

LOS COMPUTADORES : ¿UN MEDIO PARA DESARROLLAR LA INTELIGENCIA NATURAL?

Ma. Cristina Villegas de Posada

RESUMEN

Este artículo analiza en qué medida y bajo qué condiciones, distintos usos del computador puede favorecer el desarrollo de la inteligencia. Toma como marco para el análisis el tipo de habilidades de pensamiento que pueden estar desarrollando los programas educativos apoyados con informática, más que la inteligencia de manera general. Bajo esta perspectiva, hace una revisión crítica de algunos sistemas para aprendizaje apoyado con computador : sistemas expertos, sistemas tutoriales inteligentes y lenguajes de programación.

MARCO DE REFERENCIA

A pesar de la importancia concedida a la inteligencia, no hay acuerdo entre los psicólogos acerca de su definición. Todos concuerdan, sin embargo, en que la inteligencia envuelve una serie de actividades mentales o de pensamiento, tales como: la habilidad para resolver problemas, formar conceptos, tomar decisiones, razonar de manera hipotético-deductiva, analizar y evaluar.

El desarrollo de la inteligencia ha sido preocupación de muchas corrientes psicológicas y pedagógicas, e incluso de gobiernos, como una de las formas de sacar a los pueblos del subdesarrollo y la pobreza. Dichos programas difieren en el tipo de aspectos que pretenden desarrollar, ya que cada uno puede abarcar el entrenamiento en una o más de las habilidades antes mencionadas como constitutivas de la inteligencia.

Con la popularización del computador, especialmente de los micro-computadores y de programas para diferentes propósitos, se abre la posibilidad de un nuevo instrumento para el desarrollo de la inteligencia, bien sea porque los programas concebidos para desarrollarla aumentan su efectividad con el uso del computador, o porque los programas desarrollados en el campo de la informática produzcan efectos positivos sobre la inteligencia o pensamiento. Aunque no parece haber un proyecto para el desarrollo de la inteligencia que abarque el entrenamiento en un grupo amplio de habilidades y esté concebido para ser ejecutado en el computador, sí existen programas o sistemas que tienen la pretensión o el supuesto de desarrollar habilidades intelectuales, como es el caso del LOGO. En otros, la pretensión es menos explícita, pero surge la pregunta acerca del tipo de destrezas

intelectuales que desarrollan o pueden desarrollar dichos programas o sistemas. El objeto de la presente revisión será analizar en qué medida el uso de programas, sistemas, o el aprendizaje de la programación, todo lo cual cae dentro del campo de la informática, puede producir efectos positivos sobre la inteligencia.

Al juzgar los efectos que pueden tener los programas educativos desarrollados con la informática es necesario mirar el tipo de habilidades de pensamiento que puedan estar desarrollando, más bien que la inteligencia de manera general. Para poder hablar de efectos sobre el pensamiento, es necesario que se dé tanto un dominio de lo que se desea enseñar, como una transferencia o generalización a otros campos. A este respecto, Perkins y Salomon (cit. en [1]) distinguen dos tipos de transferencia: la de bajo nivel (low road) y la de alto nivel (high road). En la primera, para que se dé la transferencia se requiere gran cantidad de práctica y ejercicios en contextos diferentes, a fin de que la habilidad se amplíe a un rango variado de contextos de aplicación. La transferencia de alto nivel se da por una abstracción significativa de los principios y su aplicación a nuevos contextos o situaciones. Mientras que para promover el primer tipo de transferencia se requiere de una práctica repetida y variada, para el segundo tipo se debe ofrecer una instrucción explícita acerca de los principios, así como oportunidades para su ejercicio. Según Perkins, un programa instruccional ideal debe considerar y atender a estos dos tipos de transferencia.

Las diferencias en la concepción de transferencia dificultan la comