente libre en la formulación de sus trabajos, en los pasos a seguir para la consecución de un fin y sigue su propio ritmo: organiza su microcosmos en libertad, pero asume la responsabilidad de lo que sucede en él.

Los enunciados anteriores muestran cómo el uso de computadoras en ambientes como los de Logo presupone una visión humanista de las máquinas, puesto que su fin no es que el niño se sirva de ellas simplemente en forma instrumental, sino que sus grandes potencialidades ayuden a desarrollar plenamente las capacidades humanas.

La educación humanista

Entre las muchas objeciones que se hacen a la introducción de las computadoras en la sociedad en general y en la educación en particular, la más frecuente es la afirmación de que desarrollan en las personas un tipo de pensamiento excesivamente lógico y científico, en oposición a la llamada "educación humanista".

Para determinar la validez o no de esta afirmación, hay que considerar que la división de la cultura en "humanista" y "científica", tan mentada en algunos círculos, fue producto de un momento histórico determinado. Por lo tanto, cabría preguntarse si este criterio puede ser mantenido en la actualidad.

Se considera "educación humanista" a aquella que tiene en cuenta el desarrollo integral del ser humano, preocupándose no sólo de su desenvolvimiento intelectual, sino también de sus valores espirituales, como la afectividad, la manera de relacionarse con los demás, la imaginación y otros.

Por el contrario, la llamada "educación científica" propendería al desarrollo esencialmente tecnocrático del hombre, teniendo en cuenta solamente su intelectualidad y descuidando los otros aspectos.

Esta oposición tan tajante pudo haber sido considerada en aquellos tiempos en que la ciencia y la tecnología eran tareas de laboratorio y en los que muy poca gente tenía acceso a ellas. Hoy ninguna persona puede evitar entrar en contacto con la ciencia y, en forma especial, con la tecnología; convive con ellas cotidianamente. Los medios de comunicación masiva la hacen partícipe de los últimos descubrimientos científicos; la tecnología ha entrado en las casas y los lugares de trabajo. Ambas modifican permanentemente los patrones culturales de la sociedad.

Es evidente que el mundo cambia y que va a seguir cambiando cada vez más rápidamente. Por ello, se hace necesaria la formulación inmediata de una filosofía educativa coherente que responda a las necesidades actuales de la sociedad y sienta las bases para preparar a aquéllos que van a desenvolverse en el futuro. Esta nueva concepción educativa no puede dejar de lado a la ciencia y a la tecnología, pero el ingreso de éstas debe responder a una política coherente que las ponga al servicio del ser humano para que, por su intermedio, pueda desarrollar sus potencialidades en grados desconocidos hasta el momento. Se trata, entonces, de una concepción "humanista" de la ciencia y la técnica. Y ésta es la postura de la modalidad Logo para la utilización de la computadora, la herramienta más poderosa que nos ofrece la tecnología en la actualidad. No se pretende que las máquinas programen a las personas, sino que éstas logren un dominio total y perfecto sobre aquéllas y, por su intermedio, aprendan también a conocerse a sí mismas.

El método educativo propuesto por los filósofos griegos –Sócrates, Platón y Aristóteles– y que sirvió de base al humanismo, tiene su punto de partida en el legendario consejo de Apolo por medio del Oráculo de Delfos: "Conócete a tí mismo". Sócrates y sus discípulos afirman que éste es el requisito necesario para descubrir después el resto del universo.

Si comparamos la filosofía educativa de los antiguos griegos y aquélla propuesta por Logo, veremos que sus principios tienen varios puntos en común.

Logo permite reflejar en la pantalla de una computadora los propios pensamientos y, de este modo, meditar acerca de ellos. Las personas aprenden cómo funciona su mente y logran así un conocimiento mayor de sí mismas.

Los dos polos opuestos han adquirido aquí un punto de contacto.

Si analizamos algunos de los logros obtenidos con Logo en las escuelas, vemos que algunos de los más interesantes son los relacionados con la creatividad y la libertad, valores muy importantes dentro de una cultura tendiente al humanismo.

En un ambiente Logo, cada educando plantea sus propios problemas y, en la búsqueda de respuestas a ellos, encuentra pautas que le sirven de eje para el proceso de aprendizaje y que se convierten en modelos para la solución de problemas posteriores. Hay libertad en la formulación de problemas y en la búsqueda de medios para resolverlos; hay creatividad en las interpretaciones personales y enfoques nuevos para viejas cuestiones; se estimulan los conocimientos inductivos y deductivos. El niño, muchas veces, imagina aquello que quiere lograr e inventa caminos para alcanzar su propósito; otras, comienza una tarea sin proponerse una meta fija, descubriendo algo nuevo a cada paso. Su trabajo se asemeja a la investigación científica y a la creación del artista que se sorprende a menudo ante su propia obra. El aprendizaje se convierte en una obra personal.

Si volvemos al paralelo entre Logo y el método educativo de los antiguos griegos, encontramos semejanzas cada vez mayores. Platón narra una anécdota sobre el esclavo de Meno, ignorante de los problemas de la geometría pero que, al responder a las preguntas formuladas por Sócrates, descubrió por sí solo que para obtener un cuadrado dos veces mayor que uno dado era necesario construir el segundo en la diagonal del primero. El esclavo cometió muchos errores, pero se corrigió a sí mismo y pudo llegar a la conclusión correcta. Este pasaje fue considerado por los filósofos antiguos como el modelo educativo por excelencia. El niño, con la computadora en la modalidad Logo, conquista un mundo del cual es dueño y partícipe y en él proyecta no solamente factores intelectivos, sino también sus gustos y anhelos. Descubre el placer de la creación; no hay imposiciones externas ni verdades absolutas. La libertad y la creatividad no se ven frenadas por el temor al castigo; equivocarse no es malo y se puede aprender de los errores. Se ejerce así la libertad con responsabilidad. Volvamos nuevamente a los antiguos "humanistas". Platón anticipa una vez más las modernas teorías acerca de la educación y dice que "un hombre libre no puede aprender nada impuesto por la fuerza". Y añade: "Los niños aprenden jugando". Estas últimas reflexiones nos llevan a considerar la función del maestro en el proceso de aprendizaje. Para los griegos, el maestro es el guía, el que ayuda al espíritu en el descubrimiento de sus verdades esenciales. No muestra las verdades, sino que conduce al alumno para que las descubra por sí mismo. Es ésta la función que realiza el maestro en un ambiente Logo. Hemos visto a través de estas consideraciones, muy rápidas y generales, cómo la modalidad educativa Logo para la implementación de computadoras en las escuelas no se opone a la educación "humanista", sino que, por el contrario, ofrece una nueva visión de ésta para adaptarla a un mundo muy diferente de aquél en que vivieron Sócrates, Platón y sus discípulos. Contrariamente a lo que se cree, su objetivo principal es el alumno, el sujeto que aprende. No importa la máquina sino el niño que está aprendiendo. El aprendizaje es un proceso de evolución, de elaboración y de maduración de experiencias anteriores antes que una acumulación de información o de habilidades, y las computadoras han de utilizarse entonces para facilitar este proceso. Es imprescindible que la inserción de las computadoras en la educación sea comprendida y orientada correctamente, puesto que sólo vale la pena si hace a las personas más libres y creadoras y contribuye a mejorar sus cualidades intelectuales, afectivas y sociales. Las nuevas técnicas deben adaptarse e incorporarse sabiamente a la sociedad. Las computadoras no escapan a la necesidad de establecer una relación armoniosa entre la cultura, la ciencia y los valores humanos. La nueva tecnología debe ser comprendida y humanamente encaminada; de otra manera serán difíciles de afrontar los cambios que trae aparejados. Esperemos que las computadoras sirvan para unir felizmente lo ordinario con lo extraordinario, la inteligencia con las emociones.

Conferencia pronunciada en el Primer Congreso Internacional Logo, Instituto Bayard, Buenos Aires, el 17 de septiembre de 1983. Publicada en el Boletín de la Asociación Amigos de Logo, Año 1, N° 5, 1983 y en la revista Tecnología Informática, Buenos Aires, Año 2, N° 15, 1984. También en Moroccan Journal of Control, Computer Science and Signal Processing, Rabat, Vol. 1, N° 2, Février 1984, con el título "Logo and Von Neumann Ideas" y en *Computadoras: ¿Creatividad y Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 19.

Logo y las ideas de John von Neumann

Horacio C. Reggini

John von Neumann nació en Budapest, en 1903. Desde pequeño reveló dotes científicas sobresalientes y, a partir de los diecisiete años, comenzó a estudiar y trabajar en las más prestigiosas universidades europeas y con los mayores talentos científicos del siglo: Einstein, Hilbert, Hardy, Weyl, Pólya, Russell, entre otros. Emigró de Europa hacia 1930 para radicarse en los Estados Unidos, donde más tarde se convirtió en uno de los artífices de la era de las computadoras. Mi interés por su obra, amplia y versátil, se remonta a 1958, año en que realicé una recopilación de su célebre Teoría de Juegos.

El conocimiento de la historia nos permite comprender mejor el presente y nos proporciona experiencia y sabiduría para proyectar el futuro. Siempre es aconsejable, también, volver a las fuentes, a los orígenes de los hechos y de los descubrimientos a fin de entender más cabalmente sus consecuencias. A la luz de estas consideraciones, retornaremos a los escritos originales de John von Neumann, a quien se deben los primeros conceptos sobre las computadoras, los cuales fueron resumidos por él en un pequeño libro (*The Computer and the Brain*, Yale University Press Inc., 1958). Las frases de Von Neumann explicaron magistralmente la nueva categoría de máquina. Nos detendremos, en particular, en la noción de "programa almacenado". Recordemos que una de las características de las computadoras es su operación continua sin intervención humana. La razón de este hecho reside en que las instrucciones que gobiernan la máquina se hallan albergadas en su memoria. Todos los que alguna vez hicieron algún programa en lenguaje-máquina o lenguaje-interno o lenguaje-absoluto, como se lo llamaba indistintamente hace muchos años, saben que una instrucción consiste, por ejemplo, en una serie de números (ceros y unos), que designan, los primeros, el tipo de operación a realizar, y los siguientes, sobre qué zonas de la memoria se debe actuar. El sistema de control interpreta el código de la orden, la ejecuta y continúa con la instrucción siguiente. J. von Neumann escribió al respecto: "Una orden es, físicamente, en la mayoría de las realizaciones de este sistema, lo mismo que un número (del mismo tipo de aquellos sobre los que actúa la máquina). Una orden puede indicar qué operación debe ejecutarse, de qué lugares de la memoria deberán salir los datos para esa operación, y a qué lugar de la memoria debe ir a parar el resultado... una orden es físicamente lo mismo que un número. Por consiguiente, es natural que se la archive —en el curso del problema en el que actúa— en un lugar de la memoria. En otras palabras, cada orden está guardada en la memoria, en un determinado registro, es decir, en una ubicación definida. Esto proporciona una serie de posibilidades para encarar el cumplimiento

de órdenes sucesivas. Las órdenes son entes almacenados en la memoria y los contenidos de un segmento particular de memoria constituyen justamente la descripción del procedimiento para resolver un problema."

La forma en que se operaba sobre lo almacenado en la memoria y cómo una orden podía modificar otra orden, fue explicado así por Von Neumann: "Como las órdenes que ejercen el control están en la memoria, se logra un grado de flexibilidad más alto que en todos los modos de control previamente conocidos en máquinas anteriores. La computadora, bajo el control de estas órdenes, puede extraer números (u órdenes) de la memoria, procesarlos (¡como números!) y devolverlos a la memoria (a la misma o a otras ubicaciones), y puede cambiar los contenidos de la memoria —en verdad ésta es su forma normal de operación. Por ende, puede, en particular, cambiar las órdenes (¡dado que están en la memoria!) —las mismas órdenes que controlan su funcionamiento. De este modo se hace posible todo tipo de sistemas complejos de órdenes, los cuales pueden modificarse sucesivamente y, en consecuencia, hacer otro tanto con los procesos computacionales que, asimismo, están bajo su control."

La idea anterior, trascendente y genial, de recurrencia o de accionar las instrucciones sobre sí mismas, es la que caracteriza esencialmente a las computadoras y la que, apoyada en las realizaciones físicas de los últimos años, está permitiendo múltiples desarrollos y aplicaciones.

Ultimamente se habla de nuevas computadoras que no seguirían el esquema de Von Neumann, que llevaría a una situación de "cuello de botella" por ser necesario cumplir las instrucciones una a una. Se diseñan entonces nuevas computadoras (del tipo "dataflow" o "binary-tree") de procesamiento simultáneo de muchas instrucciones. Pero la idea fecunda de Von Neumann de almacenar las instrucciones en registros modificables y la posibilidad de modificación de las instrucciones sigue vigente y es la que permite todas las nuevas alternativas.

Las capacidades de Logo

Todos sabemos que el aprendizaje del lenguaje Logo es una de las puertas de acceso más interesantes al mundo de la computación. Su sencillez, potencia y posibilidad de empleo en todos los campos de la actividad humana pueden llegar a convertirlo en el lenguaje de programación más difundido y aceptado de los próximos años. A las implementaciones preliminares de Logo disponibles en la actualidad, seguirán seguramente otras, más potentes y completas, que permitirán su aplicación efectiva en la empresa, la industria, la ciencia y la tecnología, etcétera.

También sabemos que la modalidad Logo es tan simple y natural que un niño puede comprenderla. Y así, las computadoras, con Logo, se convierten en herramientas útiles en el proceso educativo. Pero Logo no es un "juguete", un lenguaje sólo para niños. Esa imagen que algunos círculos poseen de Logo se debe al hecho de que la mayoría de los primeros ejemplos de su empleo ilustran procedimientos elementales para niños y/o principiantes carentes de conocimientos previos de computación.

En Logo es posible definir nuevas palabras u órdenes que luego pueden usarse exactamente como las palabras primitivas. Acostumbramos enseñar a la máquina cada nueva orden por medio del vocablo para, luego agregamos el nombre de la orden, y a continuación, una tras otra, las distintas palabras o instrucciones que definen el procedimiento. Los procedimientos en Logo están representados como listas de listas, de manera que se pueden construir, modificar y procesar por medio también de otros procedimientos. Es decir, podemos proceder directamente con el lenguaje Logo de manera análoga a lo descrito anteriormente por Von Neumann: la modificación o creación de un procedimiento por medio de otro procedimiento. A tal fin, explicaremos las órdenes primitivas definir y texto. Antes, repasaremos algunas órdenes para el procesamiento de listas.

Ordenes asociadas a listas

Son bien conocidas las órdenes primitivas menosprimero (abreviada mp), menosultimo (mu) que nos permiten quitar el primero o el último ítem de una lista.

Las primitivas que hacen posible ingresar o entrar un ítem al principio o al final de una lista son respectivamente entp (en inglés fput) y entu (lput).

Por ejemplo:

```
entp "caminante [son tus huellas]
responde
```

```
[caminante son tus huellas]
```

Similarmente:

```
enttu "caminante [son tus huellas]
responde
```

```
[son tus huellas caminante]
```

La orden oracion (on) aplicada en este caso al mismo ejemplo, produce idénticas respuestas. Los resultados son distintos, en cambio, cuando el ítem a agregar es una lista. entp y entu entran el nuevo ítem como una sublista.

Por ejemplo:

```
entp [el camino] [y nada mas]
responde
```

```
[ [el camino] y nada mas]
```

En cambio:

```
oracion [el camino] [y nada mas]
responde
```

```
[el camino y nada mas]
```

Las órdenes entp y entu nos permiten construir listas de sublistas –que es la forma en que se representan los procedimientos en Logo– de este tipo:

```
[ [ ] [ ] [ ] ... [ ] [ ] [ ] ]
```

Si las sublistas de la lista esquematizada anteriormente fuesen instrucciones Logo, el procedimiento siguiente las pondría en ejecución:

```
para ejecutar :lista
si :lista = [ ] parar
cumplir primero :lista
ejecutar mp :lista
fin
```

Recordamos, para entender el procedimiento ejecutar, que el argumento de la orden cumplir es una orden Logo o una sucesión de órdenes Logo.

Por ejemplo:

```
cumplir [ae 50 da 45 as 15]
```

Las órdenes Logo entre corchetes –que dibujan el número uno– van una a continuación de otra sin corchetes entre ellas.

Otro ejemplo:

```
hacer "bien [imprimir]
cumplir entu [comprendido] :bien
da por resultado comprendido.
```

Las órdenes definir y texto

La orden primitiva definir proporciona otra alternativa importante para crear un procedimiento, además de la empleada habitualmente gracias a la orden para. Es posible usarla directamente como

una orden aislada o dentro de otro procedimiento. Es así como pueden modificarse procedimientos ya definidos, juntar procedimientos anteriores con otros, etcétera. La idea de Von Neumann de instrucciones o grupos de instrucciones que actúan sobre otras instrucciones se puede realizar en Logo de esa manera.

El campo de posibilidades que abre esta potencialidad de Logo es ilimitado. El concepto de procedimientos como lista de sublistas, que residen todos en la memoria y que pueden actuar todos sobre todos, es de una fuerza y potencia colosales: es, en síntesis, la concreción de las ideas de Von Neumann.

La orden definir consta de dos argumentos: el primero es el nombre del procedimiento, el segundo es una lista de listas; la primera lista (sublista) indica los argumentos del nuevo procedimiento, luego siguen sucesivas listas (sublistas), una por cada línea u orden:

```
definir "nombre [ [argumento-1 argumento-2...] [orden-1] [orden-2]...]
```

Cuando se trata de un procedimiento sin argumento, la primera lista debe ser la lista vacía:

```
definir "nombre [ [ ] [orden-1] [orden-2]...]
```

Definamos por ejemplo el procedimiento l para dibujar la letra del mismo nombre:

```
definir "l [ [ ] [as 30] [da 90] [ae 15] ]
```

Otro procedimiento para letras "eles" de tamaño variable (procedimiento ele con argumento :med) sería:

```
definir "ele [ [:med] [as :med*2 ] [da 90] [ae :med] ]
```

La orden texto va acompañada de un único argumento que debe ser el nombre de un procedimiento. Responde con la lista de instrucciones del procedimiento mencionado con una sintaxis idéntica a la explicada para definir.

Es decir, si ordenamos:

```
imprimir texto "l
```

obtenemos

```
[ ] [as 30] [da 90] [ae 15]
```

Similarmente

```
imprimir texto "ele
```

nos proporciona

```
[:med] [as :med*2] [da 90] [ae :med]
```

Si quisiéramos obtener de un procedimiento cualquiera sus instrucciones en forma de una lista de listas, escribiríamos:

```
para instrucciones :c
```

```
respuesta mp texto :c
```

```
fin
```

El procedimiento instrucciones nos responderá con la lista de las listas de las órdenes del procedimiento que mencionemos como argumento.

Supongamos que queremos construir un nuevo procedimiento que llamamos lm, basado en el procedimiento ya definido l, de tal manera que dibuje la base de la misma letra con longitud doble.

Podríamos proceder así:

```
definir "lm entu [ae 15] texto "l
```

También de esta otra manera:

```
definir "lm entu [ae 30] mu texto "l
```

Si hubiéramos deseado modificar el procedimiento l para dibujar la nueva forma de letra, habríamos escrito:

```
definir "l entu [ae 15] texto "l
```

El mismo resultado lo obtendríamos, como antes, así:

definir "l entu [ae 30] mu texto "l

Reuniendo dos lm podemos construir el nuevo procedimiento cuadrado:

definir "cuadrado [[] [lm] [da 90] [lm]]

Los simples ejemplos anteriores ilustran de manera elemental cómo en Logo podemos construir un procedimiento a partir de otros procedimientos, o cómo un procedimiento puede modificarse. Los ejemplos citados pueden ser órdenes incluidas en otros procedimientos y así sucesivamente.

Conclusiones

Logo representa una innovación en el campo de las computadoras; es un lenguaje distinto de los utilizados hasta ahora: proporciona modalidades diferentes de programación. En todas las áreas del saber, cuando aparece una innovación se requiere tiempo para evaluarla en su magnitud real, ya que las costumbres arraigadas hacen difícil su incorporación correcta. Toda innovación tiende a ser empleada de acuerdo a viejos esquemas, y tal circunstancia limita sus potencialidades y ventajas. El conocimiento profundo de Logo y la aparición de versiones más poderosas, contribuirán a su empleo en aplicaciones de toda índole, y conferirán un nuevo estilo al arte y a la ciencia de dar órdenes a las máquinas. Un estilo que se acerca en algunos casos al explicado por John von Neumann hace ya más de treinta años.

Conferencia pronunciada en el Simposium Internacional sobre Informática y Educación, IILA, IBI, CREI, UPM, UNSTA, Tucumán, el 30 de abril de 1984. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 20.

Informática y calidad de vida

Horacio C. Reggini

La variedad y cantidad de éxitos científicos de las últimas décadas ha desarrollado en algunos círculos una confianza desmedida en las conquistas tecnológicas. Las ventajas potenciales de la informática para el progreso de la humanidad son enormes, pero requieren -paralelamente- nuevas y mejores formas de pensar y actuar.

Ha sido un tema de constante preocupación a través del tiempo el de la incorporación de los descubrimientos científicos y técnicos en las estructuras sociales y los cambios que pueden producir en ellas. La aparición de una novedad provoca entusiasmo y adhesión sin límites en algunos; incertidumbre, desconcierto y críticas desmedidas en otros. Con frecuencia, las innovaciones no se utilizan adecuadamente y se ponen al servicio de aplicaciones obsoletas o indeseables. En la actualidad, esta situación se ha agravado y la profunda incidencia de la ciencia y la técnica en todos los órdenes de la vida impone una reflexión permanente sobre su oportunidad y consecuencia.

Todo uso o abuso de la tecnología debe ser imputado a la sociedad y a sus valores, y no al conocimiento científico en sí. Sin embargo, es responsabilidad de científicos y técnicos el cuidar que este conocimiento se utilice con fines constructivos, más humanos, tendientes a enaltecer el valor y la calidad de la vida.

En los escritos de Albert Einstein podemos encontrar -además de sus contribuciones notables en el campo de la física- numerosos pensamientos relativos a su interés y preocupación por el bienestar social y su relación con la ciencia. Fue un apasionado del saber y un fanático defensor de la justicia, de la libertad y de la paz.

Señalaba las limitaciones de la ciencia en estos términos: "La ciencia no puede crear fines y, menos aún, inculcar fines en las personas; la ciencia, a lo sumo, puede proveer los medios con los cuales alcanzar ciertos fines... deberíamos estar en guardia a fin de no sobreestimar la ciencia y los métodos científicos en los problemas humanos; y no deberíamos suponer que los expertos son los únicos que poseen el derecho para expresarse sobre temas que afectan la organización de la sociedad."

Describía así una crisis de su tiempo -válida también hoy-: "Se trata de la relación del individuo con la sociedad. El individuo se ha vuelto más consciente que nunca de su dependencia de la sociedad. Pero él no experimenta esa dependencia como un hecho positivo, como una ligazón orgánica, como una fuerza

protectora, sino más bien como una amenaza a sus derechos naturales o también a su seguridad económica. Más aún, su posición en la sociedad es tal que se acentúa su conducta personal, tendiente a su propia preservación y mejoramiento, mientras se deteriora o se hace más débil su conducta social. Todos los seres humanos, en todos los niveles de la sociedad, están sufriendo este proceso de deterioro, prisioneros sin saber de su propio egoísmo, se sienten inseguros, solos y privados del disfrute ingenuo y simple de la vida."

Los pensamientos anteriores, expresados hace muchos años, nos iluminan también hoy para reflexionar sobre el papel de las computadoras y los medios de comunicación —la informática en general— en nuestras actividades.

En la actualidad, las nuevas tecnologías para el procesamiento rápido de un volumen crecido de información ejercen gran presión sobre las sociedades, que las utilizan para captar y transformar la información en conocimiento y poder, así, integrarla a la cultura. Podría decirse que la ecología del conocimiento está sufriendo un cambio más rápido que aquél al que las culturas pueden adaptarse. El resultado es, a menudo, desestabilizador. Las personas deben enfrentar un aumento de la complejidad del conocimiento y, consecuentemente, de la incertidumbre. La sensación de perder el control sobre los procesos de la vida social y personal provoca, además, un aumento de la ansiedad.

En general, se tiene la impresión de que la información procesada mediante computadoras debería ayudar significativamente a encontrar soluciones para los problemas personales y sociales y al fortalecimiento del control sobre el medio. Sin embargo, de hecho, los dilemas parecen aumentar y no siempre pueden ser solucionados mediante meros procedimientos informáticos. Se necesitan también otras capacidades. Una mayor información requiere también una atención mayor a los valores por medio de los cuales pueden conciliarse distintas culturas. Einstein también escribió: "La fuerza desencadenada del átomo lo ha transformado todo, excepto únicamente nuestra forma de pensar. Por ello caminamos hacia una catástrofe sin igual". Lamentablemente, su afirmación sigue teniendo vigencia ante los infortunados aprestos bélicos del mundo entero. Su frase podemos trasladarla al tema de las computadoras de hoy y conjeturar que su uso adecuado y feliz requiere nuevas y mejores formas de pensar y de hacer.

Sin embargo, y sin lugar a dudas, las ventajas potenciales de la informática para el progreso de la humanidad son inmensas. La incorporación de las computadoras en el ámbito social transformará nuestra manera de relacionarnos con las cosas, de acceder al conocimiento, y consecuentemente, nuestros estilos de pensar. Y es por ello que, para evitar la posibilidad de la catástrofe enunciada por Einstein en el campo de la informática, tenemos que poner nuestro mayor empeño en usar el poder de las computadoras de manera responsable, positivamente, y sin provocar daños.

No debemos hacer una panacea del uso de las computadoras en la sociedad y es necesario precaverse de una especie de mesianismo científico-tecnológico que no tiene en cuenta los aspectos más humanos de las personas, y la modalidad y oportunidad de sus aplicaciones. Pero no podemos ignorarlas o suponer que son sólo incumbencia de las naciones más evolucionadas, porque ya son parte de nuestro quehacer cotidiano. Tampoco podemos postergar o demorar su introducción con argumentos de tipo económico, en el sentido de que convendría concentrarnos

en la resolución de otros problemas, ya que ello significaría desconocer la incidencia estructural de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual. Las aplicaciones de las computadoras incorporadas a otros elementos ya conocidos como vehículos, artefactos domésticos, máquinas-herramientas e instrumentos diversos constituyen un proceso irreversible y de avance inusitado. Indudablemente, nos ofrecen nuevas posibilidades y cambiarán seguramente muchos de nuestros hábitos. Pero, a la vez, un abanico de preguntas pide ansiosas respuestas: ¿la calidad y el contenido de los escritos se verán incrementados por los procesadores de palabras y textos? ¿viviremos más felices en nuestras viviendas con sus ventanas, puertas, teléfonos, luces, cocinas y demás aparatos, regulados todos mediante versátiles programas? ¿la comunicación instantánea con distintas personas, gracias a los satélites computarizados, contribuirá a que los pueblos se conozcan y comprendan más íntimamente salvando credos, religiones y fronteras?

Quizás las preguntas anteriores sean ingenuas y seguramente inadecuadas para el mundo diferente que nos tocará vivir; no obstante, la gente tiene la intuición y el derecho de formularlas, y los científicos y los técnicos tienen el deber de hacer todo lo posible para encauzar las aplicaciones, evitando defectos y favoreciendo los beneficios genuinos.

Otro tema importante de análisis es el de las redes telemáticas, conjunción de computadoras, sistemas de comunicación y archivos o bancos de informaciones. Pareciera que la afluencia y la disponibilidad de una cantidad mayor de información conducen a un estado de incertidumbre y, paradójicamente, a la imposibilidad de aprovecharla en forma correcta. Por otra parte, los problemas ocasionados por estos medios pueden agrandar las fisuras ya existentes entre grupos y entre individuos, exacerbando así las diferencias sociales. De esta forma, el mundo podrá ver el surgimiento de nuevos tipos de "tener" y "no tener", referidos a la creación, al acceso a la información necesaria y a la habilidad para usarla efectivamente.

Las consideraciones anteriores nos hacen ver que —tanto las personas como las sociedades— debemos aprender a utilizar en forma apropiada los nuevos medios. Este aspecto de la situación nos lleva a la problemática general de la educación y, en particular, al de la implementación de las computadoras en el proceso educativo. Y aquí, nuevamente, se da un dilema común a todas las áreas: las computadoras pueden convertirse en auxiliares valiosos, si se usan bien. Esto significa reconocer las deficiencias actuales, redefinir los valores y objetivos en juego y aceptar las categorías y potencialidades diferentes de los nuevos medios. Es imprescindible revisar lo actual, a fin de respetar las bases y características cognitivas del aprendizaje de los educandos, antes que intentar poner las computadoras al servicio de las actividades que rutinariamente vienen haciéndose desde hace muchos años.

Un aprendizaje auténtico —con computadoras o sin ellas—, requiere el esfuerzo constructivo, personal y autónomo del propio alumno, expresado a través de palabras, imágenes, movimientos, y de la puesta en juego de valores y relaciones humanas. En los ámbitos verdaderos de aprendizaje debe existir libertad creadora, participación efectiva, experiencia personal, relevancia y arraigo con la realidad. Utilizar las computadoras sin respetar las condiciones anteriores, sin contemplar la idiosincracia y el idioma locales, es erróneo y perjudicial. Y

son los educadores quienes deben cuidar que las computadoras se empleen adecuadamente.

Recordemos que Aristóteles distinguió dos clases fundamentales de virtudes. A unas las llamó virtudes del carácter, entre las que están la templanza, la prudencia, la justicia, el coraje. Otras son, dice Aristóteles, virtudes de la inteligencia y a ellas pertenece el conocimiento de la ciencia.

Estas dos clases de virtudes, cuya distinción ha hecho escuela en toda la cultura occidental, están —y conviene que estén—, íntimamente ligadas, de tal manera que no es previsible un carácter sano y bueno sin una inteligencia bien cultivada, ni es posible tampoco un cultivo de la inteligencia y del saber sin la presencia de las virtudes del carácter.

Por lo tanto, uno de los propósitos del uso de las computadoras en la educación, debe estar orientado hacia la adquisición de las virtudes del carácter y de la inteligencia de manera simultánea.

Todas las consideraciones anteriores apuntan a subrayar la idea de que la informática contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas, si todos los sectores de la sociedad se comprometen a ello. El problema no es exclusivamente científico, sino humano. La inserción feliz de las computadoras en la sociedad requiere, paralelamente, el crecimiento de la cultura en todos los órdenes. Afortunadamente su presencia actuará como catalizadora de ideas en los más variados círculos, al mismo tiempo que ubicará a la ciencia y a la tecnología prácticamente en todas partes. Sin embargo, esa ciencia y esa tecnología deberán ser refinadas y estar correctamente orientadas para brindarnos una vida más plena y más digna.

Referencias

- Seeling, C., ed., Ideas and Opinions by Albert Einstein, Laurel Edition, Dell Publishing Co., New York, 1973.
- Wiener, N. The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society, Houghton Mifflin Co., 1950.
- Fano, R. M., "On the Social Role of Computer Communications", Proc. IEEE, Vol. 60, November 1972.
- Ramlot, M., "La informática, como factor de la independencia nacional", IV Congreso Conf. Latinoamericana de Asoc. de Prof. Universitarios, Buenos Aires, Septiembre 1983.
- Matterlart, A. y Schmucler, H., América Latina en la encrucijada telemática, Ed. Paidós, Buenos Aires, 1983.

Conferencia pronunciada el 28 de junio de 1984, en LOGO-84, National Logo Conference, M.I.T., Cambridge, Massachusetts, *Logo in Latin America*. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 21.

Logo en Latinoamérica

Horacio C. Reggini

En el transcurso de los años 1984, 1985 y 1986 se realizaron congresos internacionales en el M.I.T. acerca de la modalidad Logo. Estos encuentros brindaron a los participantes la oportunidad de intercambiar distintas opiniones y experiencias, y de señalar las características locales que tiene la incorporación de las computadoras en las diversas regiones del mundo.

Latinoamérica está formada por un conjunto de países con una raíz común -la hispánica-, unidos por lazos históricos y culturales y que cuentan con inmensas riquezas naturales y gran potencial humano, pero comparten una gran inestabilidad política y serios problemas económicos y sociales.

No es mi intención hacer aquí un análisis sociológico, político o cultural de la región, sino señalar algunas de sus características a fin de poder determinar, a grandes rasgos, cuál es el papel de la tecnología -y, en este caso especial, de las computadoras- dentro de la comunidad latinoamericana.

La historia socio-económica latinoamericana ha determinado que, en general, nuestros países no sean productores de tecnología. Esta circunstancia, unida a la existencia de problemas apremiantes en el área de la salud, la educación y la economía, postergan en muchas ocasiones los temas de índole científica y tecnológica como si se tratara de cuestiones de segundo orden o como si ellos sólo fueran de incumbencia de las sociedades desarrolladas. Por otro lado, diversos sectores señalan el hecho de que la adopción de tecnología importada sólo sirve para alimentar la expansión de los mercados de las ricas naciones industrializadas a un precio demasiado elevado para lo que Latinoamérica puede permitirse.

Sin embargo, el papel predominante de la ciencia y la tecnología en la actualidad y los cambios cada vez más profundos que está provocando su presencia en el orden social y económico mundial, han despertado la preocupación de algunos gobiernos y grupos privados latinoamericanos, que sintieron que el quedar al margen de este proceso significaría un atraso cada vez mayor en el orden económico y cultural. Pero la incorporación de la nueva tecnología no podía realizarse indiscriminadamente, sino que era necesario tener en cuenta las necesidades reales de la región y sus recursos, y buscar una tecnología que se adecuara a ellos (Fritz

Schumacher habla de una "tecnología intermedia o apropiada"). Es así que se formaron en los distintos países grupos de estudio abocados a este tema. Uno de ellos, el Grupo de Tecnología Apropiada, constituido en Panamá, explica de esta forma el concepto que da origen a su nombre: "El término 'tecnología apropiada' implica que existe una gran variedad de tecnologías disponibles, de las cuales se puede escoger la apropiada para cada aplicación particular. Esto no quiere decir que se deba buscar una solución ideal para el problema, sino que es necesario definirlo en términos de las necesidades y recursos existentes. En el marco de programas de desarrollo, la solución debe estar en relación con las necesidades y capacidades de la gente involucrada, sin crear nuevos problemas." Según criterios similares -dentro del campo específico de la informática- funciona en Chile el Grupo de Estudio de Informática Alternativa (GEIA) que, entre sus objetivos, promueve "la reflexión crítica sobre el problema informático en general... con el objeto de identificar el fenómeno en sus verdaderas dimensiones sociales, económicas y políticas". Sostiene además que "no pretende promover, bajo ningún punto de vista, el uso indiscriminado de la informática en cualquier campo, ni tampoco rechazar taxativamente su uso."

La necesidad de una "tecnología apropiada" adquiere particular relevancia cuando se trata de su incorporación en el plano educativo ya que, en cierta forma, va a condicionar la formación de las generaciones futuras.

La presencia de las computadoras en las aulas, si bien es atractiva por sus aportes técnicos novedosos y por la imagen moderna que imprime a la tarea educativa, no puede responder a una decisión tomada a la ligera. Por el contrario, es imprescindible que esté vinculada a una concepción educativa que tenga en cuenta los valores lingüísticos y culturales de la sociedad en la que ha de arraigarse.

En el caso de las computadoras, su adopción, además, debe ir acompañada de toda una modalidad educativa que respete los fundamentos del aprendizaje y cuyo objetivo sea la realización plena de la persona humana.

Para lograr una mejora auténtica en la educación, es importante no sobrestimar el papel de la tecnología en el proceso educativo. Innovar, en este sentido, va más allá de ver qué nuevos programas pueden hacerse con las máquinas: entraña la necesidad de desarrollar ámbitos de aprendizaje en los que se respete la libertad creadora, el enfoque personal, el arraigo con la realidad...

Este es el criterio que predominó en la mente de aquellos que introdujeron Logo en los distintos países latinoamericanos.

En el caso particular de la Argentina, Logo empezó en forma progresiva, por el esfuerzo individual de un grupo de personas que se sintieron identificadas con su filosofía.

A partir de la traducción al castellano del libro de Seymour Papert, *Desafío a la mente*, se dictaron cursos para directores de colegios, profesores, chicos y profesionales, con el fin de difundir la metodología y el lenguaje Logo en castellano en los distintos niveles de la sociedad argentina.

Hacia mediados de 1981, varios colegios e instituciones -alentados por los primeros pasos del Instituto Bayard- comenzaron a adquirir equipos y a preparar a su personal, con vistas a iniciar el trabajo con los niños en el ciclo lectivo que comenzó en 1982. Durante ese año también incorporaron Logo algunas instituciones dedicadas a la educación y rehabilitación de niños discapacitados, entre ellas, el Hospital Italiano y el Instituto Oral Modelo.

La gran difusión de Logo durante 1982 culminó hacia fines de ese año con la creación, en Buenos Aires, de la Asociación Amigos de Logo, cuya primera comisión directiva estuvo integrada por Teresa Carabelli, Annelise de Forteza (vicepresidente), Ana R Goyeneche, Julia Polito Castro, Antonio M. Battro (secretario), Hilario Fernández Long, Víctor Fontana (tesorero), Ricardo Jamschon, Jorge Ratto, Héctor H. Thompson y Horacio C. Reggini (presidente). El año 1983 estuvo marcado por tres acontecimientos relevantes:

- La difusión de Logo en distintos puntos del país.
- La incorporación de la modalidad Logo en algunas escuelas públicas.
- La realización del Primer Congreso Internacional Logo, que reunió en el mes de septiembre en Buenos Aires a gente de Latinoamérica y de otros países.

De esta forma -natural y paulatinamente- la primera semilla de Logo, plantada en la Argentina, se ha ido diseminando por Uruguay, Brasil, Chile, Colombia, Panamá y el resto de Latinoamérica. Es de esperar que nuevas y más vastas experiencias enriquezcan y hagan sólido el tronco común para que pueda brindar frutos aún más refinados en el campo de la educación.

Nota

Diversos viajes me permitieron apreciar los comienzos de Logo en algunos países latinoamericanos. En diciembre de 1982 realicé mi primera visita a Uruguay en relación con el tema Logo, para disertar en el Instituto de Neurología de Montevideo. Estos contactos fueron renovados en ocasión de nuevas reuniones -entre ellas, las organizadas por la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros y la Asociación de Ingenieros del Uruguay, en agosto de 1983, y por la Escuela Iberoamericana de Informática, en diciembre de 1983-, y consolidados más tarde con motivo de la creación de la Asociación Amigos de Logo del Uruguay.

En noviembre de 1983, viajé también a Santiago de Chile para participar en el Seminario Logo de Computación Educativa. En Brasil, mi primera conferencia acerca de estos temas fue en octubre de 1981, en el Instituto de Psicología de la Universidad de San Pablo. En febrero de 1984, tuve oportunidad de visitar Colombia y Panamá, donde participé en el Seminario de Computadoras en la Educación: Experiencias con Logo, en Bogotá, y en el Primer Congreso Panameño de Computadoras en Educación, en Panamá, respectivamente.

Conferencia pronunciada en el Primer Congreso Nacional Logo, Computadoras en la Educación, Rosario, el 26 de octubre de 1984 y en el diario La Nación, Buenos Aires, 15 de diciembre de 1984, con el título "El papel de las computadoras en la educación". Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 22.

La libertad de aprender

Horacio C. Reggini

Frecuentemente se asocia a las computadoras con ámbitos científicos. Nada más alejado del entorno que proporcionaron el Museo Municipal de Bellas Artes "Juan B. Castagnino" y el parque de sus alrededores al Primer Congreso Nacional Logo, realizado bajo el lema "Para Crecer Creando". El lugar elegido y el espíritu imperante tradujeron una manera peculiar de interactuar con las máquinas.

La presencia de las computadoras en las aulas es ya un hecho, y surge de inmediato la pregunta: ¿qué papel van a cumplir dentro de la educación? Ante todo, es preciso tener en cuenta que toda corriente educativa responde a un concepto determinado de vida, que es el modelo hacia el cual tiende una sociedad particular. Este concepto no es estático, sino dinámico, no es el mismo en un país que en otro, y va cambiando a través del tiempo, debido a que mantiene una interrelación constante con el cuerpo social. La introducción de las computadoras en la educación no puede ser ajena a este hecho. Por el contrario, es imprescindible que cuente con un respaldo conceptual y filosófico que tienda al desarrollo de los valores humanos. Y es dentro de este lineamiento esencialmente humano —y por lo tanto social— que debe considerarse el problema de la inserción de la informática, en general, en la educación. No puede ser producto de una improvisación o de una novedad, sino que debe responder a una idea educativa que respete la cultura, la formación lingüística y la idiosincracia de la gente a la que se dirige. Su incorporación debe contemplar integralmente las características cognitivas del aprendizaje y los aspectos humanos de las personas.

Cuando se abordan los problemas surgidos de la incorporación de las computadoras en el medio social, aparecen a menudo objeciones sobre la real vigencia de este planteo en la Argentina. Es habitual escuchar el argumento de que problemas como la pobreza, la deserción escolar o las deficientes condiciones sanitarias son de tal envergadura en el país, que todas las fuerzas que aspiran a un mejor orden social deben consagrarse a la búsqueda de urgentes soluciones. Se suele sostener, también, que las cuestiones derivadas de los cambios tecnológicos son, momentáneamente, incumbencia de los países altamente desarrollados y que el traerlas a la Argentina es el simple resultado de la expansión de los mercados

de esos países, o meras maniobras de diversión para ignorar los conflictos reales.

Tales planteos son erróneos. En primer lugar, porque la irrupción de las computadoras en la Argentina es ya una realidad presente y constituye un factor determinante de la historia del mañana.

En segundo lugar, porque se parte de una secuencia de prejuicios que derivan de una manera de concebir el mundo y, en consecuencia, de la forma de actuar sobre él. Se parte de la idea de que los procesos sociales pueden fragmentarse en unidades discontinuas y que, por lo tanto, el momento de discutir ciertos temas debe ser posterior a la creación de mejores condiciones económicas. La ceguera de este enfoque, meramente económico, impide observar fenómenos como el papel actual de la ciencia y la tecnología, que afectan estructuralmente a la sociedad.

La educación requiere en forma inmediata nuevos esquemas; el sistema educativo vigente es herencia de una época muy diferente a la que vivimos y, consecuentemente, no responde a las demandas de la sociedad actual. Este nuevo tipo de sociedad requiere el desarrollo de un nuevo estilo educativo dentro del cual incidirán significativamente las computadoras, las telecomunicaciones y las bases de datos. Pero estas innovaciones tecnológicas no deben reforzar viejos esquemas carentes de realismo; deben hacer fundamentalmente posible el ejercicio del pensar y del crear. En este momento, por ejemplo, debemos facilitar más que nunca a las nuevas generaciones el desarrollo de la libertad de aprender, y a su vez, la posibilidad de aprender la libertad.

Por libertad de aprender entiendo la posibilidad que debe tener cada persona de poder acceder libremente al conocimiento y de elegir los medios necesarios para la consecución de este fin. O sea, ofrecerle la posibilidad de explorar, indagar y descubrir, ya que ésta es la manera en que cada uno construye sus propias estructuras intelectuales.

Por otra parte, al decir aprender la libertad, quiero aludir al derecho de cada persona de hacer un uso consciente y responsable de su libertad individual, para lo cual debe poder tomar conciencia de sí misma, ser dueña de sí misma y actuar por sí misma.

Es esencial tener presente que cualquier aprendizaje —ya sea con elementos informáticos o sin ellos— requiere una dedicación constructiva, personal y autónoma por parte del propio educando, en un proceso caracterizado por la verbalización, la concreción de las ideas en tareas prácticas y la presencia de un importante matiz afectivo. Los ámbitos de aprendizaje informáticos deben constituir nuevos campos de posibilidades donde exista libertad creadora, participación verdadera, experiencia personal y arraigo con la realidad. De esta manera, podrá la informática ofrecer una mejora auténtica de la educación.

Creo que las reflexiones anteriores nos permiten avizorar mejor el camino de introducción de los nuevos medios en las aulas y nos deben ayudar para descartar modalidades indeseables. Sin embargo, no es fácil pensar sobre las computadoras del presente y del futuro sin proyectar sobre ellas los atributos y las limitaciones que hoy nos caracterizan y rodean. Así, por ejemplo, la mayoría de la gente imagina situaciones en las que las computadoras resuelven y dan respuestas exactas y veloces a difíciles preguntas, con el anacronismo de que los problemas imaginados y sus soluciones son los de antaño. En esquemas

semejantes, trasladados a la educación, el educando tiene un papel secundario en la organización de lo que aprende, mientras que el contenido es el preponderante. El educando es sólo receptor, y se cree equivocadamente que un mecanismo de "refuerzos externos", basado en teorías conductistas, producirá el aprendizaje buscado.

Los científicos cognitivos actuales y muchos educadores reconocen que las personas aprenden algunas actividades porque éstas les causan placer o porque su dominio o conocimiento les proporciona un sentido de control sobre su entorno, y no porque reciban alguna recompensa externa. Este concepto de "motivación intrínseca" difiere del refuerzo externo que, frecuentemente, destruye la motivación de muchos estudiantes. Las condiciones más favorables aparecen si es el educando el que organiza sus propios materiales de aprendizaje y pasa a ser el factor esencial del proceso.

La forma de pensar esquematizada en mis palabras anteriores nos impulsa a la adopción en las aulas —y también paulatinamente en otros campos— de la modalidad Logo de computación y de sus ideas implícitas.

Mucha gente alaba tres cualidades positivas de Logo. Dicen que es un lenguaje muy bueno para chicos, que es genial para hacer gráficos y que es muy fácil de aprender.

Estas consideraciones son correctas pero enmascaran las cualidades esenciales de Logo. Quizás comprenderemos mejor Logo al examinar las paradojas aparentes que encierran las afirmaciones anteriores, siguiendo reflexiones y palabras de Seymour Papert.

Sin lugar a dudas, Logo es un lenguaje muy bueno para chicos, pero ello es posible porque además es un buen lenguaje para todos. La paradoja reside en el hecho de que un lenguaje bueno sólo para chicos no sería un lenguaje muy bueno para chicos. Lo verdaderamente importante es que con Logo, los chicos pueden emplear, de manera real y efectiva, un objeto de la era espacial, como es la computadora. No precisan una versión infantil, sino que deben tener y tienen la posibilidad de interactuar con las mismas computadoras que utilizan los adultos. Las versiones venideras de Logo nos permitirán su empleo en múltiples actividades ya que incorporarán procesamiento de la palabra, facilidades para las telecomunicaciones y manejo de bases de datos.

¿Diríamos que el castellano es un lenguaje para niños? Lo es en un sentido. Los niños lo aprenden, lo hablan, lo disfrutan, crecen con él; pero también es un lenguaje para poetas, filósofos y científicos. No es simplemente un "buen lenguaje para chicos"; es un buen lenguaje para cualquiera, accesible para el que recién se inicia y rico a su vez para estimular y satisfacer a la mente más brillante.

Con respecto a la segunda cualidad expresada, es importante señalar que la realización de gráficos es una de las puertas más convenientes para penetrar en el mundo de la programación. Los programas de graficación proporcionan resultados concretos y visibles. Es posible ver lo que el programa está haciendo. Si no hace lo que uno quiere, se puede apreciar de inmediato qué es lo que anda mal, de una forma más rápida y clara que con programas que no hacen gráficos.

Logo ha sido diseñado para aprovechar la ventaja de los gráficos a fin de aprender a programar. Muchas técnicas de programación se adquieren a través de

la experiencia de crear efectos visuales en la pantalla. Por esa razón, al introducir Logo, se acostumbra a poner énfasis en la ejecución de gráficos, pero esto no significa que Logo sea solamente un "lenguaje para hacer gráficos o dibujos". Aquí vuelve a aparecer la paradoja, puesto que un lenguaje que sólo fuera un lenguaje para gráficos no sería un buen lenguaje para gráficos. Para crear gráficos o dibujos complejos, es necesario dominar las técnicas más avanzadas de programación. Logo es bueno para chicos porque es bueno para todos. De la misma manera, Logo es genial para gráficos porque es genial para todo otro tipo de programación. Logo es un lenguaje de propósito general.

La tercera afirmación de la gente se refiere a que Logo es "fácil de aprender". ¿Es el castellano fácil de aprender? En algunos aspectos ¡sí!, y los niños pequeños de hecho lo emplean. Pero también los grandes maestros de la lengua continúan encontrando en él nuevas sutilezas y bellas expresiones. De manera similar, es fácil comenzar con Logo: un principiante puede hacer rápidamente algo significativo. Pero también el programador avanzado puede encontrar material rico para desafiar sus proyectos más difíciles y desarrollar así sus habilidades. Y es así como Logo salva la tercera paradoja: un lenguaje que sólo fuera fácil no sería un buen lenguaje fácil. Logo ha sido creado "sin umbral y sin techo". Todos pueden incursionar en él y, de pequeños pasos, progresar hacia las ideas más poderosas de la ciencia de la computación.

No voy a continuar haciendo un detalle de las cualidades de Logo, simplemente señalaré algunas de las causas que han contribuido a su presencia en las aulas y a su trascendencia como fenómeno social:

- Su adaptabilidad, que le permite adecuarse a las formas propias de cada región, y la posibilidad de trabajar con el idioma nacional y contribuir a su realce, por lo que Logo no se ve como algo importado desde afuera sino comprometido con el medio social en el que se desarrolla.
- El hecho de no enfatizar lo estrictamente racional, sino, por el contrario, dar cabida a otras aptitudes humanas tendientes al desarrollo integral de la persona, lo que presupone una visión integradora y humanista de las computadoras.
- Su facilidad de hacer simple lo difícil, que permite que las ideas de los centros de investigación científicos y técnicos se transmitan a una gran cantidad de gente.
- La posibilidad del aprendizaje cooperativo y horizontal, en donde los maestros se transforman en alumnos y los alumnos en maestros.
- Su trascendencia más allá de los límites de la escuela y su difusión en el plano familiar y en los distintos estratos de la sociedad.

Todos sostenemos que la utilización de Logo implica cambios en la educación actual. Sin embargo, debemos ser conscientes de que estamos enfrentados a la frescura y delicadeza de algo que recién nace, y tener en cuenta que no sólo hay que generar ideas nuevas, sino también proteger las ideas nuevas sobre las cuales siempre se ciernen amenazas. Por cada idea nueva emitida se formulan de inmediato muchas críticas y se invierte mucho más tiempo en discutir acerca de la oportunidad de su propuesta, que en imaginar soluciones y en su introducción correcta. Como las ideas nuevas tienen al comienzo una forma débil, vacilante, simple, desaliñada o insólita, los detractores pueden anotarse triunfos fáciles.

Quienes aportan las primeras sugerencias pueden quedar, frecuentemente, desplazados o desanimados.

Es por eso que, si queremos que Logo crezca y se haga grande, debemos lograr que desarrolle sus raíces fuertes y sanas, y no esperar frutos espectaculares inmediatos. Es necesario comenzar en pequeña escala y que crezca en forma natural y paulatina, a fin de que pueda ser asimilado por el cuerpo social y la cultura.

Resumo aquí el núcleo de algunas conferencias: "Towards an artisanal use of computers: their application to the design and study of three-dimensional forms", en Logo-86, The Third International Logo Conference, M.I.T., Cambridge, Mass., el 11 de julio de 1986; "Hacia un uso artesanal de las computadoras", 12ª Exposición Feria Internacional del Libro de Buenos Aires, el 20 de abril de 1986, y "Construcción de formas espaciales con computadoras", en el Centro Argentino de Ingenieros, Buenos Aires, el 9 de diciembre de 1986. Parcialmente publicada en la revista La Ingeniería/CAI Informa, Nº 370, diciembre 1986. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 23.

Hacia un uso artesanal de las computadoras

Horacio C. Reggini

El Renacimiento estrechó los vínculos entre las artes y las ciencias, y produjo magníficas obras que aún admiramos. Hoy, en cierta forma, tenemos mayores posibilidades de unir felizmente lo antiguo con lo nuevo, la tradición con la tecnología, la sensibilidad estética con la habilidad técnica, y así seguir iluminando el complejo proceso de la originalidad.

A muchos de ustedes les parecerá extraño el título de esta conferencia, ya que en la creencia común existen pocas cosas tan distantes como la lógica y la precisión de las computadoras y el trabajo de un artesano. ¿Qué relación puede existir entre ambas cosas? Para poder responder a esta pregunta —que nos llevará a comprender las posibilidades que ofrecen las computadoras en cuanto a la realización de un trabajo artesanal— veamos en primer lugar qué significa el término artesano. El Diccionario de la Real Academia Española dice lo siguiente: "artesano (del latín *artesanus*). Modernamente se distingue con este nombre al que hace por su cuenta objetos de uso doméstico imprimiéndoles un sello personal, a diferencia del obrero fabril." A esta escueta definición podríamos agregar que la artesanía expresa también todo un entorno cultural en el cual caben manifestaciones míticas y del alma humana.

De la definición del diccionario me gustaría rescatar dos términos: por un lado, el uso doméstico o cotidiano característico de algunas realizaciones artesanales y, por otro, el sello personal impreso en cada uno de los objetos realizados. Habría que considerar, además, otros dos aspectos: el proceso o modo de trabajo del artesano y los instrumentos que utiliza. Aunque el trabajo del artesano casi siempre responde a un plan, éste va modificándose en la interacción con su obra. Al igual que el artista, el artesano realiza frecuentes pausas durante su realización y, de acuerdo con lo obtenido, a veces corrige la obra o replantea el plan inicial. Se podría decir que el material o la obra en elaboración guían y orientan su mano. Los instrumentos utilizados por el artesano no son complejos

ni requieren conocimientos sofisticados para poder ser manejados. Necesitan sí de la habilidad y de la calidad estética del artesano.

Nos toca el turno ahora de considerar el segundo objeto de esta relación: las computadoras y, en este caso particular, las computadoras provistas de un lenguaje particular, Logo, utilizadas para la construcción de formas. Estoy convencido de que es posible y conveniente utilizar un enfoque artesanal usando un instrumento moderno como la computadora bajo el control de un lenguaje simple y poderoso como Logo. El proceso que sigue una persona para definir una forma con Logo se parece al trabajo de un artesano. La integración con la máquina es intensa y directa; el usuario avanza en su trabajo por ensayo y error y continuamente modifica su obra. El procedimiento que define una forma revela idiosincrasias y habilidades personales, ya que ella puede ser descripta por distintas personas de diversas maneras. La computadora se convierte así en un medio versátil que adquiere eficiencia únicamente en manos de personas con imaginación y aptitudes para un trabajo creativo.

Hasta ahora, había sido usual la realización de figuras planas. La implementación de órdenes que permiten a la tortuga escapar del plano y moverse en el espacio, por medio de 3D-Logo, abre nuevas y ricas posibilidades. Por medio de estas órdenes, es posible describir objetos tridimensionales de una manera simple. Las imágenes, generadas por la estela que deja la tortuga al moverse, se forman y se ensamblan en un espacio de tres dimensiones y se proyectan en la superficie plana de la pantalla de modo similar a como los objetos espaciales aparecen en las pinturas o en las fotografías usuales. Las ilustraciones incluidas a continuación intentan ser fuente de inspiración para proyectos similares y ejemplifican específicamente la aplicación de 3D-Logo al estudio de temas o diseños arquitectónicos: un bosquejo esquemático de bloques edilicios, los edificios de Catalinas Norte, en Buenos Aires, y dos hitos clásicos del diseño urbano italiano: el Campidoglio de Miguel Angel, en Roma y la famosa Plaza de San Marcos, en Venecia. *

Un diseño urbano (grupos de bloques edilicios al azar)

Las figuras 3D-Logo siguientes muestran un ensayo de una alternativa de código urbano.

El conjunto analizado está compuesto por cuatro manzanas que determinan una esquina: cada manzana está dividida en doce lotes, en donde se construyen esquemas representativos de edificios. Los edificios están realizados con tres bloques superpuestos, siendo los superiores más pequeños que los inferiores. Los edificios se diferencian entre sí por su distinto color y por el tamaño de los bloques, cuyas dimensiones varían al azar dentro de márgenes prefijados. Hay una excepción: en uno de los lotes se ha mantenido constante el tamaño de los bloques superpuestos, resultando un prisma uniforme semejante a una torre. El conjunto se ha completado con el dibujo de las aceras y las torres de alumbrado, cuyas líneas contrastan con los volúmenes de los edificios.

Conjunto edilicio Catalinas Norte de Buenos Aires

El conjunto urbano Catalinas Norte está ubicado en el Barrio Retiro de la ciudad de Buenos Aires. En virtud de un código urbanístico especial, se han elevado allí edificios de oficinas de importantes empresas y un hotel internacional. Los edificios que componen actualmente el conjunto son el Buenos Aires Sheraton Hotel y las torres de oficinas Catalinas Norte, Carlos Pellegrini, IBM, Conurban

y Madero. Las ilustraciones incluyen también una torre proyectada hace algunos años para Aerolíneas Argentinas, que no ha sido construida en la realidad hasta el momento.

Su perfil, caracterizado por los grandes volúmenes, es claramente visible en los dibujos 3D-Logo que se acompañan.

Cada edificio ha sido descripto en forma independiente por un procedimiento 3D-Logo. Luego, con un superprocedimiento, los edificios han sido colocados en la ubicación adecuada.

El Campidoglio de Roma

El Campidoglio de Roma, tal como puede ser contemplado hoy, fue diseñado como una unidad por Miguel Angel. Es reconocido como uno de los lugares más famosos del mundo por la integración de escultura con arquitectura y urbanismo. No es tanto una plaza, en el sentido de foro público, sino más bien un gran escenario compuesto por tres edificios que se realzan mutuamente y que forman además una gran cámara para una estatua central de Marco Aurelio. Los tres edificios están ubicados de manera de dar a la plaza una forma trapezoidal. La unidad central del grupo de edificios es el Senado. Se ubica sobre el eje del conjunto, el que se proyecta más allá de la plaza en la gran escalera rampa que nos aproxima y visualmente integra los edificios y la plaza con los alrededores. El Museo Capitolino, a la izquierda, y el Palacio Conservatorio, a la derecha, son los dos edificios adyacentes que completan el conjunto; inclinándolos, Miguel Angel obtuvo una unidad mayor que la que se alcanzaría si fueran paralelos entre sí. Los tres edificios rodean una estatua de Marco Aurelio del siglo II, que por decisión de Miguel Angel se trajo a este lugar y para la cual diseñó el pedestal. Esta estatua, ubicada en el centro del diseño del pavimento, no aparece en los siguientes dibujos en 3D-Logo. De hecho, la estatua está actualmente en reparación y sólo el pedestal permanece en su sitio.

Entre las experiencias más interesantes del Campidoglio se encuentran las variadas vistas desde la escalera rampa de aproximación. Subiendo y bajando por ella se obtienen sorprendentes perspectivas de la pequeña plaza.

La Plaza de San Marcos de Venecia

La Plaza de San Marcos de Venecia es uno de los ejemplos más hermosos de urbanismo y arquitectura del mundo.

E. Saarinen escribió sobre ella: "Fusión de construcciones individuales en un magnífico conjunto arquitectónico —en una atmósfera arquitectónica— es quizás imposible hallar un mejor exponente que... San Marcos... una perenne sinfonía de formas arquitectónicas" (The City).

Le Corbusier escribió: "Aún hoy Venecia es nuestra maestra: circulación clasificada, supremacía del peatón, escala humana" (Concerning Town Planning).

Los siguientes dibujos en 3D-Logo muestran algunas vistas de la Plaza de San Marcos. El campanario ha sido descripto con cierto detalle del mismo modo que la iglesia de estilo bizantino.

Los bordes de la Piazza (la plaza), delimitados por la Procuraduría Vieja y la Procuraduría Nueva, se han indicado con planos simples. Lo mismo se ha hecho para la Piazzeta (la plazoleta), flanqueada por el Palacio Ducal y la Librería Vieja.

El contraste entre la horizontalidad de los edificios que rodean la plaza y la aguda verticalidad del campanario es claramente visible. El confortable recinto

de la Piazza y el emocionante "escape" de la Piazzeta hacia el mar, también pueden ser experimentados en los dibujos.

* Muchos de los ejemplos reproducidos son fruto de un curso que, sobre aplicación de las computadoras al diseño y la arquitectura, dicté en octubre de 1985. Participaron en él, entre otros, Eduardo Ellis, Trinidad Llambí Campbell, Manuel Net, Alcides Solari, Susana White, María Inés Aguilar, Ricardo Izquierdo y Osvaldo Gandini, quien, en particular, "construyó" en 3D-Logo obras notables. En las páginas en color se incluyen otras perspectivas.

Texto parcial de la conferencia "La construcción de formas tridimensionales con Logo", pronunciada en el III Congreso Internacional Logo, I Congresso Brasileiro Logo, Novo Hamburgo, Porto Alegre, el 8 de noviembre de 1986. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 24.

Jugando con formas espaciales

Horacio C. Reggini

La creación de formas espaciales mediante Logo tridimensional tiene muchos puntos de contacto con la creación artística. En ambos casos, se inicia el trabajo con una idea, a menudo vaga, de lo que se desea realizar y luego se la va refinando a través de sucesivos ajustes hasta llegar a un resultado satisfactorio. Del mismo modo, al generar formas tridimensionales en el espacio abierto y cambiante que brinda una computadora, se puede experimentar la emoción del descubrimiento, comprender también nociones o circunstancias desconocidas y, a veces, sorprendentes.

Probablemente la instrucción que más a menudo se repite en tenis es 'mirar la pelota', y sin embargo son pocos los jugadores que la cumplen. Esta orden es un llamado a la concentración por parte del jugador. La concentración es el acto de enfocar nuestra atención. A medida que la mente se concentra en un objeto se calma. Cuando mantenemos la mente en el presente, permanece calma. Concentración significa mantener la mente aquí y ahora. Mirar la pelota es sinónimo de concentrar la atención en el acto de mirarla. La manera más efectiva de profundizar la concentración por medio de la vista es enfocarla sobre algo sutil, de difícil percepción. Es quizás fácil ver la pelota, pero no es tan fácil notar el trazado exacto que forman sus costuras al girar. ¡Mirar las costuras! Lo ayudará." 1

Pero enfrentemos los hechos. ¿Sabemos realmente cómo son las costuras de una pelota de tenis? ¿Podría usted describirlas ahora? Hagámoslo con 3D-Logo.

La pelota de tenis

La pelota de tenis común es conocida por su cubierta de paño. Esta rodea a una pelota de goma y consta de dos partes. Los trozos de tela están cosidos entre sí o adheridos a la superficie de la pelota, determinando las costuras o uniones que todos conocemos y que le dan su aspecto característico.

La forma de los trozos de tela sigue un diseño especial, parecido a un 8. Esta forma no es arbitraria; tiene la propiedad de que, al ser colocada sobre la superficie de una esfera, se adapta casi perfectamente a ella sin arrugas.

Comencemos uniendo cuatro semicírculos convenientemente ubicados en diferentes planos en el espacio. En los siguientes procedimientos cada semicírculo recibe el nombre de costura.

```
para costura
virar 2
repetir 45 [andar 4 virar 4]
virar -2
fin
para costuras
repetir 2 [costura rolar -90 costura rolar 90]
fin
```

Los cuatro procedimientos costura están unidos por el procedimiento costuras y forman una figura cerrada en el espacio.

```
rolar -15
costuras
```

□

En los pasos siguientes, intentaremos encontrar una mejor aproximación a la forma de las costuras por medio de cuatro arcos de círculo. Las curvas reales de la pelota de tenis no son exactamente simples arcos planos de círculos, pero probemos con una versión sencilla y veamos cómo funciona.

```
para costura
virar 2
repetir veces [ andar 4 virar 4]
virar -2
fin
para costuras
repetir 2 [ costura rolar -ángulo costura rolar ángulo]
fin
```

Al mirar una pelota de tenis real podemos concluir que veces es mayor que 45 (costura es mayor que un semicírculo). En tal caso, ángulo debe ser menor que 90. Además, veces y ángulo deben escogerse de forma tal de obtener una figura cerrada. La tortuga, después de viajar en el espacio obedeciendo al procedimiento costuras, debe regresar al mismo punto del cual partió. No es difícil solucionar este problema por ensayo y error mirando el dibujo resultante sobre la pantalla o leyendo la posición de la tortuga. Escojamos 54 como valor de veces. Para ángulo = 80 la tortuga termina su viaje a la izquierda del punto de partida; para ángulo = 88, a la derecha.

□

□

```
costuras (80)
costuras (88)
```

Después de un par de intentos es fácil deducir que el valor de ángulo es 84. La siguiente tabla muestra la posición de la tortuga después de la ejecución de costuras, habiendo partido de la posición [0 0 0], para ángulo 83, 84 y 85.

ángulo	posicion		
83	[-2.782	-1.985	+2.944]
84	[+0.175	+0.127	-0.195]

85 [+3.024 +2.243 -3.555]

Se deduce de la tabla anterior que 84 es casi la solución. El valor 83.9 es un valor más preciso, y se deduce sencillamente por interpolación. Para veces = 55, el valor correspondiente de ángulo es 82.4.

□

costuras (84)

Los procedimientos costura y costuras definen de una manera elegante y concisa una doble curva espacial en forma de 8 ubicada sobre una esfera. El radio de los arcos de círculo que dan forma a las costuras vale $r=2/\text{sen } 2=57.3$.

Es inmediato deducir el diámetro* de la esfera que contiene las costuras generadas, ejecutando la mitad del procedimiento costuras, o sea: costura rolar -84 costura rolar 84. Calculando a continuación la distancia al origen de la posición resultante de la tortuga, obtenemos $D=2*R=154.2$.

A fin de colocar el centro de la pelota en el centro de la pantalla definimos el procedimiento ubicar. Mueve la tortuga desde el centro hasta la superficie de la pelota y la gira de forma tal que cuando ordenemos costuras, su itinerario estará sobre una esfera centrada en el origen.

para ubicar

sp

andar 77.1

cabecear 42

virar 90

cp

fin

Ahora al ordenar ubicar y luego costuras obtenemos la siguiente figura:

ubicar

costuras

□

Si queremos rotar la pelota, siempre manteniendo su centro en el de la pantalla, basta con dar a la tortuga las órdenes adecuadas. Después de eso, ordenamos ubicar y luego costuras y así las costuras son creadas en otra posición (siempre con el centro de las costuras en el medio de la pantalla).

cabecear 67 virar 34

ubicar

costuras

□

Dibujemos el contorno del círculo que forme la silueta de la pelota sobre la pantalla. Para eso es necesario averiguar primero la magnitud de la proyección de la pelota sobre la pantalla. Es simple deducir a partir de consideraciones geométricas que el diámetro de contorno es 157.8, suponiendo una distancia focal de 360. Los rayos visuales de mayor inclinación son tangentes a la esfera a lo largo de un plano ubicado a una distancia de 16.5 del origen. Todo lo que está delante de dicho plano es visible desde el punto de vista. Todo lo que está detrás es invisible. La magnitud del argumento para generar el contorno del círculo, resulta $157.8*\text{sen } 2=5.51$.

para contorno

```
sp virar -90 andar 78.9 virar 90 cp
virar 2
repetir 90 [andar 5.51 virar 4]
virar -2
sp virar 90 andar 78.9 virar -90 cp
fin
```

Ordenemos en primer lugar contorno, y luego ubicar y costuras:

```
contorno
ubicar
costuras
```

□

En la imagen resultante pueden verse todas las líneas de las costuras; todo sucede como si estuviéramos trabajando con una pelota transparente. Rotemos la pelota antes de ordenar ubicar y costuras:

```
contorno
rolar -75 cabecear 48
ubicar
costuras
```

□

Si queremos esconder las partes de las costuras que son invisibles a nuestros ojos, alteramos el sistema 3D-Logo 2 evitando dibujar cualquier punto cuya coordenada z sea menor que 16.5. En este caso es suficiente alterar solamente el procedimiento andar:

```
para andar :d
hacer "x (:x + :d * :C11)
hacer "y (:y + :d * :C12)
hacer "z (:z + :d * :C13)
SI :z < 16.5 [sp] [cp]
graficar :x :y :z
fin
```

Ahora, obtenemos:

```
contorno
ubicar
costuras
```

□

Finalmente, y en forma manual, con la orden pintar, podemos sombrear las dos partes de la pelota con distintos matices.

```
costuras
```

□

Ahora, juguemos. iiiMirar la pelota!!!

□

□

```
cabecear 90
rolar 60
```

□
□

cabecear 48
rolar -30

Nota

Hace cien años, P. L. Tchebychef estudió cómo cubrir una pelota con dos trozos de tela. En la sesión de la Asociación Francesa para el Avance de las Ciencias que tuvo lugar en París el 28 de agosto de 1870, explicó los principios generales para determinar cómo debe cortarse un trozo de tela para cubrir un cuerpo de cualquier forma. En un principio, supuso que en la deformación de la tela sólo debía tomarse en cuenta la alteración de los ángulos entre los hilos de cadena y los hilos de trama, sin considerar el estiramiento de los hilos. Basándose en esta suposición, llegó a fórmulas para averiguar los contornos que deben tener 2, 3 ó 4 cortes de tela para envolver, con la mayor aproximación posible, la superficie de una esfera. En la misma sesión, mostró una pelota de goma cubierta por dos cortes de tela cortados de acuerdo con sus ideas. Esta historia ha sido tomada del libro en francés, Oeuvres de P. L. Tchebychef 3, el cual no proporciona mayores detalles. Desafortunadamente los editores del libro también dicen que, siguiendo los deseos de Tchebychef, su manuscrito "Sobre el corte de prendas" hallado entre sus papeles no fue impreso porque no tenía la indicación "imprimer" —imprimir— como tenían los demás. Por consiguiente, desconozco si la apariencia de la pelota envuelta con dos cortes de tela, según las indicaciones de Tchebychef, tiene alguna relación, o coincide con lo que hoy en día se hace con la pelota de tenis. Sería interesante saberlo.

El juego de tenis —tal como se lo conoce hoy— comenzó alrededor de 1870 y se extendió rápidamente en los años siguientes. En 1900 comenzó a jugarse el famoso Torneo de la Copa Davis. Tchebychef vivió entre los años 1821 y 1894 y realizó numerosas e importantes contribuciones en el campo de las matemáticas.

Referencias

- 1 Gallwey, Timothy, The Inner Game of Tennis, Random House, Ediciones Bantam, 1979.
- 2 Reggini, Horacio C., Ideas y formas: explorando el espacio con Logo, Ediciones Galápagó, Buenos Aires, Argentina, 1985, pág. 166.
- 3 Publicado al cuidado de M. M. A. Markoff y N. Sonin, Chelsea Pub. Co., New York, N. Y., Tomo II, pág. 708, "Sur la coupe des vêtements".

* De acuerdo con la regla 3 de la Federación Internacional de Tenis el diámetro de las pelotas debe estar dentro del rango de 2 1/2 pulgadas (63.5 mm) y 2 5/8 pulgadas (66.7 mm); digamos unos 65 mm. Si quisiéramos diseñar una pelota de tenis con su tamaño original en 3D-Logo, deberíamos cambiar el valor 4 del procedimiento costura en la proporción 65/154.2, dividido por la medida real en mm de un paso de tortuga en el sistema de la computadora que estemos usando.

Conferencia pronunciada en ocasión de la incorporación a la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Buenos Aires, el 27 de noviembre de 1987 y publicada en los Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Buenos Aires, Tomo 40, 1988. Texto reproducido en *Computadoras: ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap 25.

Creación y representación de formas tridimensionales

Horacio C. Reggini

Para quien soñó desde la infancia con la ciencia y las aventuras del saber, constituyó un acontecimiento singular el ser recibido en el seno de una institución que reúne a prestigiosos investigadores y estudiosos de su especialidad. En esa oportunidad, recordé y agradecí a todos aquellos que, a lo largo de muchos años, me brindaron su conocimiento y amistad, y me referí a algunos de los estudios que durante años realicé en un campo en donde confluyen las computadoras, la percepción visual, la construcción de formas espaciales y la representación artística.

Me referiré seguidamente a dos temas sobre los cuales he realizado diversas investigaciones y desarrollos durante algunos años. El primero se refiere a la manera de describir y generar formas y objetos tridimensionales. Todos sabemos que los objetos que nos rodean cumplen una función determinada, y para ello deben mantener sus formas a lo largo del tiempo resistiendo todas las acciones que sobre ellos se ejercen. Pero hoy mi disertación se va a concentrar no en los aspectos estructurales o resistentes de las formas, sino sólo en sus aspectos geométricos.

El segundo tema tiene que ver con la manera de representar los objetos tridimensionales en el plano, es decir, la antigua necesidad elemental de dibujar la forma de un objeto espacial sobre una superficie, problema relacionado instrumentalmente con el anterior y también ligado a la percepción visual.

Para ambos temas he volcado mis ideas en respectivos programas de computación. Mi relación con las computadoras se remonta a 1960, cuando realicé mis primeros programas en el Watson Scientific Computing Laboratory de la Universidad de Columbia en Nueva York. Comprendí en esos momentos que las computadoras poseían la potencialidad de ser medios notables con los cuales todas las personas, alguna vez, podrían comunicarse de manera creativa y personal. Aquellos equipos gigantescos han dado lugar con el correr del tiempo a otros muchísimo más pequeños, más simples y económicos, y cada vez es mayor el número de personas que acceden a ellos. Siempre estuve convencido de que más importante que la multiplicación y la espectacularidad de las aplicaciones de las computadoras, son las nuevas ideas que yacen en su esencia y la adecuada elección de las modalidades de su uso.

La creación de formas tridimensionales

La percepción del espacio que nos rodea es una noción difícil de incorporar. Aprender a conocer el mundo espacial que se extiende más allá de su piel es, para un niño, una experiencia que se prolonga durante muchos años. Existen muchos modos de descripción de un objeto de tres dimensiones. Se sabe que es posible deducir la geografía global de un espacio sólo a partir de indicios acerca de qué pares de puntos se hallan próximos entre sí. Cercano a ese concepto es el modo muy simple que explico a continuación: un objeto puede ser descrito y generado indicando, a partir de un punto cualquiera, la sucesión de movimientos necesarios para recorrer sus contornos. Esta descripción geométrica no hace referencia a ningún elemento externo a él: es intrínseca al objeto mismo.

Imaginemos nuestra mano abierta y extendida recorriendo el contorno de un objeto tridimensional. Con la orden andar designamos al único movimiento de traslación de la mano supuesto según la dirección de los dedos. Denominamos virar, cabecear y rolar a las siguientes rotaciones de la mano. virar es el giro en el plano de la palma de la mano; cualquier figura plana podrá definirse entonces exclusivamente con órdenes sucesivas andar y virar.

cabecear es la rotación similar a la que se produce al girar la mano hacia arriba o hacia abajo flexionando la muñeca. rolar es en cambio el giro correspondiente a la acción de un tirabuzón. Asimilando nuestra mano, colocada en posición horizontal, a un barco, virar equivale a un cambio de rumbo, cabecear a la oscilación proa-popa, y rolar al vaivén babor-estribor. En el lenguaje aeronáutico internacional, esos movimientos se llaman yaw, pitch y roll, respectivamente.

fig. mano

De este modo, las órdenes citadas permiten describir cualquier objeto espacial a través de los movimientos necesarios para recorrerlo. Esta descripción se almacena en la computadora como un programa o procedimiento al que se le asocia un nombre; la escritura de ese nombre hace que se ejecute el mismo procedimiento y que aparezca en la pantalla de la computadora un dibujo del objeto descrito. Deseo señalar que las órdenes andar y virar son equivalentes a las conocidas órdenes bidimensionales adelante e izquierda del lenguaje de computación Logo. Mi contribución al desarrollo de un sistema Logo tridimensional consiste precisamente en la implementación de esas órdenes en el espacio con el agregado de las nuevas órdenes cabecear y rolar.

El tratamiento en Logo de problemas geométricos de manera natural o intrínseca ha sido denominado por su iniciador, Seymour Papert, "idioma o geometría de la tortuga", ya que en sus explicaciones para Logo bidimensional, los dibujos se llevan a cabo como si fuesen efectuados por una "tortuga". Esta, al moverse, exterioriza nuestra idea acerca de cómo plasmar una forma. Al recorrer el itinerario impuesto por un procedimiento, la tortuga deja un rastro o huella, realizando así la figura deseada.

En Logo tridimensional sigue valiendo la idea de sintonicidad corporal elaborada por Papert para el Logo plano. Hablé ya de los movimientos de la mano en lugar de referirme a una tortuga que en el espacio debería imaginarse de tipo aéreo o acuático, pero siempre, en la esencia del trabajo sobre la geometría intrínseca, subyace la idea de manipular un "objeto-con-el-cual-pensar". Aprendemos a pensar en una matemática rigurosa pero al mismo tiempo corporal, intuitiva y estamos utilizando la matemática como un lenguaje natural. En este caso, la computadora se utiliza como vehículo para la expresión humana y brinda la oportunidad al que la usa de experimentar la emoción y la alegría del acto creativo. Pero adquiere utilidad y eficacia sólo en manos de personas con la imaginación, la habilidad y la sensibilidad estética necesarias para la concreción de cualquier obra.

Quisiera agregar aquí, de paso, mi convencimiento de que el uso de las computadoras como medios de expresión, es decir medios para explorar, probar, crear, darse cuenta, comprender..., es la razón principal que debe alentar su introducción en la educación. Los ámbitos de aprendizaje con computadoras deben basarse fundamentalmente en "las computadoras como medios de expresión", donde se conjuguen experiencias personales, relevantes y arraigadas con la realidad, bajo el control y con el esfuerzo constructivo y autónomo del propio alumno. Esa modalidad contrasta con otras de escaso valor educativo.

Paso a continuación a mostrar algunos ejemplos simples de definición de objetos con Logo tridimensional.

En Logo, la definición de una palabra –sinónimo de procedimiento y, en nuestro caso, de creación de una forma– se realiza anteponiendo al nombre el prefijo para y añadiendo la palabra fin al término de la definición. Veamos primero cómo podemos definir una pequeña pieza rectangular denominada franja de dimensiones 16 x 128 que utilizaremos luego como "bloque de construcción" básico para crear otras piezas más complejas:

```
para franja
sp andar -64 cp
repetir 2 [andar 128 virar 90 andar 16 virar 90]
sp andar 64 cp
fin
```

franja

□

Juntemos ahora algunas franjas formando una cinta plana:

cinta

□

```
para cinta
repetir 30 [franja mover.1]
fin
para mover.1
sp virar 90
andar 16
virar -90 cp
fin
```

Obsérvese que el procedimiento mover.1 equivale a mover la mano 16 unidades hacia la izquierda sin dejar rastro alguno, pues nos hemos movido sin pluma (abreviatura sp). La orden con pluma (abreviatura cp) restituye la producción del rastro durante el movimiento. mover.1 es el procedimiento que indica al procedimiento cinta cómo unir distintas franjas entre sí.

Supongamos ahora que agregamos un movimiento rolar a mover.1 definiendo así un nuevo procedimiento para unir franjas al que llamaremos mover.2. De esta manera formamos una especie de anillo, ya no en el plano sino en el espacio:

```
anillo
□
para anillo
repetir 90 [franja mover.2]
fin
para mover.2
mover.1
rolar -4
fin
```

Si ordenamos cabecear antes de la orden anillo, obtenemos esta imagen:

```
cabecear -30
anillo
```

```
□
```

Obsérvese cómo la orden cabecear -30, impuesta antes de anillo, produce una imagen como la que se obtendría mirando al objeto desde arriba con una inclinación de 30 grados. Esto es así porque la posición y la orientación iniciales de la mano definen, en relación con el punto de vista situado frente al centro de la pantalla, la imagen del objeto tridimensional que la orden crea. Al comenzar el sistema tridimensional partimos del supuesto de que la mano está apoyada contra el centro de la pantalla, con los dedos hacia arriba. Ahora definamos mover.3 que junta piezas contiguas mediante la suma del procedimiento mover.1 más una orden cabecear. La serie de franjas unidas con mover.3 crea una cinta de forma helicoidal que llamamos helice:

```
helice
□
para helice
repetir 30 [franja mover.3]
fin
para mover.3
mover.1
cabecear 12
fin
```

Resulta interesante notar cómo pequeñas variaciones en los procedimientos mover producen cambios mayores en los resultados, de manera similar a lo que ocurre con variaciones menores del código genético. Los programas de computadoras pueden concebirse como "sociedades de procedimientos" o "sociedades de agentes", siguiendo la terminología de Marvin Minsky. Realizar un programa mayor es reunir

una serie de pequeños programas, compuestos a su vez de instrucciones muy simples. Es notable cómo los entes grandes no dependen tanto de las pequeñas partes que los componen. Lo que importa es la composición del conjunto, cómo las partes se afectan entre sí, y no sólo lo que son estrictamente.

Volvamos a unir franjas intercalando ahora órdenes rolar y cabecear. Si al encontrar la primera franja con la última, hemos cabeceado un total de 180 grados, obtenemos la denominada cinta de moebius.

moebius 1

□

En la obtención de la forma anterior, hemos girado "media-vuelta" un extremo de la banda antes de unirlo con el otro. Podríamos fácilmente introducir una variación en el procedimiento moebius y dar dos medias vueltas, es decir, una vuelta completa:

moebius 2

□

O imponer tres medias vueltas:

moebius 3

□

Para valores impares de medias vueltas logramos "verdaderas" cintas de moebius de "una sola cara"; con valores pares, obtenemos cintas "normales de dos caras":

moebius 4

□

Los ejemplos presentados muestran el enfoque modular de Logo en el espacio como así también la elegancia y la concisión de las descripciones obtenidas con procedimientos Logo.

Veamos otros tres procedimientos. Construyamos una simple espiral:

rolar 45

espiral

□

para espiral

repetir 20 [cabecear -5 andar 16 cabecear 5 virar 18]

fin

Con sucesión de espirales logramos un resorte.recto:

rolar 120

resorte.recto

□

para resorte.recto

repetir 20 [espiral]

fin

Si agregamos una orden rolar entre las uniones de sucesivas espirales, generamos un resorte.circular:

cabecear -30

resorte.circular

□

para resorte.circular

repetir 20 [espiral rolar 18]

fin

La descripción de las formas utilizada con Logo tridimensional se diferencia de otros métodos de descripción basados, por ejemplo, en la individualización de las coordenadas de sus puntos principales, que responden a criterios de geometría extrínseca.

Téngase en cuenta que lo más importante en el proceso expuesto no es la representación del objeto en la pantalla, sino la descripción y creación virtual del objeto en el espacio. Esta descripción, formalizada por el procedimiento respectivo, se asemeja a una construcción artesanal modelada con las órdenes básicas explicadas. En ese sentido, podríamos también imaginarnos que estamos en posesión de una especie de cincel con el cual tallamos un objeto en el espacio. Las piezas del objeto se forman y ensamblan por la serie de movimientos sucesivos individualizados por las órdenes espaciales. El idioma utilizado se convierte así también en un "idioma de robots", ya que el mismo lenguaje nos permitiría dirigir y guiar elementos de robótica.

Para los sistemas de displays de información bidimensionales de las computadoras actuales, el sistema Logo tridimensional desarrollado genera automáticamente en la pantalla una perspectiva del objeto espacial descrito. En el futuro, existirán displays de información tridimensionales. Uno de ellos es operativo actualmente en el Laboratorio de Medios de Comunicación (Media Lab) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (M.I.T.). Este laboratorio de investigación ha desarrollado el primer holograma generado mediante computadora. Se trata de la imagen tridimensional de un automóvil de color verde suspendido en el aire. Este holograma fue diseñado gracias al apoyo económico de una empresa automotriz que hasta el momento ha venido construyendo en arcilla sus nuevos modelos de automóviles. Pronto, los fabricantes podrán utilizar hologramas para apreciar cómo se verá un auto antes que éste haya sido realmente fabricado. Podemos también imaginar displays gigantes tridimensionales similares a acuarios, alrededor de los cuales se podrá caminar y percibir así vistas distintas, e incluso ingresar en ellos.

La representación de formas tridimensionales

Hasta tanto no se disponga de esos sistemas avanzados hemos de contentarnos con algún tipo de representación plana, como fueron las perspectivas cónicas clásicas mostradas en las imágenes anteriores. Este problema de la representación es el segundo tema de mi conferencia. Antes de pasar a él, conviene que me detenga unos instantes en algunos fundamentos de la perspectiva. La tarea elemental de representar las principales propiedades de la forma de un objeto sobre una superficie plana no es del todo simple. Estrictamente, el concepto visual de cualquier objeto que posea volumen sólo puede representarse en un medio tridimensional. Si se desea realizar una figura sobre una superficie plana, lo más que se puede esperar es el logro de una traducción, es decir, la representación por medios bidimensionales de algunos factores estructurales

esenciales o particulares del concepto visual. Las figuras así logradas pueden parecer planas, como los dibujos de un niño, o tener aparente profundidad, como los cuadros con líneas de fuga. Pero en ambos casos la integridad del concepto visual no puede reproducirse completamente en el plano.

La representación de la profundidad —o tercera dimensión— sobre un plano ha planteado a los artistas y científicos de todos los tiempos un problema de sumo interés. Desde las pinturas rupestres antiguas hasta las imágenes televisadas de la actualidad, se han ensayado distintas modalidades de representación.

En los dibujos de los egipcios, las cabezas y los pies se representaban siempre de perfil. Se trataba de mostrar la esencia de los objetos, representando cada parte en una posición distinta para resaltar sus características más notables. En algunas representaciones chinas y japonesas antiguas, las rectas paralelas de la realidad se conservan paralelas en el dibujo, sin la presencia de un punto finito de fuga, siguiendo las leyes de la proyección axonométrica o paralela. En otras, se dibujan los elementos aislada y escalonadamente en planos diferentes, superpuestos y a distinta escala.

En el siglo xv se produce en Occidente un auge en el hábito de la perspectiva central basada en las reglas de las proyecciones cónicas. Si bien ya en la Grecia de Euclides se utilizaban representaciones con algunos esbozos de perspectiva, es a partir del Renacimiento cuando se definen científicamente sus fundamentos y se produce la generalización de su uso.

Fue Leonardo da Vinci quien explicó con claridad la representación de objetos en perspectiva. Lo hizo de la siguiente manera: imaginemos un observador que mira un objeto a través de una hoja de cristal y que pinta en ella los puntos de intersección de los rayos visuales a los distintos puntos del objeto, de tal forma que los sucesivos puntos opacos de color, pintados sobre el cristal, tapen la visión de los puntos correspondientes del objeto. La figura así obtenida en el cristal es la perspectiva del objeto. En el sistema Logo tridimensional, la hoja de cristal de Leonardo da Vinci coincide con la pantalla del monitor de la computadora y el ojo del observador, centro de la proyección, con un punto fijo situado delante del centro de la pantalla.

Alberto Durero, alrededor de 1523, representó en una serie de grabados algunos ingeniosos dispositivos óptico-mecánicos creados a fin de obtener figuras de objetos o escenas en perspectiva cónica. Es interesante destacar que los subprocedimientos que he preparado para el sistema Logo tridimensional rectilíneo reproducen exactamente en términos matemáticos, en la computadora, las máquinas de Durero. Las cámaras fotográficas inventadas por Niepce y Daguerre a fines del siglo pasado también reproducen las ideas de Durero mediante lentes y películas sensibles.

Cabe recordar que la representación en perspectiva de los objetos tridimensionales se da también en las imágenes que se generan en los ojos. La córnea en conjunción con el cristalino forma un sistema óptico que permite la formación de imágenes en la retina al detectar los rayos de luz provenientes del objeto. Esa circunstancia ha conducido, frecuentemente, a equiparar el intrincado proceso de la percepción visual con las leyes de la perspectiva. Debe entenderse, sin embargo, que las leyes de la perspectiva cónica no son las leyes de cómo "vemos", sino sencillamente un método útil de representación en el plano. La naturaleza de la percepción visual no reside exclusivamente en un

proceso de captación de información sensorial; se trata más bien de un proceso de exploración y búsqueda, en el cual la información sensorial interviene en la comparación, construcción y selección de diversas hipótesis perceptuales pasadas que se contrastan interactivamente con las presentes. El acto perceptual no es, pues, totalmente representable en el plano; las perspectivas cónicas —al igual que las paralelas o de otro tipo— deben entenderse como meros modelos parciales del espacio visual.

Desde que el método de la perspectiva clásica se hizo común en el mundo de la pintura, muchos artistas notaron que la aplicación precisa de sus reglas conducía a veces a exageradas e indeseables distorsiones en las formas y en los tamaños de las proyecciones resultantes. Tal es el caso, por ejemplo, de Rafael en la Escuela de Atenas, 1509, donde las figuras de Platón y Aristóteles aparecen más grandes de lo que deberían ser según la aplicación estricta de la perspectiva cónica deducida del análisis del dibujo arquitectónico. Lo mismo ocurre con la Cena en Casa de Leví, pintada por Pablo Veronés, 1573. La figura de Cristo es mayor que la que correspondería a la perspectiva cónica utilizada para trazar la arquitectura. Si Cristo se pusiese de pie, aun cuando está en el fondo, lo veríamos con una estatura similar a la de los personajes del primer plano. Es interesante citar también el comentario que transcribe Ambroise Vollard en su libro *La vie & l'oeuvre de Pierre-Auguste Renoir*, del mismo Renoir, con respecto a otro famoso cuadro del Veronés, Las Bodas de Caná: "Si ese cuadro estuviera en verdadera perspectiva quedaría vacío, porque los personajes del fondo, que son tan grandes como los del primer plano y que aparecen tan bien, se harían muy pequeños. Tampoco el piso sigue las líneas de fuga según las reglas. Tal vez sea por todo esto que el cuadro resulta tan bello."

Los pintores de todos los tiempos han corregido de una manera u otra los inconvenientes perceptuales de la perspectiva cónica rigurosa. Algo similar intenté hacer hace algunos años, en 1974, al desarrollar un método ligeramente distinto basado en la adopción de una familia de líneas de proyección curvas. Mi intención inicial era atenuar las distorsiones y lograr que las proyecciones, según gustos personales, parecieran más naturales y aceptables.

Es inmediato deducir que en la perspectiva cónica clásica los tamaños de las imágenes varían de manera inversamente proporcional a las distancias de los objetos al punto de vista. Ocurre lo mismo con las imágenes que se producen en la retina de los ojos o en las placas fotográficas. Sin embargo, nuestra estimación subjetiva habitual del tamaño de los objetos, no obedece exactamente a la mencionada ley. Lo anterior es simple de comprobar al observar una fotografía, obtenida de cerca, de un conjunto de personas: los rostros de las que se hallan en primer plano se nos muestran demasiado grandes en comparación con los de atrás; algo más de lo percibido en el momento de obtener esa fotografía. Las fotografías de montañas nos sorprenden frecuentemente, pues nos parecen más pequeñas en la fotografía que en la realidad. Nos llama la atención la aguda convergencia de los lados de un edificio alto cuando ha sido fotografiado con una cámara común apuntando hacia arriba: es cierto que al mirar desde abajo un objeto elevado vemos fugar hacia arriba las líneas verticales pero no tanto como observamos en las fotografías.

Otra observación pertinente es la presencia de curvas en algunos cuadros pictóricos, como así también en algunos templos griegos; pequeñas deformaciones de las líneas rectas realzaban la belleza de sus proporciones. Hace más de dos siglos Robert Smith (1738) expresó que los lados paralelos de una avenida ancha y marcada por elementos verticales no parecían converger visualmente como dos líneas rectas sino más bien como dos líneas curvas que asintóticamente se acercaban entre sí; exageradamente, de este modo:

fig. Smith

Otro experimento visual ilustrativo es el que surge cuando un sujeto, inmóvil, tiene la consigna de guiar la colocación de pares de estacas a distancia constante entre sí y cada vez más alejadas de él. Las estacas colocadas definen curvas denominadas "avenidas de Hillebrand" —de curvaturas opuestas a las de Smith— y han sido estudiadas entre nosotros por Antonio M. Battro en grandes espacios abiertos. Son de este tipo:

fig. Hillebrand

Todas las circunstancias anteriores encuentran en principio su explicación en el fenómeno psicológico de constancia del tamaño. Así se denominó a la presunta tendencia existente en la percepción visual a compensar las variaciones de tamaño en las imágenes retinales de los objetos correspondientes a distancias diferentes de observación. En esencia, y relativamente, los objetos distantes son aumentados; los próximos, disminuidos.

Los primeros experimentos significativos acerca de la importancia de la constancia del tamaño fueron realizados por el psicólogo inglés Robert Thouless de la Universidad de Cambridge. Thouless designó a la constancia del tamaño con la denominación "regresión fenomenológica hacia el objeto real" y creyó oportuno definir una medida del fenómeno a la que designó "índice de regresión", según la fórmula siguiente:

$$i = (\log p - \log s) / (\log r - \log s)$$

en la cual indica:

p: el valor percibido del tamaño del objeto (tamaño fenomenológico o subjetivo).

s: el valor teórico que correspondería a la distancia dada (tamaño estímulo).

r: el valor real del objeto.

Según la fórmula anterior, un índice de regresión cero indicaría la ausencia de regresión fenomenológica; es decir, que el tamaño fenomenológico coincidiría con el tamaño estímulo, mientras que un valor uno indicaría una regresión total, o sea la coincidencia con el tamaño real.

Thouless condujo una serie de experimentos y midió con la fórmula anterior el índice i de muchas personas obteniendo siempre valores intermedios entre 0 y 1.

Mi idea consistió en convertir la fórmula de medición de Thouless en una ecuación que relacionara entre sí a valores variables de p, s y r para un valor fijo del índice i:

$$p = r * (s / r)^{1-i}$$

Teniendo en cuenta que el tamaño estímulo s, a una distancia t, con respecto al tamaño real r, a una distancia d, vale $s = r * (t / d)$, resulta:

$$p = r * (t / d)^{1-i}$$

Esta última ecuación puede interpretarse como la relación entre un punto real del objeto de coordenadas (d,r) y su punto imagen correspondiente de coordenadas (t,p). Este razonamiento me condujo a aceptar el recorrido de un rayo de proyección curvo con una geometría definida por esa misma ecuación, dando origen consecuentemente a una nueva clase de perspectiva. Las figuras siguientes muestran familias de rayos de proyección curvos para diversos valores de i.

fig. familias

Las imágenes que se obtienen con la nueva perspectiva no clásica de rayos de proyección curvos resultan una especie de compromiso entre las perspectivas cónica y paralela clásicas. Con $i = 0$ se obtiene la perspectiva cónica clásica; con $i = 1$, la perspectiva paralela clásica. Para un objeto dado y con respecto a los rayos de proyección rectos de la perspectiva cónica clásica, en términos relativos, los rayos curvos empujeñen las dimensiones frontales de las partes cercanas al punto de vista y agrandan las correspondientes a partes lejanas. La convergencia o fuga de las líneas correspondientes a líneas rectas paralelas del objeto no resulta tan acentuada como en la perspectiva cónica clásica.

fig. cubo y mesa

$$i = 0 \quad i = 0.25$$

Es de señalar que, a diferencia de lo que ocurre con las perspectivas cónica y paralela clásicas, en la nueva perspectiva las líneas rectas del objeto se transforman en general en líneas curvas. Ese efecto no es perceptible en las perspectivas realizadas desde las distancias habituales, y sólo se nota apreciablemente en aquéllas realizadas desde puntos de vista muy próximos al objeto.

fig. ajedrez

$$i = 0 \quad i = 0.25$$

Ultimamente, he implementado las ideas expuestas en un nuevo sistema Logo tridimensional. En 1974 había escrito otros programas de generación de perspectivas utilizando el mismo tipo de rayos proyectantes curvos y había

producido con ellos series de imágenes de objetos de prueba para igual punto de vista y diferentes índices. Esas figuras fueron utilizadas en experimentos de percepción visual por Antonio M. Battro, en Brasil, y por Margaret A. Hagen, en Estados Unidos, para evaluar la preferencias de distintos grupos de personas con respecto al índice i .

Por último, deseo comentar que las perspectivas obtenidas con el procedimiento expuesto basado en rayos de proyección curvos configuran una nueva representación plana de objetos tridimensionales, sólo ligeramente distinta de la representación plana que se logra con las reglas de la perspectiva rectilínea para las distancias y los ángulos habituales de observación de los objetos. Se trata más bien de un refinamiento que da libertad al que lo utiliza para elegir la imagen que más le guste. Si bien la idea de su desarrollo provino de los estudios de Thouless acerca del fenómeno de la constancia del tamaño, no reivindicó para las imágenes resultantes complejas características de tipo psicológico. El concepto de la constancia del tamaño según el planteo de Thouless es puesto en duda por algunos estudiosos de la percepción visual (entre ellos, E. H. Gombrich, R. L. Gregory y J. J. Gibson en sus últimas publicaciones), por lo que estimo conveniente independizar la utilización de las perspectivas de rayos curvos explicadas de consideraciones de tipo psicológico. La percepción visual, estrictamente, no tiene significado para las personas a no ser que puedan relacionarla con cosas percibidas antes y que se hallen registradas en la memoria. Es por ello que insisto en que la alternativa explicada de selección de imágenes distintas, variando un índice, suma un recurso más a los ya utilizados y existentes en la actualidad para la representación en el plano.

La última figura, que corresponde a una descripción esquemática de la Plaza San Marcos de Venecia, ha sido realizada con el sistema Logo tridimensional curvilíneo para un índice $i = 0.25$.*

fig. Piazza

Imagino finalmente la posibilidad de realización de una máquina que pudiese generar directamente de la realidad imágenes con distintos índices, variando algún control, de la misma manera como podemos seleccionar actualmente la apertura del diafragma u otro parámetro en las cámaras fotográficas comunes. Tal máquina tendría que poder reconocer mediante un juego de sensores especiales las distancias a que se encuentran todos los puntos del objeto —o escena— a captar, para poder así armar a posteriori, internamente, la correspondiente imagen según el índice elegido. Hace quince años, pronuncié algunas conferencias en las que comentaba acerca de mi idea de esa máquina; en ese entonces, la probabilidad de su materialización era escasa. Esa circunstancia ha variado en la actualidad gracias al avance vertiginoso y continuado de las técnicas computacionales de realidad virtual y de manipulación digital de imágenes. Nicholas Negroponte, Director del Laboratorio de Medios de Comunicación del M.I.T., cree que dentro de otros quince años toda la información —sea texto, sonido o imagen— será digitalizada; cualquier información en un medio será traducible y editable en

otro medio. Ello permitirá, por ejemplo, una modalidad nueva y distinta de TV interactiva donde cada miembro del público dejará de ser mero espectador o sujeto pasivo para convertirse, en cierto grado, en protagonista. A su voluntad, podrá intercalar partes; cambiar colores, objetos, sonido y palabras, seleccionar puntos de vista. Y si lo desea, obtener imágenes como las que acabo de presentar. Los mismos cambios que anhelamos que se produzcan en la educación, brindando computadoras a los niños para que ellos piensen, realicen, sientan y quieran, aspiramos que ocurran con los nuevos dispositivos y técnicas. La idea última es lograr que las personas seamos los conductores y no los conducidos, enriquecer y diversificar antes que uniformar la condición humana.

Trabajos publicados sobre representación y creación de formas

1. "Perspectivas mediante computadoras"
La Ingeniería 1026, CAI, enero/febrero 1973, Buenos Aires.
2. "Simulación en computadora de una cámara fotográfica"
Revista de Ingeniería, C.I.P.B.A., Año XXII, N° 85, abril/mayo/junio 1974.
3. "Perspectiva"
SUMMA, N° 74-75, abril 1974, Buenos Aires.
4. "Conjunto Catalinas Norte: dibujo en perspectiva por medio de computadoras"
SUMMA, N° 96, diciembre 1975, Buenos Aires.
5. "Perspectivas que incluyen el efecto psicológico de la constancia del tamaño"
La Ingeniería, 1031, CAI, marzo/septiembre 1974, Buenos Aires.
6. "Acerca del fenómeno de la constancia del tamaño y de la representación plana de objetos tridimensionales"
Anales de la Sociedad Científica Argentina, Tomo CXCIX, Entregas I-III, Serie II. Ciencias Aplicadas, enero/marzo 1975.
7. "A Computer Program for Drawing Non-Classical Perspectives"
Proceedings of the Internat. Conf. and Exhib. on Computers in Engineering and Building Design (CAD '74), Paper N° 101, (IPC Science and Technology Press Ltd.), Imperial College, London, sept. 1974.
8. "Perspectivas clásicas y no clásicas. Generación automática de imágenes por medio de computadoras"
Ciencia e Investigación, Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia, Tomo 30, N° 5-6, mayo/junio 1974.
9. "Perspective Using Curved Projection Rays and its Computer Application"
LEONARDO, International Journal of the Contemporary Artist, Pergamon Press, Vol. 8, N° 4, Autumn 1975.
10. "Generalized Perspective Involving Visual Size Constancy"
Revista Estudios Cognitivos, Vol. 1, N° 2, dez. 1976, Araraquara, São Paulo.
11. "Perspectives in open spaces: a geometrical application of the Thouless index" (en colaboración con Antonio M. Battro y Carlos Karts)
Perception, Vol. 7, pp. 583-588, Pion Pub., Great Britain, 1978.
12. "Exploring Three-Dimensional Space with Logo"
Logo-85 Conference, Plenary Session IV, M.I.T., Cambridge, MA, July 1985.
13. Ideas y formas: explorando el espacio con Logo
Ediciones Galápagó, 1985, Buenos Aires.
Traducción al francés, Logo dans l'espace, Cedic/ Nathan, 1986, París.
Traducción al italiano, Idee e Forme, Sisco Sistemi Cognitivi, 1987, Roma.

14. "Logo en el espacio tridimensional"
Actas de las II Jornadas Españolas sobre Informática en la Enseñanza, U.N.E.D., julio 1985, Barbastro (Huesca).
15. "Explorando formas espaciales con Logo"
SUMMA, Nos. 221-222, enero/febrero 1986, Buenos Aires.
16. "Construcción de formas espaciales en computadoras"
La Ingeniería, CAI, N° 370, diciembre 1986, Buenos Aires.
17. "Exploring 3-dimensional space with Logo"
MICROMATH, Basil Blackwell Ltd., Vol. 2, N° 1, Spring 1986, London.
18. "Towards an Artisanal Use of Computers -Their application to the design and study of three-dimensional forms"
Logo-86, Proceedings of The Third International Logo Conference, M.I.T., Cambridge, MA, July 1986.
19. "Exploring 3-Dimensional Space with Logo"
Logo Memo 102, The Media Lab, M.I.T., Cambridge, MA, July 1986.
20. "3-Dimensional Logo Commands and Procedures"
Logo Memo 103, The Media Lab, M.I.T., Cambridge, MA, July 1986.
21. "Projects with 3-Dimensional Logo"
Logo Memo 104, The Media Lab, M.I.T., Cambridge, MA, July 1986.

Palabras de Horacio C. Reggini, el 1 de octubre de 1981, en la presentación del libro *Desafío a la mente: computadoras y educación* de Seymour Papert, Ediciones Galápagó, Buenos Aires, traducción de la edición en inglés *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*, Basic Books Co., New York, 1980. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 26.

Desafío a la mente

Existe temor de que las computadoras terminen dominando al mundo, "programando" a las personas. Este libro trata de un enfoque inverso: cómo lograr que sean las personas quienes manden y que las computadoras se conviertan en instrumentos del pensamiento al servicio de la cultura.

Actualmente vivimos múltiples realizaciones y cambios que afectan de continuo nuestras modalidades de pensar y hacer. En este vertiginoso proceso, la frase tecnología y educación designa a menudo la creación de nuevos medios para transmitir conocimientos de una manera distinta a la usual. Cuando estos medios son computadoras, la enseñanza tradicional tiende a incorporarlas como un recurso más, sin renovar su metodología. Encontramos entonces que el proceso de aprendizaje se torna aún más convencional y tedioso, menos creativo y humano. Es que la nueva tecnología no debe emplearse de modo que las computadoras "programen" a los niños, sino precisamente en sentido opuesto: serán los niños quienes manejen estos instrumentos, con lo que desarrollarán sus ideas a fin de lograr un dominio más claro del mundo, la visión de las inagotables posibilidades que surgen de la aplicación de sus conocimientos, y una más realista sensación de confianza en ellos mismos como seres intelectuales. Partiendo de la premisa que afirma que los niños aprenden realizando cosas y reflexionando sobre ellas, y no repitiendo fórmulas impuestas, es fácil concluir que el cambio más importante en la educación consistirá en llevar a cabo más y mejores actividades seguidas de un análisis crítico de sus resultados. Justamente, las computadoras pueden brindarnos esa posibilidad. Podemos conseguir que los niños alcancen una destreza sin precedentes para inventar y llevar a cabo tareas de gran interés, facilitándoles el acceso a computadoras simples. Descubriremos que el resultado más importante reside en la habilidad del niño para articular el trabajo de su propia mente y, en particular, la interacción entre él y la realidad a medida que piensa y aprende.

Lo que hemos intentado señalar fue comprendido de manera genial por Seymour Papert. Su libro, que hoy presento, *Desafío a la mente: computadoras y educación* puede considerarse como el primer texto de educación del siglo XXI y, con él, Papert inaugura una nueva era como la persona más autorizada y experimentada en el tema del uso de las computadoras en la educación.

De formación matemática en sus comienzos, Papert fue discípulo del profesor Jean Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra, Suiza, entre 1959 y 1964, donde se interesó vivamente en la psicología de la inteligencia e inició con ahínco sus estudios sobre el aprendizaje en los niños. Luego se trasladó al Instituto Tecnológico de Massachusetts (M.I.T.), Estados Unidos, y continuó sus investigaciones en el mismo campo junto a Marvin Minsky, con el que dirigió el entonces célebre Laboratorio de Inteligencia Artificial. Tuve ocasión de conocerlo allí, hace ya más de diez años, cuando formó, dentro del Laboratorio, el denominado grupo Logo,

dedicado a crear nuevos medios tecnológicos de ayuda para la educación de los niños. "Uses of Technology to Enhance Education" era el título del proyecto de investigación propuesto a la National Science Foundation en junio de 1973. Desde entonces, Papert propició vastas experiencias con niños en los alrededores de Boston (Brookline Public School System Project), lo que contribuyó a enriquecer y confirmar sus ideas sobre las enormes posibilidades que una implementación adecuada de las computadoras podía brindar a la educación.

En su obra, Papert afirma que la creciente disponibilidad de computadoras hará cambiar las ideas actuales sobre los tipos de conocimientos que deben conformar una educación adecuada. Las computadoras, dice, no sólo han de alterar nuestra manera de enseñar, sino que también han de variar lo que enseñamos. Basado en esta tesis fundamental, él preconiza la creación de contextos o microcosmos basados en computadoras y diseñados especialmente para estimular nuevas formas de aprendizaje.

El lenguaje Logo, que ha desarrollado junto con sus colegas del M.I.T. en la última década, es ejemplo de un microcosmos de aprendizaje. En un laboratorio Logo, los niños, por ejemplo, aprenden una nueva "clase" de geometría, llamada metafóricamente "geometría de la tortuga". Este título se debe a que la computadora simula el comportamiento de una "tortuga" que se desplaza por la pantalla del televisor o directamente ordena los movimientos de un robot mecánico de caparazón transparente por la habitación. Esta tortuga al desplazarse puede dejar un rastro, es decir un dibujo. En poco tiempo, los niños logran dominar el lenguaje que les permite comunicarse con la tortuga y con su ayuda crean figuras complejas e interesantes. Uno de los resultados de estas experiencias es que los niños aprenden a construir figuras geométricas basadas en la noción de proceso en lugar de memorizar su representación a través de ecuaciones de geometría analítica. Así, en lugar de recordar la ecuación que representa a una circunferencia, los niños que aprenden en un micromundo Logo construyen una curva cerrada de "curvatura constante", moviendo la tortuga "un pasito adelante" y luego virándola "apenas" hacia la derecha (o izquierda), volviendo a avanzar y así sucesivamente hasta cerrar el círculo. Se trata de manipular una idea poderosa y esto es un hecho decisivo e importante para el aprendizaje.

Nuevos y reiterados encuentros me permitieron apreciar los progresos de Papert y repetir experiencias similares con niños de Buenos Aires. A través de ellas comprobé cómo éstos aprenden a desarrollar y verificar sus propias ideas, a equivocarse sin frustración, a evaluar los errores de modo tal que les permiten acercarse paso a paso a la meta propuesta. Observan de inmediato las contradicciones entre lo que intentan hacer y lo que realmente sucede y, entonces, el error se transforma en una fuente de comprensión, ya sea para un proceso de aprendizaje como para la resolución de un problema. La naturaleza interactiva del diálogo, el hecho de que ellos se encuentran al mando de la situación, la sensación de que están haciendo cosas reales en lugar de cumplir con los deberes, la imagen visual o auditiva de los resultados, todo contribuye a dar un vigoroso sentido de realización a sus experiencias. Surge el entusiasmo ante la concreción de los programas y la espontánea exteriorización de alegría al ejecutarlos y al comprobar el efecto de su pensamiento en la computadora: una masilla de increíble ductilidad para plasmar formas no soñadas todavía. Es oportuno señalar aquí que, con el patrocinio de la Academia de Ciencias de Nueva York, se ha iniciado un plan piloto de implementación del lenguaje Logo en varias escuelas públicas de esa ciudad (New York Academy of Sciences, Computers in City Public Schools Project, 1980).

En Desafío a la mente, Seymour Papert nos expone con vehemencia y ardor sus puntos de vista, con los que podremos o no estar de acuerdo enteramente, pero que siempre habrán de constituir una valiosa opinión. Aunque cuestione y hasta rechace la escuela actual, su experiencia y valía le hacen

acreditor a ser llamado maestro por todos cuantos queremos una mejor educación y estimamos la nueva esencia de las computadoras. Confío en que *Desafío a la mente* será leído por muchas personas que han estado esperando hace tiempo un trabajo comprensible acerca de la contribución de las computadoras para un auténtico cambio en la educación.

Palabras de presentación, el 24 de septiembre de 1982, de *Alas para la mente: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar*, Ediciones Galápagos, Buenos Aires. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 27. El libro *Alas para la mente* fue traducido al francés: *Logo, Des ailes pour l'esprit*, Cedic/Fernand Nathan, 1983, y al italiano: *Logo, Ali per la mente: il linguaggio di programmazione ideato per l'educazione e il gioco creativo*, Arnoldo Mondadori Editore S.p.a., Milano, 1984. La ilustración de la portada de la edición francesa hace alusión al clásico de Antoine de Saint-Exupéry, *El Principito*.

Alas para la mente

La única manera de impedir que las computadoras se transformen en monstruos tecnológicos es convertirlas en auxiliares del intelecto mediante la humanización del lenguaje y del modo en que las usamos. Este libro trata de un poderoso medio descriptivo del pensamiento, el cual constituye también un nuevo contexto para la educación

Este libro está dirigido a todas aquellas personas que desean conocer los nuevos senderos que abren las computadoras como auxiliares del pensamiento. Apunta a introducir una modalidad de uso de estas máquinas: una modalidad ciertamente algo distinta a la habitual. También procura contribuir a forjar una nueva relación con el pensamiento personal.

La elección del nombre *Alas para la mente* fue un aspecto difícil del trabajo. Los primeros títulos seleccionados fueron:

- El florecimiento de las computadoras en el campo de la inteligencia.
- La computadora: prodigioso instrumento de la mente.
- Las computadoras: una revolución intelectual.
- La computadora: auxiliar del intelecto.

Todos los títulos anteriores encierran las ideas que animan a la obra, pero yo quería evitar la palabra "computadora". La he empleado demasiadas veces en artículos y conferencias, y no deseaba repetirla una vez más. Además (y esto es lo que realmente cuenta), ese término, y también el frecuentemente empleado: "computación", insinúan inmediatamente en la mayoría de las personas, temas técnicos complicados y esotéricos. Y creo que no debe ser así, en especial, lo último. Los sabios de la antigüedad que profesaban la doctrina esotérica, querían que sus conocimientos fuesen poseídos sólo por muy pocos. Esa situación no debe darse en nuestro tiempo, tanto por razones culturales como sociales. El progreso científico nos acerca cada vez más al mundo de las computadoras. Restringir o diseminar el conocimiento de la ciencia y de la tecnología son dos caminos alternativos cuya elección depende de nuestra voluntad. *Alas para la mente* elige el segundo: intenta simplificar lo misterioso y hacer que las computadoras sean sencillas y accesibles a todos. Estas y otras convicciones han contribuido, también, a que el libro analice continuamente temas educativos y que a menudo se refiera a los niños con respeto y amor. Hace poco, el Profesor Pietro Prini de la Universidad Estatal de Roma visitó Buenos Aires y, en una entrevista para el diario *La Nación*, expresó:

"La escuela del futuro tiene que ser la escuela de la formación de la mentalidad crítica; debe capacitar metodológicamente para el análisis y la discusión. La reflexión y el diálogo son objetivos

fundamentales de la educación. El joven vive entusiasmado por los problemas de la realidad; y quiere volar hacia ellos, pero sus alas son insuficientes, como lo fueron las de Icaro para alcanzar el Sol."

Al comentar los conceptos anteriores con el Profesor Prini, yo le decía que mi libro procuraba proveer "alas" reales y efectivas al razonamiento. No alas precarias como las del hijo de Dédalo que se precipitaron al mar cuando éste se acercó al Sol y el calor derritió la cera que las mantenía unidas. Al contrario, mis "alas" soñadas pretenden estar sólidamente arraigadas, ser poderosas y agradables de llevar, capaces de transportarnos muy lejos en el análisis de los fenómenos exteriores y muy internamente en el estudio de nuestra propia manera de pensar.

En el libro describo y enseño a utilizar el lenguaje Logo creado por Seymour Papert. Logo o lenguajes similares se utilizarán en las computadoras futuras. Un lenguaje de programación es parecido a un lenguaje humano natural, en tanto favorece ciertas metáforas, imágenes y modos de pensar. En Logo encontramos inmediatamente un medio de expresión fácil y poderoso, excelente para explorar y describir innumerables fenómenos. Muchas realizaciones del pasado, logradas en épocas en que no existían la ciencia y la tecnología actuales, atestiguan la eficacia y el poderío de la imaginación. Para obtener frutos frescos y exquisitos de una computadora, se debe seguir tanto el camino intuitivo como el lógico-matemático. El lenguaje Logo elimina las serias vallas que impedían a la mayoría de las personas el empleo creativo de las computadoras, a partir de conocimientos esenciales y recursos reducidos, siguiendo la atinada máxima: "No se debe hacer con muchos elementos, lo que se puede hacer con pocos".

La obra contiene un prólogo preparado por el Ingeniero Fernández Long (que agradezco vivamente), una introducción, veintiocho capítulos, un epílogo y un apéndice con anotaciones técnicas de detalle.

Cinco de los veintiocho capítulos son escenas con diálogos entre niños, que utilizo para ejemplificar las ideas expuestas con anterioridad, o directamente para explicar temas nuevos. El contenido de esos diálogos, aparte de referirse a aspectos formales del lenguaje Logo, revelan, como es la intención de toda la obra, los principios y fundamentos de una nueva modalidad educativa, siguiendo frecuentemente las huellas trazadas por Seymour Papert en su libro *Desafío a la mente*.

Una y otra vez me refiero en el libro a los niños, de la misma manera que lo voy a hacer a continuación. Pero quiero señalar que los mismos conceptos y puntos de vista se aplican, con un grado de similitud mayor al que podemos imaginar, también en los adultos. Ocurre que los grandes solemos pensar que ya lo sabemos todo y nos resistimos a aprender más. Ojalá fuésemos siempre más niños, para reclamar las bellezas de la vida, para reír, cantar y gritar, para escuchar sin recelos ni prejuicios. Además, creo firmemente que mañana los niños podrán construir una sociedad más justa y más feliz... si los mayores de hoy les proporcionamos abiertamente las posibilidades de educarse mejor. Algunas de las premisas subyacentes en el libro, estrechamente ligadas a la modalidad Logo, son las siguientes:

- El proceso de aprender a pensar y la comprensión del modo como ellos mismos piensan, permiten a los niños crecer intelectualmente.
- Instintivamente, casi sin ayuda, los niños desarrollan su razonamiento inductivo y deductivo. Ya que encuentran un claro propósito en su aprendizaje, se interesan de inmediato y, en consecuencia, el proceso se desarrolla naturalmente.
- Rápidamente se establece un tipo de relación muy especial entre niño y computadora, más parecido a un diálogo entre amigos que a una lección formal. De esta manera, el aprendizaje se

transforma en una tentación irresistible. Es así como vemos a grupos enteros interactuar e intercambiar ideas, tan pronto como se encuentran frente a la computadora.

- La realidad pasa a ser un ente representable. Los niños descubren que pueden dividirla en porciones accesibles y comprensibles y así comienzan a entenderla. Se sienten capaces de interactuar con este nuevo mundo amistoso y dinámico que se les presenta.

- La computadora tiene un significado íntimo para el niño y se dan las condiciones para un aprendizaje sintónico egocorporal.

- Los niños pueden ver lo que piensan. Observan sus pensamientos reflejados en la pantalla y la computadora se transforma en una notable herramienta de aprendizaje.

- La dimensión estética aparece continuamente en primer plano.

- La computadora actúa como medio para hacer del estudio de las matemáticas un proceso sin afectación y agradable.

- Los niños aprenden a ver los números desde un punto de vista diferente: desde el momento en que éstos se vuelven útiles para llevar a cabo sus propósitos, adquieren pleno sentido y se hacen, incluso, necesarios.

Creo importante destacar que los comentarios anteriores involucran la autoconciencia, el autocontrol y la autodecisión, objetivos primordiales citados por el P. Ismael Quiles en su último libro Filosofía de la educación personalista. Quiles afirma que toda educación es personalización y explica: "la realización concreta de ese fin se logra mediante la autoconciencia, que vale tanto como ser-en-sí, afirmarse a sí mismo; el autocontrol, lo que equivale a ser dueño de sí mismo o ser sí mismo, y la autodecisión, que significa actuar desde sí, o por sí mismo. Cuanto más se ayuda al hombre a ser conforme a estas tres exigencias, más es sí mismo, más es persona."

Espero que el libro sea comprendido por niños, adolescentes y adultos. También deseo sea útil a los especialistas, generalmente acostumbrados a considerar a las computadoras desde otros ángulos. Finalmente, no me queda más que agradecer sinceramente de nuevo a todos, a mis profesores, a mis alumnos, a mis amigos, sus ejemplos y sus palabras.

Palabras de presentación, el 31 de agosto de 1984, del libro *El segundo yo: las computadoras y el espíritu humano* de Sherry Turkle, Ediciones Galápagos, Buenos Aires, traducción de la edición en inglés *The Second Self: Computers and the Human Spirit*, Simon & Schuster Inc., New York, 1984. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Regini, 1988, Cap. 28.

El segundo yo

La presencia de la computadora en el medio social está produciendo un cambio en la actitud vital de las personas, ya que influye sobre su desarrollo psicológico, sus modalidades de percepción y sus modos de pensar. La cuestión no es cómo serán las computadoras del futuro sino cómo seremos nosotros. ¿En qué clase de personas nos estamos transformando?

Hoy he de referirme a un libro dedicado al tema de las computadoras y a su influencia en el ámbito social y cultural. A diferencia de otras obras, ésta no se refiere a la computadora "instrumental" ni contiene consideraciones teóricas ni instrucciones para el empleo de las máquinas. Por el contrario, su autora, Sherry Turkle, psicóloga, socióloga y profesora del M.I.T., optó por bucear en escondidos rincones de la personalidad de niños, adolescentes y miembros de la comunidad de inteligencia artificial del M.I.T. para desentrañar la verdadera imagen íntima que cada uno de ellos poseía de las computadoras. El resultado es un amplio estudio sociológico que muestra la gran variedad de formas en que diferentes personas se relacionan con las máquinas.

Transitamos un fin de siglo poblado de computadoras en todas partes: en los diarios, en las fábricas, en las aulas. Juegos electrónicos, procesadoras de textos, controles en los automóviles, registradoras de supermercados. Un listado que hasta hace poco tiempo hubiera parecido extraído de un libro de ciencia ficción, pero que hoy usamos a diario y que nos sitúa frente a un hecho innegable: las computadoras han invadido, rápida y profundamente, nuestra vida cotidiana y ocupan un lugar importante en ella. Estamos acostumbrados a su presencia, las tenemos al alcance de nuestras manos y hemos delegado en ellas infinidad de actividades, convirtiéndolas muchas veces en el elemento necesario para el normal desenvolvimiento de nuestras tareas. Por otra parte, el hecho de su creciente disponibilidad permite que cada vez más gente tenga acceso a ellas y se hable ya de "computadoras personales". En muy poco tiempo cada persona va a ser dueña de una de estas máquinas.

Pero, ¿qué significa?, ¿qué representa?, ¿de qué es portadora esta nueva tecnología? Este libro es el fruto de una honda reflexión sobre estos interrogantes, reflexión que se sustenta en una extensa tarea de investigación que la autora ha abordado desde una perspectiva múltiple: psicológica, sociológica, antropológica y, también, desde la sociología de la ciencia y del conocimiento.

La obra está dividida en tres partes. La primera, titulada "Crecer junto a las computadoras. La concepción animista de las máquinas", describe el mundo de los niños que ubican a las computadoras y los juguetes electrónicos en algún lugar entre los seres vivos y los seres inanimados.

En la segunda, retrata a los adolescentes "adictos" a las máquinas, que buscan en ellas una manera de evitar la emoción y la inseguridad de las relaciones humanas; este rasgo particular es compartido

por los fanáticos, que programan treinta horas seguidas y construyen "utopías digitales" para aislarse del mundo real.

En la tercera y última parte, "Las nuevas culturas computacionales: la concepción mecanicista de la mente", describe a los miembros de la comunidad del M.I.T., comprometidos en la creación de la inteligencia artificial, algunos de los cuales aseguran, como Edward Fredkin, que no sólo las computadoras serán más inteligentes que las personas, sino que "seremos más felices cuando nuestra ubicación en el mundo esté delimitada".

Su investigación no fue una tarea de laboratorio, sino un trabajo de campo. Indagó, analizó, y escuchó a muchas personas, y todos aquellos que, de una manera u otra, estamos relacionados con el mundo de las computadoras nos convertimos en sus conejillos de Indias.

En su libro he reencontrado muchas de mis ideas sobre el tema y la descripción de emociones similares a las que experimenté desde mi primer contacto con las computadoras y que se repitieron durante estos años en todos los campos en los que he actuado –el docente, el de la investigación y el profesional–: entre ellas, la sensación de tener en mis manos una nueva lámpara de Aladino, algo mágico, con la propiedad de metamorfosearse en cualquier objeto y que abría ante mí la posibilidad de intentar innumerables caminos.

Conocí a Sherry Turkle en mayo de 1980, en el Harvest, cerca de Harvard Square, donde me convirtió en blanco de sus agudas preguntas, indagando sobre mis puntos de vista; y yo, sin conocer todavía sus motivos, exponía con pasión mis argumentos y mi posición en la nueva cultura. Nos hemos encontrado repetidas veces. En Brasil, en octubre de 1981, durante la realización del Congreso Sucesu de San Pablo, donde expuso ampliamente sobre el tema de las computadoras, en una conferencia titulada The Subjective Computer. Recuerdo en forma especial nuestro encuentro casual en noviembre de 1982, en París, en el Centre Mondial pour l'Informatique et Ressources Humaines. Nos une un interés común y eso mantiene firme nuestra relación.

Como miembro del personal docente del M.I.T., Sherry Turkle se ha empapado de su atmósfera y la transmite en forma vívida y fiel. En su relato hallan eco mis propios recuerdos: así es la gente del M.I.T., así se estudia y se trabaja allí, ése es el clima que se vive.

Su formación y su experiencia, ricas y diversas, le han permitido brindar a sus lectores una obra que abre un amplio panorama y ofrece variados elementos con los cuales pensar acerca de este singular fenómeno de nuestro tiempo: la computadora. No la computadora como hecho técnico, instrumental, sino como hecho social en la más amplia acepción del término: el punto donde convergen el pasado, el presente y el futuro, porque ella es, al mismo tiempo, expresión de la cultura que la ha producido y agente activo en la creación y modificación de esa misma cultura. A lo largo de estas páginas comprobaremos con asombro cómo ese sofisticado instrumento se ha convertido en depositario de una singular esperanza: la de compensar frustraciones o carencias emergentes de un modo de vida, de un modelo de sociedad, que es la contrapartida (¿necesaria? ¿inevitable?) de ese desarrollo económico que ha generado tan espectacular avance tecnológico. Hoy son muchos los que buscan en ella resarcirse de la alienación que es consecuencia de la fragmentación de su vida laboral. Y muchos los que, en el intento de comprenderla y dominarla, manifiestan una profunda necesidad de acceder por su intermedio a la tecnología, esa fuerza omnipresente y poderosa que parece obedecer sus propias leyes de crecimiento perpetuo e inexorable y a la que todo parece someterse.

¿Qué busca la gente en la computadora? Y por otro lado, ¿qué vuelca en ella?, ¿en qué la transforma?, ¿para qué la utiliza?, ¿cuál es la computadora "íntima" de cada uno? No es la computadora instrumental, de fines prácticos y específicos, sino esa otra, superpuesta y coincidente, en la que el usuario proyecta su personalidad y su necesidad de ejercer el dominio o sentirse a la

deriva, de comprender hasta el último detalle o crear mágicos efectos imprevistos, de buscar la perfección técnica o el valor estético.

Sherry Turkle nos muestra esa otra cara de la computadora, la de objeto maleable y dócil, particularmente apto para ser portador de intensas significaciones culturales y personales.

Y así avanzamos por las páginas de este libro, hallando en cada capítulo nuevos temas, fecundos para la reflexión, plenos de interrogantes. ¿Contribuirá la computadora a cerrar esa brecha inmemorial que separa en nuestra cultura el ámbito de la ciencia y la técnica del ámbito de las artes, al hacer uno y otro accesibles, de una manera distinta, a una diversidad más amplia de personas? ¿Significará este hecho un potencial enriquecimiento individual así como cultural? ¿Existe en verdad el peligro de la "adicción" a la computadora? No espere el lector hallar aquí un simple sí o no. Encontrará, en cambio, una amena exploración de la variada gama de relaciones que las distintas personas establecen con ella y de las "subculturas" que crecen en su derredor.

Bullente, polifacética, esta obra encontrará ávidos lectores en numerosas áreas del quehacer humano: se la aborde con formación técnica o humanista, por curiosidad hacia las computadoras o por inquietud sociológica, su lectura ofrece una experiencia cautivante. Como diría la misma autora, en nuestra cultura dicotomizada (ciencia y técnica de un lado, arte y humanidades del otro), ella nos permite "espiar" a quienes están "del otro lado" de la brecha. Probablemente, todos nos sentiremos movilizadas; todos desearemos tomar la pluma (¿o deberíamos decir la procesadora de textos?) y añadir un capítulo adicional al libro.

"¿Qué es eso de entrometerse con nuestras exactas disciplinas y observarnos como si fuéramos un fenómeno de estudio de sociólogos, psicólogos, antropólogos?", exclamarán los técnicos. Por su parte, los que se llaman humanistas quedarán boquiabiertos ante la actitud "expansionista" de las teorías computacionales con su aspiración de abarcar, en su esquema explicativo, territorios que siempre quedaron claramente fuera de las fronteras de las ciencias exactas.

Es fundamental en esta obra el análisis del fenómeno de transmisión cultural, análisis que ya la autora ha realizado sobre el pensamiento psicoanalítico en Francia y que aquí aplica a la difusión de ideas computacionales hacia la cultura global. Las tecnologías ejercen profundos efectos sobre la sociedad que las genera. Uno de esos múltiples efectos es la transformación del modo de pensar, de las categorías de pensamiento y del estilo de reflexión. En este caso, por hallarse la computadora en la peculiar situación de ser una "máquina que piensa" y compartir un atributo considerado hasta ahora exclusivo de las personas, constituye un provocativo estímulo a la reflexión sobre la naturaleza humana.

Caminamos hacia un futuro que nos presenta perspectivas difíciles de predecir. Por un lado, es sabido que cada avance que se realiza en materia de computadoras lleva en sí mismo el germen de una o más ideas nuevas, cuyas derivaciones pueden ser múltiples. Por otro lado, hay que tener en cuenta a esos niños que se están formando con computadoras y que son portadores de una nueva mentalidad que va a transformar fundamentalmente la sociedad.

Hasta ahora el ser humano, manteniendo en plena forma todas las características que lo distinguen como ser racional, emocional y sensitivo, ha conservado su puesto de privilegio en el mundo, y sus descubrimientos cada vez más asombrosos y acelerados le permitieron extender su poder sobre el ámbito que lo rodea. El ha creado las computadoras, ellas son sus criaturas. Y es él quien debe asumir la responsabilidad de su futuro.

Palabras de presentación el 30 de septiembre de 1985, del libro *Ideas y formas: explorando el espacio con Logo*, Ediciones Galápago, Buenos Aires. Traducido al francés, *Logo dans l'espace*, ACT-Informatique, Cedric/Nathan, París, 1986 y al italiano, *Idee et Forme: esplorando lo spazio con il Logo*, Edizione Sisco Sistemi Cognitivi, Roma, 1987. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 29.

Ideas y formas

Horacio C. Reggini

Este libro aborda la descripción y generación de formas en el espacio por medio de la computadora. De la misma manera como, a partir de una inspiración, el artista y el artesano comienzan a elaborar parte de su idea en la mente y parte en el material hasta llegar a la forma definitiva, esta obra describe un proceso similar, en el cual se usa la computadora como herramienta de trabajo y Logo como medio de expresión.

"Tengo una terrible necesidad... ¿diré la palabra?... de trascendencia... Entonces salgo por la noche y pinto las estrellas", escribió hace años Vincent Van Gogh. Desde épocas prehistóricas, los seres humanos han sentido la necesidad de expresarse y comunicarse con otros. A lo largo de los siglos, los medios técnicos han brindado nuevas y mayores posibilidades a las personas para darle permanencia a sus pensamientos. Las computadoras –que ya habían demostrado su utilidad en la industria, la ciencia y la educación– se han revelado también como potentes y versátiles medios creativos.

Este libro parte de la creencia de que es importante y necesario poder proporcionar a las personas medios para pensar y actuar, a fin de intensificar todas sus posibilidades científicas y artísticas, presentes y futuras, educacionales y extraeducacionales. Se inserta también en el convencimiento de que para incrementar la calidad de vida de las personas son vitales la autorreflexión, la indagación y la apreciación del mundo circundante y el desarrollo de la capacidad creadora.

Es preciso entonces contribuir a que los seres humanos, en educación permanente, mejoren su capacidad para observar, comprender, apreciar, concebir y realizar.

Este despertar a una mayor conciencia, tanto personal como social, requiere además una tecnología apropiada. No hay que preguntarse si los medios técnicos condicionan las maneras de vivir, sino reflexionar sobre las inmensas posibilidades que estos medios ofrecen a las personas para poder ser, intuir, razonar, decidir, actuar... Los medios técnicos no limitan la actividad humana sino que, por el contrario, la pueden ampliar en grado sumo si son adecuadamente utilizados. El medio técnico utilizado en este libro es la computadora, la modalidad de uso es Logo, y la actividad en juego es la descripción y realización de formas geométricas espaciales.

El diseño y manejo de formas en el espacio es un tema que ha interesado desde siempre a todos los "constructores de formas", sean éstos arquitectos, ingenieros, artistas o personas inquietas. Es una actividad en la que se conjugan profundamente la inteligencia y la intuición. En nuestro caso utilizaremos las computadoras como un medio para plasmar nuestras ideas, de la misma manera que en un instrumento musical pueden ejecutarse improvisadamente melodías a medida que se van pensando. Ellas no son consideradas como un tema de estudio en sí mismas, ni utilizadas para

enseñar un problema específico o para hacer demostraciones paso a paso de un determinado ejercicio; por el contrario, se transforman en una herramienta o en un cincel, que permite a las personas actuar como expertas en campos en los que no lo son, haciendo una suerte de excursión intelectual y jugando creativamente con los temas elegidos, estudiándolos y analizándolos, en el campo de la creación y manejo de las formas tridimensionales.

En el transcurso de los últimos tres años, mucha gente ha empezado a trabajar con Logo con lo que, naturalmente, han aumentado en gran medida las expectativas acerca de sus posibilidades. La implementación de sistemas Logo más poderosos en las cada vez más accesibles computadoras personales hace factible nuevas aplicaciones.

Como es sabido, en el lenguaje Logo habitual una tortuga se mueve con órdenes que le permiten hacer cualquier tipo de dibujo plano. He desarrollado hace más de un año un sistema que permite a la tortuga, a partir de nuevas órdenes, evadirse del plano y describir y realizar así formas en tres dimensiones. Ultimamente, órdenes similares han sido desarrolladas en nuevos sistemas Logo, para los que el lector encontrará también aplicables los conceptos y estudios expuestos en este libro.

La implementación en Logo de órdenes primitivas que permiten manejar a la tortuga en el espacio surgió de la idea de organizar un microcosmos en donde el conocimiento del espacio y la realización de figuras espaciales fuera parte de un proceso natural egosintónico. Por medio de estas órdenes, es posible dibujar objetos tridimensionales en la pantalla de la computadora de una manera simple. Las imágenes se forman y ensamblan por el movimiento de la tortuga en un espacio de tres dimensiones; la representación en el plano de la pantalla de estas imágenes –a través de una perspectiva cónica central– queda a cargo del sistema.

Una de las ideas poderosas que sirve de punto de partida a la realización de gráficos con la tortuga Logo es la idea de sintonicidad corporal. Esta idea de importancia educativa permite apoyarse en el conocimiento corporal para describir cualquier objeto. Así, para la realización del dibujo de un objeto espacial no es necesario conocer las leyes de la representación, sino solamente los movimientos que deberían hacerse para describirlo. Dicho de otra manera, la descripción de la sucesión de los movimientos produce en la pantalla el dibujo.

Esta obra está organizada sobre la base de "estudios" o "ejercicios mentales" que ilustran al lector acerca de cómo usar las órdenes para resolver casos simples e interesantes. Un estilo informal y reiteradas invitaciones a explorar sobre diversos problemas intentan inducirlo a realizar una verdadera gimnasia intelectual y representan un estímulo para el desarrollo de su creatividad.

Existe una gran similitud en los caminos de la producción tecnológica, la investigación científica y la creación artística: todas consisten, fundamentalmente, en poner orden dentro del caos. La producción de cualquier obra de arte y la concreción de cualquier proyecto científico requieren una dedicación muy intensa y un trabajo muy variado, en el que juegan un papel importante la inventiva, la planificación, el conocimiento y la depuración. Miguel Angel estudiaba anatomía durante las noches y los resultados de estos estudios se ven plasmados en las líneas perfectas de su Moisés y de su David. Asimismo, profesionales, investigadores y artistas dejan muchas de sus horas en ensayos, exploraciones, estudios... Los estudios propuestos en esta obra señalan un camino... lo demás queda en las manos de aquéllos que quieran recorrerlo plenamente. Al reproducir en la computadora algunos de los temas sugeridos, al realizar proyectos personales, el lector podrá comprobar por sí mismo que el resultado final tiene en cierto grado la excitación del arte y que la senda que nos conduce a su concreción involucra idas y venidas, pruebas y errores, goces y decepciones y, en síntesis, una apasionada aventura de intuición y acción. Ojalá esta obra permita a muchos tender con alegría, diversión y placer el puente entre los sueños y los hechos, entre las ideas y las formas.

Nota

Algunos de los estudios que componen el libro y la metodología 3D-Logo fueron la base de conferencias pronunciadas en diversas ocasiones: "Logo en el espacio tridimensional", II Jornadas Nacionales sobre Informática en la Enseñanza, Barbastro, Huesca, España, el 5 de julio de 1985 – publicado en las Actas de las Jornadas, Centro Asociado de Barbastro de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y Universidad de Zaragoza–; "Exploring 3-dimensional space with Logo", Logo-85. Conference, Plenary Session IV, M.I.T., July 24, 1985 –publicado en Micromath, The Association of Teachers of Mathematics, Oxford, England, Spring 1986–; "Explorando el espacio tridimensional", II Congreso Internacional y I Congreso Uruguayo Logo y sus posibilidades, Montevideo, Uruguay, el 18 de octubre de 1985; "Logo in 3-dimension space", Institute of Education, University of London, el 20 de noviembre de 1985; "L' esplorazione della struttura e la composizione delle forme geometriche", I.B.I., Oficina Intergubernamental para la Informática, Roma, el 5 de diciembre de 1985.

Palabras de presentación del libro *La sociedad de la mente: la inteligencia humana a la luz de la inteligencia artificial*, de Marvin Minsky, Ediciones Galápagos, Buenos Aires, el 2 de abril de 1987, en la Exposición Feria Internacional del Libro, traducción de la edición en inglés *The Society of Mind*, Simon & Schuster Inc., New York, 1987. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 30.

La sociedad de la mente

¿Cómo funciona la mente? Este libro ofrece una respuesta revolucionaria: la mente es una "sociedad" constituida por la interacción de infinidad de diminutos agentes, los cuales carecen, a su vez, de toda actividad mental. ¿De qué estamos hablando? ¿De las computadoras del futuro? ¿O de nosotros mismos?

La irrupción de las computadoras y sus ideas asociadas plantean nuevamente antiguas discusiones acerca de la naturaleza de la mente y del pensamiento. Actualmente, en lugar de Aristóteles o Kant, algunos de los protagonistas en el estudio de la mente son científicos de la denominada "inteligencia artificial" –rama de las ciencias de la computación dedicada a construir máquinas capaces de realizar actividades que se llamarían "inteligentes" si las llevaran a cabo seres humanos. Los conceptos formulados y los descubrimientos de los científicos de la inteligencia artificial no sólo tienen trascendencia filosófica en cuanto a la naturaleza del ser humano, sino que resultan de enorme interés práctico ya que han de permitir la construcción de máquinas inteligentes. Esas máquinas podrán percibir situaciones diversas y darse cuenta de las alternativas a seguir, poseerán lo que llamamos "sentido común" y aprenderán de sus experiencias.

Los teóricos de la inteligencia artificial se dividen en dos bandos. El primer grupo piensa que los principios necesarios para hacer máquinas inteligentes ya se conocen, de tal manera que el logro de cualquier nivel de inteligencia similar o superior a la de la gente, es sólo un problema de realización de computadoras más grandes y más rápidas y de almacenamiento de inmensas cantidades de conocimiento. El segundo grupo cree que la construcción de máquinas verdaderamente inteligentes requiere comprensiones nuevas acerca de su funcionamiento.

Marvin Minsky se ubica en este segundo grupo. Einstein revolucionó el campo de la física con sus ideas acerca de la relatividad restringida publicadas en 1905 en su trabajo "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento". Minsky hace algo análogo, en 1987, en el campo de la psicología humana con su libro *La sociedad de la mente*.

Marvin Minsky es uno de los pioneros más conspicuos en el campo de la "inteligencia artificial", disciplina que se sirve de modelos computacionales para comprender la psicología humana. Este libro parte del supuesto de que cualquier cerebro, máquina, u otra cosa que posea inteligencia debe estar compuesta de elementos más pequeños absolutamente incapaces de pensar. La estructura misma del libro refleja esta idea: cada página explora una teoría o concepto que aprovecha el contenido de otras páginas. La mente es algo demasiado complejo para adaptarse al molde de una narración que comienza aquí y termina allá.

¿Es una máquina la mente? Al respecto, el autor no plantea absolutamente ninguna duda, sino que solamente pregunta: ¿qué clase de máquina? Y aunque la mayoría de las personas piensan que es

degradante ser consideradas máquinas, este libro les hará pensar, en cambio, lo maravilloso que es ser una máquina de facultades tan prodigiosas.

Hace un siglo apenas que se comenzó a pensar eficazmente en la naturaleza de las máquinas cerebrales que fabrican pensamientos; ahora, por primera vez, la humanidad ha acumulado herramientas conceptuales suficientes para comenzar a comprender máquinas que poseen millares de partes. Sin embargo, apenas se han comenzado a adquirir los conceptos necesarios para comprender las máquinas con miles de millones de partes que constituyen nuestros cerebros. Este libro sorprendente debe ser leído menos como un texto de investigación científica y más como una historia de aventuras destinada a la imaginación. Cada idea debe ser contemplada no como una hipótesis firme sobre la mente, sino como un instrumento que debe conservarse en la caja de las herramientas que se usan para elaborar teorías sobre ella. En cierto sentido, ésta es tal vez la única manera realista de reflexionar sobre temas de psicología, ya que la mente de cada persona determinada se desarrolla como una enorme máquina que crece de forma ligeramente distinta. Para Minsky, es imposible intentar transformar la psicología en algo tan simple y preciso como la física. El funcionamiento de nuestra mente no depende de leyes igualmente escasas y simples, sino de muchos mecanismos diferentes acumulados a lo largo de toda una era de evolución. Minsky opina que es aún demasiado pronto para emprender la tarea de erradicar las hipótesis no probadas o tratar de demostrar que una teoría es superior a otra. Antes de poder formarnos una imagen del bosque de la psicología es necesario imaginar más árboles.

Los aportes que a la teoría de la sociedad de la mente realizó Seymour Papert, que llegó al M.I.T. en 1963 después de cinco años de estudiar el desarrollo infantil con Jean Piaget, son especialmente mencionados por el autor. Papert y Minsky trabajaron juntos durante una década supervisando el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts, y desarrollaron en forma conjunta nuevas técnicas matemáticas, nuevos experimentos de laboratorio y nuevas computadoras. Los resultados de esta colaboración modelaron muchas de las secciones del libro. Una de sus ideas fundamentales, a la que se dedica un capítulo completo, ha sido bautizada por Minsky con el nombre de Principio de Papert: algunos de los avances más cruciales en el desarrollo mental se basan no en la simple adquisición de nuevas destrezas, sino en la adquisición de nuevas formas de administrar y utilizar lo que uno ya sabe.

No hay nada demasiado técnico en este libro notable. La fascinación que en Minsky ejercen la música, el humor y las encantadoras mentes de los niños lo enriquecen enormemente. El resultado es un magnífico collage de imágenes incisivas, desbordantes de agudo conocimiento y divertidos aforismos. El estilo es claro y tajante, y abundan en el texto sutilezas y ocurrencias. La nueva terminología y los enfoques de Minsky son contribuciones trascendentales para la comprensión de la mente.

Palabras de presentación del libro *El Laboratorio de Medios, Inventando el futuro en el M.I.T.*, de Stewart Brand, Ediciones Galápagos, Buenos Aires, en la Exposición Feria Internacional del Libro, el 8 de abril de 1988, traducción de la edición en inglés *The Media Lab, Inventing the future at M.I.T.*, Viking Penguin Inc., New York, 1988. Texto reproducido en *Computadoras ¿Creatividad o Automatismo?*, Horacio C. Reggini, 1988, Cap. 31.

El Laboratorio de Medios

Este libro describe lo que está sucediendo en el Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Allí hay teléfonos inteligentes capaces de conversar entre ellos por sí solos, rostros incorpóreos de personas verdaderas que gesticulan y conversan, discos interactivos de video, hologramas de tamaño natural que flotan en el aire, aparatos de televisión que recorren los canales para armar programas que reflejen los intereses de cada televidente, y otros prodigios electrónicos que anticipan futuras opciones de los medios de comunicación.

Muchos de ustedes habrán leído la novela *Fahrenheit 451*, de Ray Bradbury, o habrán visto la película del mismo nombre filmada por Truffaut en 1966. En esa historia, un Estado omnipotente había abolido brutalmente los libros, dejando a la sociedad literalmente "presa" de los medios de comunicación. Dentro de ese orden perfecto, en el que se supervisaba la vida de cada uno, se postulaba que los libros podían hacer pensar a la gente y, por lo tanto, eran sinónimo de duda y de infelicidad. La tecnología de la época era tan evolucionada que no se producían incendios accidentales; la misión de los bomberos era exactamente la contraria a la actual: ellos provocaban los incendios con el fin de quemar los libros que encontraban. (Justamente, el título de la novela alude a la temperatura de ignición del papel, 451° Fahrenheit.) Y, como el pensamiento era sinónimo de duda y de infelicidad, se insistía en que los medios de comunicación no tenían que dejar ningún resquicio de iniciativa personal al público, entregándole todo elaborado. Se negaba así un hecho fundamental de la condición humana: el pensar como acto creativo, el pensar lo pensado por otros, el repensar lo pensado por uno; se negaba en esencia el aprendizaje de la libertad. Todo esto tiene relación con esta reunión dedicada a presentar un nuevo libro acerca del papel y la repercusión de las computadoras en la ciencia, la tecnología, la sociedad y la cultura. El autor del libro es Stewart Brand, quien relata una historia opuesta a la de Bradbury, porque en su obra las computadoras están orientadas justamente a personalizar los medios de comunicación, y se intenta brindar a los espectadores no ya una actitud meramente pasiva sino un papel activamente protagónico.

Pero... hagamos un poco de historia. Cuando comenzaba a popularizarse masivamente el teléfono, y aún no se había inventado la televisión, el físico Robert Watson Watt –creador del radar– ya era un convencido de que "hay pocas cosas importantes en el mundo contemporáneo que no dependan en alguna medida de la tecnología".

Esa misma tecnología ha tenido un papel predominante en el desarrollo del género humano desde que nuestros más remotos antepasados fabricaron sus primeras herramientas, a pesar de la tendencia natural de las personas a darse por satisfechas con las cosas tal como están, sin ver la necesidad de introducir cambios hasta que ellos no son realizados. El mismo Platón condenó el abandono de la tradición oral que sería modificada por el alfabeto cuando advirtió: "Lo específico

que habéis descubierto no ayuda a la memoria, sino a la reminiscencia y no brindáis a vuestros discípulos la verdad, sino su apariencia."

Sin embargo, y a pesar de la resistencia de muchos, esos cambios se han producido y, ya en nuestros días, el teórico Marshall McLuhan sostuvo que los avances en la tecnología de la comunicación de nuestra sociedad habían alterado el sistema sensorial humano y, por lo tanto, la forma en que cada uno de nosotros percibe y explica el mundo.

Es indudable que las nuevas tecnologías de las computadoras y de las comunicaciones afectan en ritmo creciente la vida diaria –en el hogar, en las escuelas, en el trabajo, en las diversiones...– y plantean la necesidad de soluciones distintas e imaginativas a fin de hacer realidad el "uso humano de las máquinas". Que cualquier información pueda ser digitalizada y transmitida por una serie de pulsaciones electrónicas, o que gigantescos bancos de datos puedan ser consultados instantáneamente desde cualquier rincón del planeta, basta para comprender en qué medida la "computadora global" ya está en marcha.

Para examinar, investigar y diseñar las múltiples formas en que habremos de conectarnos con ella, se creó el Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en el que participan algunos de los mayores talentos de nuestro tiempo.

Afortunadamente, puedo contar mucho sobre este Laboratorio de Medios, ya que conozco íntimamente a varios de sus integrantes, su modalidad de trabajo y su manera de pensar. Fue inaugurado en 1985 y es obra de un joven científico, Nicholas Negroponte, quien desde la década del '60 ha perseguido el objetivo no de acercar la gente a las computadoras sino de acercar las computadoras a la gente, buscando que su uso se vuelva personal, estéticamente agradable y genuinamente creativo.

Para llevar adelante esta idea que personalmente comparto y que siempre reanalizo en mis viajes al M.I.T., lo ayudan dos dilectos amigos, Seymour Papert y Marvin Minsky, ya conocidos en nuestro medio por sus aportes a la educación y a la inteligencia artificial.

El Laboratorio de Medios, como su nombre lo indica, centra sus investigaciones de avanzada en las publicaciones, la radiodifusión, el cine, la televisión, el video y las computadoras, y en las aplicaciones de todos estos medios a la educación, el entretenimiento y la ciencia en general. Su finalidad es integrar esta amplia gama de actividades ya existentes y ayudar a promover otras nuevas, todas ellas girando alrededor de la invención y uso creativo de avanzados medios de comunicación entre personas y personas, entre personas y máquinas, y entre máquinas y personas. Este es el trabajo que describe Stewart Brand, biólogo de formación, que se ha dedicado extensamente a las computadoras y a los medios de comunicación. Brand permaneció en el Laboratorio durante unos meses como observador, realizó entrevistas a los investigadores y participó de algunos proyectos. Todo ello está presente en este libro en donde, en un estilo entre científico y periodístico, enfrenta los aspectos tecnológicos y socio-culturales de cada uno de los medios y pone especial énfasis en la convergencia o confluencia que se viene produciendo entre todos ellos.

La obra está organizada en dos partes. La primera, llamada "El Mundo del Laboratorio de Medios", describe ampliamente los proyectos de investigación que se están llevando a cabo actualmente y pasa revista a cada una de las áreas que lo componen: la de Publicaciones Electrónicas, dedicada a libros, diarios, revistas y programas televisivos electrónicos personalizados; la de Habla, que desarrolla sistemas interactivos que relacionan teléfonos con computadoras; la de Televisión Avanzada, que estudia los sistemas de televisión digitalizada de alta definición y el papel que en ella cabría a las novísimas técnicas de inteligencia artificial; la de Películas del Futuro, que investiga la grabación de películas en discos compactos; la de Creación de Imágenes Espaciales,

que estudia holografía sintética; la de Música y Computadoras, que explora la "cognición musical" así como nuevas modalidades de ejecución, y la de Computadoras y Entretenimiento, un grupo dirigido por Alan Kay y Marvin Minsky que intenta crear un ambiente de vida artificial basado en computadoras denominado "Vivario", entre otras.

Todo un capítulo está dedicado a la Escuela del Futuro, el equipo conducido por Seymour Papert y organizado para llevar a cabo distintas experiencias en torno a la modalidad Logo de computación. La modalidad Logo representa un enfoque típico del Laboratorio de Medios, en el que la tecnología atribuye al factor personal un papel preponderante y donde el poder se desplaza hacia el individuo, que deja de ser pasivo. Las preguntas de Brand y las respuestas de Papert acerca de Logo contribuyen, sin duda, a dar a entender más claramente la razón de la introducción de las computadoras en la educación, tema acerca del cual he hablado tantas veces.

En la segunda parte del libro, denominada –haciendo un juego de palabras– "El Laboratorio de Medios del Mundo", el autor examina el estado actual de los medios de comunicación, hace referencia a los cambios que se están produciendo aceleradamente y analiza las posibles consecuencias sociales y políticas que tendrá la introducción de los nuevos medios como así también sus repercusiones en la calidad de vida de las personas.

Cabe destacar que la convergencia que actualmente se verifica en las tecnologías de comunicación está creando un conflicto entre los distintos cuerpos de legislación sobre medios de comunicación. A diferencia de lo que ocurría hasta hace unos años, el sistema real ya no está dividido en tres ramas (prensa, medios públicos de comunicación y radiodifusión), y eso hace que diversas regulaciones y reglamentaciones gubernamentales resulten obsoletas.

Es grato leer la dedicatoria que Stewart Brand inserta en su libro "a los redactores y defensores de la Primera Enmienda de la Constitución de los Estados Unidos" que establece que "El Congreso no sancionará ley alguna... que coarte la libertad de expresión o de prensa". El autor hace un paralelo con el área actual de las computadoras, señalando que "se trata de una codificación elegante llevada a cabo por programadores ingeniosos". Brand está convencido de que solamente una libertad plena como aquélla de la que gozó la imprenta en el momento de la independencia norteamericana, permitirá fortalecer los nuevos medios de comunicación y ofrecer así a la sociedad la variedad de ideas necesarias para su crecimiento y cultura. La libertad de expresión no existirá si los medios de comunicación no son igualmente libres, condición necesaria para evitar eventuales futuros indeseables como los planteados en la novela de Ray Bradbury, que se sustentaban en el uso inadecuado e inescrupuloso de hipotéticos avances de la tecnología de los medios de comunicación. Antiguamente se consideraba que el mundo, sobre todo la vida en la Tierra, había sido siempre igual, y los sabios y teólogos se esmeraban en definir su naturaleza. Hoy sabemos que el mundo está en cambio permanente, para algunos, vertiginoso. Este libro es un valioso intento de hacerlo comprensible para que podamos ser siempre protagonistas de la maravillosa aventura del pensamiento.

Entrevista para el diario Mundo Informático, por Simón Pristupín, Buenos Aires, Vol. IV, N° 74, agosto 1983. También publicada en el Boletín de la Asociación Amigos de Logo, Año 1, N° 4, septiembre 1983.

Logo: una innovación en el campo de las computadoras

A fin de contribuir a difundir más los alcances de Logo en el campo de la computación y su inserción en el ámbito educativo, dialogamos recientemente con el presidente de la Asociación Amigos de Logo, Ing. Horacio C. Reggini.

–¿Por qué aconseja Ud. aprender Logo a los que desean iniciarse en la computación?

–El aprendizaje del lenguaje Logo es una de las puertas de acceso más interesantes al mundo de la computación. Su sencillez, potencia y posibilidad de empleo en todos los campos de la actividad humana pueden llegar a convertirlo en el lenguaje de programación más difundido y aceptado en los próximos años. Por otro lado, a las incipientes implementaciones preliminares de Logo disponibles en la actualidad seguirán otras más potentes y completas.

–Entonces, ¿por qué se piensa que Logo es un lenguaje para niños?

–Ocurre que la modalidad Logo es tan simple y natural que un niño puede comprenderla. Es por esa circunstancia que las computadoras, con Logo, se convierten en herramientas útiles en el proceso educativo. Pero Logo no es "un juguete", un lenguaje sólo para niños. Esa imagen que algunos círculos poseen de Logo se debe al hecho de que la mayoría de los primeros ejemplos de su empleo ilustran procedimientos elementales para niños o principiantes adultos carentes de conocimientos previos de computación.

–¿Cuál es la razón de su interés personal en este lenguaje?

–Mi interés por el lenguaje Logo comenzó hace años y por diversas razones. En 1960, y en años posteriores, hice muchas publicaciones y cursos en lenguaje Fortran. A partir de 1970, y después de conocer a Kemeny y a Kurtz –creadores del lenguaje Basic en Darmouth– desarrollé numerosos programas y clases en Basic. Existía ya por entonces Logo, pero no había disponibilidad en Argentina de máquinas en las cuales pudiera utilizarse. Conocí a Papert en 1966, cuando junto con otros investigadores del Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachusetts, iniciaron Logo, el primer lenguaje de computación adaptado a las condiciones naturales del desarrollo intelectual. Hoy, éste puede ser considerado también como una aproximación filosófica a la educación, lo que agrega a sus posibilidades poderosas en el campo de la computación un componente social trascendente. Creo que debemos buscar siempre caminos de pensamiento por los cuales la ciencia y la tecnología estén más al servicio de las personas y de la cultura. Y pienso que Logo es una respuesta en ese sentido.

–¿A qué se debe la potencia de este lenguaje?

–La potencia de Logo se debe a tres razones fundamentales. En primer lugar, se aprende muy fácilmente y los que se inician logran de inmediato resultados interesantes, sin necesidad de una preparación prolongada. Por ello, incluso los niños pueden usarlo y, de hecho, millares de ellos lo están haciendo actualmente. Utilizarlo luego en aplicaciones importantes requiere, por supuesto, estudios organizados. La segunda razón reside en su "extensibilidad", que hace de él un lenguaje

descriptivo de extraordinaria utilidad. Asimismo, la formulación simple de programas no sólo se estructura sobre una jerarquización lógica, sino que hace sencilla la búsqueda de los errores que inexorablemente aparecen en la programación. La tercera razón tiene que ver con el uso de listas y el concepto de recursión.

–¿Cómo incidirá el lenguaje Logo en el campo específico de la computación?

–Logo es un lenguaje distinto a los utilizados habitualmente hasta ahora y, como tal, proporciona modalidades diferentes de programación. En todas las áreas del saber, cuando aparece una herramienta nueva, se requiere tiempo para evaluarla en su magnitud real, ya que las costumbres arraigadas hacen difícil su incorporación correcta. Toda innovación tiende a ser empleada de la misma manera que herramientas anteriores, y tal circunstancia limita sus potencialidades y ventajas. El conocimiento profundo de Logo y la aparición de versiones más poderosas contribuirán a su empleo en aplicaciones de toda índole.

–¿Qué reacciones despierta Logo entre los expertos?

–Logo es una innovación en el área de las computadoras, y consecuentemente, se producen las actitudes habituales que dificultan la asimilación de cualquier innovación. Sucede que el experto a menudo tiende a ser superracional y se siente amenazado por cualquier sentimiento que ataque su universo establecido. Las personas que tienen un alto adiestramiento técnico piensan muchas veces en términos o en función de la inmutable validez de su propia tecnología especial. Logo no es un lenguaje complejo y, paradójicamente, esta circunstancia suele originar opiniones adversas. Como las convenciones son formas ordenadas para considerar y hacer aceptable la complejidad de lo real, es emocionalmente difícil abandonar la seguridad de esas convenciones en favor de lo común y lo sencillo.

–¿Cómo ve Ud. la introducción de software educativo extranjero?

–Para contestar a esta pregunta haré una reflexión de tipo general. La identidad argentina está muy empalidecida y disociada; es por eso que debe evitarse la reproducción mecánica sin ningún análisis previo de cuanto producto extranjero nos llega. Lo anterior no significa abogar por el cierre de nuestras fronteras. Una cosa es que nos nutramos de la ciencia universal para elaborar la propia, y otra cosa es que dejemos de elaborar la propia ciencia y consumamos sólo la ajena. Contra el fortalecimiento de nuestra ciencia con rasgos propios conspira el consumo pasivo del producto científico extranjero sin tomarse otro trabajo que el de abrir el cartón donde viene envasado. Ubico, a la luz de las consideraciones antedichas, todo software proveniente del exterior.

–¿No se contradice Ud. con las ideas expresadas, al recomendar el uso del lenguaje Logo desarrollado en los Estados Unidos?

–No, y por varias razones. En primer lugar, debo decir que Logo creció dentro de una comunidad internacional de extraordinario valor como es la que existe en Cambridge, Massachusetts. Hombres y mujeres de todas las razas y creencias conviven y trabajan en esa área. Esto le ha dado a Logo un carácter ecuménico y pluralista. Los participantes en su creación y puesta en marcha han provenido de campos diversos del conocimiento y han recibido los aportes y comentarios de personas de todo el mundo; es por eso que en la modalidad Logo se suman ideas universalmente compartidas. En segundo lugar, en Logo, es premisa básica el respeto de la identidad cultural y el contexto social del usuario. Por ello, en nuestro país, empleamos una versión especialmente preparada en castellano de las palabras primitivas Logo y, en las aulas, tendemos a que se aplique a temas de la vida cotidiana local. Por último, el uso de Logo en la educación presupone una visión humanista de las máquinas. Logo se relaciona íntimamente –como modalidad educativa– con la creatividad y la libertad, valores que hay que reencontrar y reconstruir permanentemente en toda nación.

En este sentido, podemos afirmar que, en Argentina, Logo ha comenzado a difundirse y adquirir relieves propios sin intervención foránea alguna.

–¿Están dispuestas las escuelas a usar Logo?

–Todos saben que las escuelas se cuentan entre aquellas instituciones en las que resulta más difícil introducir modificaciones. No hay ninguna razón para pensar que el uso adecuado de Logo encontrará menos resistencia que intentos anteriores en la historia de la innovación.

–¿Cómo aprecia Ud. las posibilidades de difusión del nuevo sistema?

–La etapa de desarrollo de Logo exigió mucho tiempo –más de diez años– pese a que la gente del M.I.T. que participó en ella era extremadamente capaz, poseía bases sólidas e importantes recursos. Es razonable suponer ahora que el proceso de implementación en las aulas, que apenas comienza, tome, por lo menos, tanto tiempo como el de desarrollo.

–A su juicio, ¿se podrá producir una veloz implementación de Logo en la escuela?

–La implementación de Logo en las aulas no puede improvisarse, sino que requiere, por parte de los docentes y de los directivos, un reconocimiento cabal de los principios cognitivos en que está inspirado y ambientes apropiados. Los educadores deben comprender que las ideas que originaron su creación son más importantes que los aspectos prácticos o anecdóticos del uso de las máquinas. Como cualquier instrumento delicado, Logo puede enriquecer el aprendizaje pero, al mismo tiempo, hace más complejo y difícil de encaminar el proceso educativo, si no se cuenta con una idea clara de sus fundamentos y alcances.

Desafortunadamente, también puede emplearse, como todo medio, de manera incorrecta. Por un lado, se da el caso de incorporación equivocada o apropiación de Logo para reforzar temas inadecuados; por otro lado, se lo puede utilizar de manera trivial e intrascendente.

–¿Cuál es el uso correcto de esta nueva modalidad educativa?

–Logo no puede imponerse por sí solo. Necesita el reconocimiento de toda una fundamentación educativa basada en los principios esenciales de la ciencia cognitiva. Esto llevará tiempo. Es preciso comprender que un aprendizaje verdadero y profundo sólo se alcanza cuando el conocimiento formal se relaciona con el conocimiento personal de manera variada y diversa. En un proceso educativo genuino, los temas tratados deben poseer puntos de contacto con el mundo circundante y relevancia personal para el alumno. El diálogo enseñanza-aprendizaje debe alentar y favorecer la actividad autoconstructiva del educando a fin de que éste se encuentre con su propio yo, saque partido de sus recursos intelectuales y perciba que lo que aprende lo habilita para interactuar con su entorno. Deben existir lazos de afectividad con lo que se aprende; es necesario que lo conceptual se vincule claramente con lo instrumental y que todo ambiente de aprendizaje permita convertir las ideas en hechos, con la posibilidad de corregir errores y de modificar rumbos. Logo sólo podrá arraigar y crecer en un instituto educativo en el que se aceptan y practican las premisas anteriores. En caso contrario, no podrá integrarse beneficiosamente al currículum escolar.

Entrevista para la Revista La Nación, por Nora Bär, Buenos Aires, el 6 de marzo de 1983.

La computadora como lápiz

Sucede habitualmente que países como la Argentina deben resignarse a asistir a los avances en materia científica desde un modesto segundo plano. En este caso, sin embargo, ocurre algo diferente: contamos con la valiosa posibilidad de participar activamente en un profundo proceso de cambio educativo. Acaba de publicarse en la Argentina un libro poético y original, del Ing. Horacio Reggini, que abre las puertas a un enfoque todavía prácticamente inédito en el uso de las computadoras. De él se ha dicho que "puede considerarse el primer texto diseñado específicamente para la sociedad computacional que se está gestando ante nuestros ojos", y que "ha de trascender rápidamente nuestras fronteras para convertirse en guía indispensable para la educación de las nuevas generaciones de habla hispana." Dice el ingeniero Reggini: "Mi aspiración principal no es intentar convertir a los lectores en fanáticos usuarios de alguna computadora, pero sí que algunos de los conceptos expuestos puedan ser disfrutados y empleados como modelos de reflexión a lo largo de sus vidas y que sirvan, en fin, para afirmar la fuerza de las ideas y el pensar." Revista La Nación compartió con él un extenso diálogo. Aquí, parte de lo conversado

–Ingeniero Reggini, ¿qué es lo novedoso del lenguaje Logo?

–En la comunicación con las computadoras es necesario un "lenguaje" o código. Los que existían hasta ahora eran excesivamente técnicos y, por lo tanto, muy oscuros y de difícil aprendizaje para el no iniciado. Este nuevo sistema está pensado para que uno pueda expresar sus pensamientos en forma más natural. En Logo se aprende a manejar la computadora como se aprende a hablar el idioma materno. A partir de ciertas palabras uno puede elaborar un vocabulario propio que hará que la máquina responda a sus proyectos personales. En el caso de los chicos, aprenden a programar la computadora y al hacerlo adquieren un sentido de dominio sobre un medio de tecnología de punta, a la vez que establecen un íntimo contacto con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, la matemática y la construcción de modelos intelectuales. A través de Logo, las personas no sólo pueden aprender a usar las computadoras de manera magistral, sino que ese aprendizaje puede modificar beneficiosamente el modo en que aprenden todo lo demás.

–¿Qué debemos entender los que hemos recibido una educación tradicional por "nuevos modos de aprendizaje"?

–Al interactuar con las computadoras en un lenguaje tipo Logo, los chicos no sólo aprenden a explicitar y verificar sus propias ideas. También desarrollan una poderosa habilidad lógica y de resolución de problemas, aprendiendo una modalidad de razonamiento que les será útil para emplear en cualquier lenguaje de computación. Por otro lado, al recibir mensajes de error e interpretarlos reflexionan sobre sus propios procesos de pensamiento. El error se transforma en un medio de comprensión.

–¿Cuál es para usted el papel de las computadoras en la educación?

–Las computadoras en general no generan automáticamente un beneficio educativo. No es suficiente instalar en las escuelas cualquier tipo de máquinas. Para que realmente contribuyan positivamente en el campo de la educación es necesario crear una situación de aprendizaje que vaya

mucho más allá de la idea usual de considerarlas sólo como un instrumento de preguntas y respuestas o para guardar y obtener datos. De hecho, en la denominada "instrucción asistida por computadora", que se ha divulgado en diversos círculos, se intenta reemplazar al maestro haciendo del niño un ser pasivo que es prácticamente "programado" por una máquina "inteligente". En la modalidad de trabajo que propugnamos, por el contrario, los chicos se dan cuenta de su "inteligencia" al aprender a enseñar algo a una computadora "sin inteligencia". El papel de las computadoras es en este caso el de un elemento que se entrega al estudiante para que investigue y descubra, y no un instrumento que se le brinda al maestro para enseñar.

—Teniendo en cuenta algunos detalles prácticos como el costo, ¿hasta qué punto es posible, actualmente, pensar en la difusión masiva de las computadoras en la educación?

—Los costos actuales son similares a los de una máquina de escribir más un televisor. La computadora no es más que un teclado y memoria. Lo más caro es el teclado, pero es posible predecir que muy pronto valdrán mucho menos y todas las personas van a poder tener una, sin duda. Lo importante, en este momento, más que en la máquina o en la tecnología, está en las ideas.

—¿No considera usted que, como algunos temen, las computadoras aumentarán aún más las diferencias sociales desde el momento en que existirá una clase que podrá acrecentar sus potencialidades intelectuales a través de las mismas, mientras otra quedará retrasada y marginada?

—Sí..., pero el problema es más complejo aún. Por un lado, actualmente se tiende a la estratificación tecnológica, y esto hace que el entusiasmo por las computadoras no alcance a diversas áreas de la sociedad. Así, aumenta más la brecha de conocimientos y experiencias entre quienes tienen acceso a la computación y aquellos que no, pero que podrían beneficiarse con sus potencialidades. Y este abismo es perjudicial para todos, porque se difunde el pesimismo con respecto a las máquinas y se pierden las nuevas ideas no previstas por los expertos que podrían aportar una mayor afluencia de interesados.

—¿Usted opina que la difusión masiva de las computadoras permite prever un futuro sin libros?

—La tan mentada contradicción entre computadoras y libros no existe, porque en la computadora uno también lee. La idea de Logo es que uno sea más creador, más explorador de su propio pensamiento. O sea, es una idea diametralmente opuesta a usar las computadoras para recuperar la información, como terminales de grandes bases de datos, lo cual, por supuesto, puede hacerse, pero no es un uso que contribuya por sí solo a la creatividad de la gente. En ese caso, la única diferencia con el hecho de buscar en libros es que la información se tiene más rápido en la propia casa. Pero creo que eso no puede cambiar radicalmente los hábitos culturales de la población.

—¿Logo se podría aplicar al programa actual de las escuelas o a un programa futuro? ¿O sirve solamente para una enseñanza aprogramática?

—Se puede aplicar a cualquier programa. Lo que sucede es que algunos contenidos habrá que sacarlos o rediseñarlos, mientras que otros habrá que reforzarlos. Yo considero que una buena maestra hace Logo en su clase aun sin computadoras: es decir, deja aprender al chico, lo guía, lo estimula, no lo reta mucho cuando se equivoca...

—Mucha gente piensa que el contacto íntimo con la computadora desarrolla en el chico un pensamiento excesivamente intelectual...

—Por el contrario, para ser un conductor efectivo de un instrumento como éste, es necesario tener aptitudes tanto imaginativas e intuitivas como analíticas.

—Según Papert, la escuela, tal como existe hoy en día, tendrá que dejar de existir. En ese caso, ¿tiene alguna idea de cómo podría llegar a ser la escuela del futuro?

—Mi idea es que la escuela, para amalgamar personas, siempre va a existir. Como sitio de encuentro, como lugar social de roce entre individuos. Yo creo que una de sus virtudes más grandes

es la formación de camadas, de grupos, la posibilidad que brinda de poder intercambiar ideas y sentimientos. Es necesario que en las escuelas exista más contacto con lo cotidiano, mayor acento en el aprendizaje que en la enseñanza. El maestro va a existir siempre, y cada vez su papel va a ser más auténtico, más prestigioso: como ejemplo, como persona que guía, como orientador...

–¿Coincide con las afirmaciones de Alvin Toffler en "La tercera ola", cuando dice que la revolución informática va a producir la ruptura de una cantidad de lazos sociales y familiares?

–Pienso que la invasión creciente de las computadoras no puede traer por sí sola la felicidad o hacer una vida mejor. A las computadoras hay que orientarlas. La computadora es una máquina con virtudes extraordinarias pero que hay que valorar con exactitud. Lo fundamental es usar esa enorme potencialidad para la realización personal, para las esferas creativas y para el campo del conocimiento. Logo es un paso, una orientación. Si se continúa con otros lenguajes y modalidades, se ahonda más la brecha entre lo tecnológico y lo cotidiano. Cada día las personas comunes estarán más a merced del técnico, del experto. En cambio, si uno puede hacer que estas cosas sean accesibles a todos, todos podrán beneficiarse: tanto los expertos como los legos. Sólo así podremos integrar armoniosamente las computadoras a nuestra cultura.

Entrevista para la Revista IDEA del Instituto para el Desarrollo de Ejecutivos en la Argentina, Buenos Aires, marzo 1983.

Computadora personal: descubrir para aprender

"El descubrir para aprender encuentra en las computadoras un medio posible de llevarlo a la práctica". Esta es una de las afirmaciones que el Ing. Horacio C. Reggini ha escrito en su libro Alas para la mente: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar.

—Normalmente, cuando se habla de computación, las preguntas están dirigidas hacia el desarrollo de la herramienta tecnológica y sus posibilidades en la vida moderna. Pocas veces se analiza el punto de vista del usuario, en el significado profundo que para él tiene la existencia, por ejemplo, de la computadora personal. A su juicio, ¿el aprovechamiento de este instrumento es todo lo óptimo que podría ser o aún el hombre no ha descubierto más que una parte de sus capacidades potenciales?

—Yo no diría que no las ha descubierto, pienso que sí. Pero se ha dedicado a utilizar con más intensidad sólo una parte de esas potencialidades. Quizás está favoreciendo un uso menor; vale decir, el de una especie de calculadora sofisticada, el de un elemento recolector de información o como una agenda rápida. Si se tiene en cuenta el proceso que está viviendo el mundo en el campo de la computación y se lo proyecta a un futuro que prácticamente ya está con nosotros, la incorporación de la computadora a la vida cotidiana, familiar, o al ámbito escolar, convierte a esta herramienta en un instrumento que puede ser puesto al servicio de la inteligencia con beneficios inimaginables. Ya no se está hablando de un simple elemento de apoyo, de un uso que, aunque sea válido, es poco trascendente. La computadora es la primera máquina que permite automatizar los procesos mentales. Al construir un procedimiento de computadora se está modelando un conocimiento particular a través de su formalización operacional; es decir, que se lo puede probar, ejecutar y verificar. Esto implica, entre otras cosas, la comprensión del tema y el aprendizaje de una metodología para el ordenamiento de los procesos mentales. El hecho de que actualmente el uso de la computadora esté reducido, en general, al cálculo y al ordenamiento de datos es, quizás, un primer paso en nuestra convivencia con estos nuevos instrumentos. Cuanto más generalizado esté su uso, más nos acercaremos al aprovechamiento de sus posibilidades esenciales. Es todo un proceso de aprendizaje: en el triángulo que forman los problemas, las personas y las herramientas, los tres vértices interactúan. Cuando aparecen nuevos instrumentos, cambian los problemas y las soluciones y el modo de pensar de las personas. Y aunque este proceso no sea inmediato, creo que ya se está en camino de considerar y utilizar a la computadora como un instrumento del pensamiento.

—¿Cuál es el aporte concreto que la computadora podría hacer, empleada en el sentido que usted señala, en el campo de la educación?

—Hasta ahora, los instrumentos habituales del aprendizaje eran el papel y los lápices. El aprendizaje, tanto para los niños, como para los adolescentes o los adultos, se desarrollaba durante toda la vida manipulando objetos. Cuando recibo un nuevo grabador, mi primera impresión es que tendré alguna dificultad para manejarlo. De manera que comienzo a tocar las teclas, a dominarlo. Algo similar ocurre con las ideas. Se juega con ellas, madurándolas, viéndolas desde distintos

puntos de vista, se las comentamos a algún asesor, o a un amigo hasta que las vamos precisando y profundizando. Se las domina. La introducción de la máquina en este proceso mental permite trabajar con las ideas, expresarlas, verlas en una pantalla, modificarlas y fijarlas. Si uno se equivoca, se percibe el error pero no se lo vive como un fracaso sino que nos induce a ver el problema desde otro ángulo, por otros caminos que, incluso, hasta pueden hacer variar la meta última o los puntos de partida. En este sentido, la computadora es un objeto que se ubica en una categoría que no está comprendida en las existentes, ya que a partir de ella es posible trabajar sobre conceptos abstractos. Es la arcilla de las experiencias mentales...

–Lo que la arcilla es a la plástica, la computadora lo es al pensamiento.

–Exactamente. Permite modelar ideas, manipular abstracciones, plasmar conceptos sin otros límites que la imaginación.

–Aun atendiendo a los beneficios que resultarían de la aplicación de estas herramientas en los sistemas de educación, ¿no se corre el riesgo de favorecer exageradamente el pensamiento abstracto, desvinculado del mundo real y concreto que es, al fin de cuentas, aquél en donde van a ser aplicadas las ideas producidas con la asistencia de una computadora?

–El aprendizaje se produce por el contacto personal con el mundo. Cuando hablamos de aprendizaje autónomo no nos estamos refiriendo a un procedimiento aislado. En las escuelas, quien trabaja con una computadora, comenta permanentemente sus actividades y las evalúa confrontándolas con las opiniones y logros de sus compañeros, amigos o maestros y aplicando sus conclusiones a problemas concretos. En ese caso, el educador debe alentar el esfuerzo del educando por relacionar el pensamiento abstracto con la vida real. De manera que la utilización de la computadora en la educación tiene semejanza con la tarea desarrollada en un taller artesanal dedicado a analizar en libertad problemas y abstracciones. Por otro lado, no hay nada más abstracto que la educación tradicional. La tabla de multiplicar, por ejemplo, es una abstracción.

–¿De qué factores depende la generalización, en nuestro país, del uso de la computadora en la enseñanza?

–Existe, por una parte, un fuerte condicionamiento de orden económico. Sin embargo, entiendo que el grave contexto general puede servir de agente catalítico para favorecer nuestro futuro. En situaciones como la nuestra, la única salida es la que pasa por el impulso de la inteligencia. Este es un hecho que debiera estar en la mente de los políticos y los educadores. La computadora es un elemento capital para proporcionar las condiciones que permitan el florecimiento del aprendizaje creativo, como una manera auténtica y nueva de desarrollar la inteligencia. Si abandonamos el uso meramente mecánico o frívolo, para pasar a otro más trascendente, el resultado puede ser altamente positivo. La computadora utilizada sólo para elegir distintas alternativas se convierte en un método compulsivo, que no deja paso a la libertad. En cuanto a las dificultades económicas, las principales se relacionan con el precio de los equipos. De todos modos, de acuerdo con la evolución que se está dando, paulatinamente, los precios de las computadoras irán bajando en virtud de los progresos tecnológicos, lo que abrirá el mercado, impulsando la demanda, para luego realimentar el circuito. Con respecto a los sistemas y a su complejidad, existe por suerte una tendencia hacia la simplificación. Esto transformará a la computadora en una herramienta de fácil acceso operativo en la que el lenguaje y los programas dejarán de constituir una barrera. A la larga, la computadora se convertirá en un aparato tan familiar como el automóvil. A nadie se le ocurriría, actualmente, hacer de la conducción ocasional del automóvil una profesión. Un médico sabe manejar un automóvil porque es parte de su contexto vital. Sucederá de la misma manera con la computación. Se incorporará a la vida diaria casi sin darnos cuenta. Creo también, pensando en el futuro, que imponer trabas al ingreso de computadoras al país equivale a obstaculizar la industria editorial. El

impulso de un proceso que tienda a un fuerte desarrollo intelectual del país, abarcando todos los niveles educativos y penetrando en la vida cotidiana, como base para un crecimiento global en todos los órdenes, es inseparable de la certeza de esta afirmación: las computadoras son, en este momento, tan importantes como los libros.

Entrevista para la Revista La Nación, por Nora Bär, Buenos Aires, el 14 de abril de 1985.

Lo humano en busca de lo humano

Si a lo largo de toda nuestra historia, la tecnología ha afectado no sólo la forma en que realizamos nuestras actividades sino también la manera en que pensamos y analizamos el mundo, hoy las computadoras –uno de sus frutos más refinados– están provocando por su calidad de máquinas en cierto modo "inteligentes", de "objetos psicológicos", una intensa reflexión acerca de la esencia humana como nunca antes se había dado.

*El tema –casi metafísico– es apasionante. Sherry Turkle, integrante del cuerpo docente del Instituto Tecnológico de Massachusetts, entidad que está a la vanguardia en el estudio de la inteligencia artificial, lo aborda desde distintos ángulos en su libro *El segundo yo: las computadoras y el espíritu humano*.*

El ingeniero Horacio C. Reggini fue uno de los interrogados en el transcurso del mencionado estudio. El diálogo que sigue refleja no sólo sus conocimientos en la materia sino también –y sobre todo– su preocupación por esclarecer un tema del que mucho se habla pero que no todos alcanzan a comprender en su real magnitud.

–Ingeniero Reggini, desde la aparición de 2001, Odisea del Espacio, del británico Arthur Clarke, la imagen de las computadoras apoderándose de los seres humanos se ha hecho corriente y es parte de la mitología popular acerca del tema. Pero hoy, cuando ya se habla de "adictos a las computadoras", ese temor parece haber penetrado incluso en los círculos más vinculados a las nuevas tecnologías.

¿La euforia inicial ha dado paso a un cierto escepticismo?

–Yo no hablaría de escepticismo. Considero que estos miedos tienen también su asidero. Si las computadoras se usan con un criterio muy autoritario, con puntos de vista muy tecnológicos e independientes de aspectos sociales o espirituales, pueden suscitar situaciones negativas. Creo que todo depende de la actitud de los gobiernos y de la gente... Hay muchos usos de las computadoras que son "duros", impuestos, autoritarios. Por ejemplo, un gobierno que tiene todo en "memoria", que puede seguir el itinerario de una persona, dónde ha estado, lo que ha gastado, lo que ha comido o con quién se ha encontrado (algo que puede darse), coartaría las libertades individuales. Las computadoras pueden usarse para actividades de este tipo, pero no son las que debieran alentarse.

–La tecnología se ha convertido en una fuerza omnipresente a la que todo debe someterse pero también entraña peligros que representan algunos de los desafíos que deberá resolver nuestra civilización. ¿Comparten las computadoras este carácter ambivalente?

–Claro, pero no diría que la computadora es un peligro, sino que lo peligroso es la actitud de las personas hacia ella. O sea, la forma en la que se la utiliza. No hay nada inherente a los instrumentos que los haga negativos o beneficiosos.

–Los trabajos destinados a la creación de una inteligencia artificial han dado pie a profundas discusiones acerca de los límites de las máquinas y la singularidad de la mente humana. Algunos, como Robert Jastrow, divulgador científico y astrónomo de la NASA, sostienen que las mismas alcanzarán el nivel de genio y "con un poco de suerte, es posible que decidan conservarnos como mascotas." ¿Llegará el día en que las máquinas sean más inteligentes que las personas?

–Nunca lo he pensado de ese modo. La computadora en sí es un instrumento extremadamente maleable, que permite conformar ideas, objetos..., hacer diversas cosas que antes no era posible realizar; pero es nada más que un instrumento. Con esto no quiero disminuirlas; digo que son un instrumento de otra índole, de otra jerarquía. Les asigno tareas trascendentes en el sentido de que, de la misma manera en que antes existían máquinas que permitían manipular objetos, con las computadoras es posible manipular conceptos, procedimientos, forjarlos, transformarlos, manejar conocimientos con una mayor profundidad y en una dimensión mayor. Esto otorga un nuevo nivel en cuanto al uso de la inteligencia. Es posible transferir inteligencia a las máquinas y luego usar esa inteligencia almacenada en la memoria de la computadora, pero creo que es triste y engañoso cuando se presentan máquinas que responden a preguntas y se las hace aparecer como omnipotentes. La idea de las máquinas escapando al control de las personas no debe asustarnos; quizás, algún día se dé la circunstancia de poder aprender de ellas, de la misma manera como los adultos, a veces, aprenden de los niños...

–¿Qué impacto cultural producen las nuevas tecnologías en el procesamiento de grandes volúmenes de información?

–Todo gran cambio tecnológico entraña paralelamente un profundo cambio cultural. En el caso de la informática, la rapidez con que se producen los avances técnicos hace a veces difícil incorporarlos armoniosamente al ámbito de la cultura. El vertiginoso aumento de la complejidad del conocimiento o el acceso casi irrestricto a gigantescos bancos de datos produce como contrapartida un aumento de la ansiedad y la incertidumbre. Es como si se perdiera el control sobre los procesos de la vida social y personal. Los beneficios que las computadoras nos brindan exigen, para poder disfrutarlos, nuevas maneras de pensar y de actuar. En este sentido, no hay otro camino que el del estudio meditado e inteligente de la aplicación de las nuevas máquinas y el rechazo de usos obsoletos y arcaicos, dejando amplia libertad a las nuevas generaciones: los chicos que hoy conviven con las computadoras seguramente las utilizarán en formas muy diferentes de las que imaginamos nosotros.

–Todo nuevo conocimiento plantea inmediatamente cuestiones éticas. ¿Cuáles son las que surgen del desarrollo de la informática?

–Es innegable que las computadoras entrañan un gran poder. Si queremos utilizarlas sin provocar perjuicios, es necesario que nos empeñemos en favorecer sus usos más humanos y activos, aquellos en los que las personas tienen el control, dejando de lado las actitudes pasivas o poco meditadas que no hacen más que reiterar antiguos errores. La publicidad de los medios masivos de comunicación hace hincapié en una larga serie de electrodomésticos computarizados, como si el sólo hecho de poseer hornos y lavarropas regulados por versátiles programas o de disponer de antenas satelitales que permiten captar programas televisivos de cualquier parte del mundo, pudiera determinar nuestra cuota de felicidad. Por otro lado, debemos tener en cuenta que la creciente riqueza tecnológica hacia la que marchan los países más avanzados, puede ampliar aún más la brecha con aquellos menos avanzados, por las mayores posibilidades de los primeros para acceder a información de toda índole y usarla efectivamente. Es por eso que considero fundamental el uso que se les dé a las computadoras en la educación: éste debe estar orientado hacia el desarrollo tanto de la inteligencia como de las virtudes del carácter, respondiendo a una concepción humanista que permita descubrir el placer de la creación sin imposiciones externas ni dogmas preconcebidos.

–En su libro, Sherry Turkle afirma: "Las computadoras están modificando la manera en que pensamos acerca del mundo y, en especial, la manera en que pensamos acerca de nosotros mismos." ¿Cómo vislumbra el mundo tecnificado del mañana?

–Yo diría que, en un nivel masivo, las computadoras se impondrán rápidamente por sus usos instrumentales. A la larga, las máquinas van a ser transparentes, en el sentido de que no nos daremos cuenta de su presencia. Se las usará como se utiliza el automóvil, la heladera o el ascensor, casi sin darnos cuenta. Conectadas con el teléfono, para el correo electrónico, como procesadoras de texto... Es previsible que, en un futuro, todo aquello que se pueda describir con exactitud pasará a manos de las máquinas. Entre ellas, miles de actividades que en verdad son repetitivas y mecánicas. Entonces las personas podrán consagrarse más al pensamiento, la diversión, el descubrimiento...

**Epílogo del Ing. Horacio C. Reggini a la edición de su libro COMPUTADORAS:
¿CREATIVIDAD O AUTOMATISMO?, Ediciones Galápago, Distribución Emecé,
Buenos Aires, 1988.**

Para el ser humano actual acostumbrado al entorno urbano, las computadoras se han transformado ya en un objeto cotidiano. ¿Por qué, entonces, he creído conveniente reflexionar sobre estos temas? Una primera razón estriba en la necesidad de conocer sus alcances y repercusiones en nuestra vida y nuestra imagen del mundo. Pero hay otra, tal vez más sutil: es menester conocer, explorar y, así, saber elegir modalidades adecuadas de uso de las nuevas tecnologías, si queremos evitar vernos imperceptiblemente privados de nuestra libertad o acosados por los peligros inherentes a manifestaciones arbitrarias del poder o de la autoridad.

Las hipótesis acerca de las computadoras se contradicen y se enfrentan y, muchas veces, no hacen más que reiterar argumentos basados en razones meramente emocionales. Pero las cuestiones planteadas por el advenimiento de las nuevas máquinas son complejas y no admiten simplificaciones. Por el contrario, exigen una amplia meditación acerca de los valores fundamentales de las personas, la sociedad y la cultura. Es desde este punto de vista que he considerado la utilización de las computadoras -especialmente en la educación- y de las nuevas tecnologías de comunicación que convergen en cada uno de nosotros y que pueden valorizar o anular la condición individual.

¿Es lícito, de acuerdo con los datos actuales, esperar un Renacimiento de la persona? Las predicciones resultan difíciles: la gente es imprevisible y el futuro depende de la gente. El mañana que nos acercan los poderosos medios tecnológicos se abre ante nosotros como una nueva aventura que, al principio, puede perturbarnos, ya que toda experiencia de cambio o descubrimiento implica dudas, errores y aciertos. Pero si a través de todas esas alternativas somos capaces de preservar los frutos del talento humano, el optimismo es posible. Con o sin máquinas, ello se cumplirá cada vez que alguien vea similitudes donde no se observaban más que diferencias, cada vez que advierta un antagonismo donde no se percibían más que similitudes; en suma, cada vez que se produzca un acto de creación. Y la creación es, incuestionablemente, una de las razones de ser de la humanidad.

Hoy más que nunca, la paz y el porvenir en la Tierra dependen del buen uso del saber. Tenemos la posibilidad de emprender el camino hacia un mundo en el que la sensibilidad y la imaginación, el conocimiento y la innovación impregnen nuestros actos. En él, también las computadoras pueden desempeñar un importante papel como instrumentos que ponen en juego nuestras habilidades para indagar, aprender e incursionar en nuevas esferas de pensamiento y acción.

¿Nos inclinaremos por la creatividad o por el automatismo? Con estas dos palabras no quiero designar categorías opuestas que -como toda partición dicotómica de las ideas- resultan finalmente artificiales o erróneas. Intento señalar tanto dos alternativas posibles como dos aptitudes complementarias. Tendemos a utilizar la palabra creatividad al referirnos a la producción de ideas novedosas o artísticas, y a emplear automatismo para aludir a una

secuencia de acciones producidas en forma tan mecánica que puede ser llevada a cabo sin entorpecer otras actividades. Creo que esas dos circunstancias son vitales y necesarias. En ese sentido, el título de este libro pudo haber sido Creatividad y Automatismo. El automatismo, entendido como resultante de guiones de acción adquiridos previamente -proceso que requirió ineludiblemente, en su momento, creatividad- es beneficioso, ya que deja actuar a otras áreas de nuestra mente con mayor independencia. Los automatismos facilitados por las computadoras no deben ser desdeñados, pero serán insuficientes si no van acompañados de destellos de creatividad que nos permitan cambiar o modificar rutinas, originar metas inéditas o inventar nuevos destinos.

Epilogue

Shall we advocate creativity or automatism? It would be an erroneous and artificial classification to imply that the two words are mutually exclusive. Instead, I intend to indicate two possible alternatives as well as two complementary aptitudes. We tend to use the word creativity to refer to the production of artistic or new ideas, and to use automatism to mean a sequence of actions produced so mechanically that they can be carried out without interfering with any other activity. I believe that both processes are vital and necessary. In that sense, the title of this book could have been Creativity and Automatism. Automatism as a result of previously acquired action scripts -which required creativity when first used- is beneficial, as it sets free other parts of the mind. Automatism in the use of computers must not be neglected, but it will be insufficient if it is not combined with sparks of creativity which allow us to change or modify our routines, giving birth to previously unknown goals or imagining new destinies.

La influencia creciente y variada de las computadoras en nuestra vida nos enfrenta a preguntas cada vez más acuciantes: ¿qué lugar tendrá la tecnología en la sociedad de las próximas décadas? ¿viviremos en un mundo artificial? Y, especialmente, ¿qué papel cumplirán las máquinas en la educación de las próximas generaciones? Este libro analiza esos interrogantes al incursionar en diversos temas que han interesado al autor desde hace años: las computadoras en la educación, la psicología del aprendizaje, la inteligencia artificial, el diseño y construcción de formas en el espacio, los medios de comunicación. Una premisa fundamental anima toda la obra: sólo un uso sabio de los nuevos medios tecnológicos podrá convertirnos en personas más plenas, creadoras y libres.



*Horacio C. Reggini es ampliamente conocido nacional e internacionalmente como investigador en el campo de computadoras y educación. Graduado de ingeniero, se dedicó profesionalmente al proyecto de estructuras resistentes y al uso de las computadoras en diversas áreas. En 1962 creó el Grupo de Estudio de Inteligencia Artificial y el Grupo de Estudio de Aplicación de Computadoras, y más tarde participó del Proyecto MAC desarrollado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Investigador en temas de estructuras, computadoras y educación, ha cumplido una ininterrumpida labor docente en diversas universidades y es miembro de número de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Es autor, además, de *Alas para la mente*, introducción al sistema Logo de computación, e *Ideas y formas*, en el que desarrolla su nuevo sistema Logo tridimensional.*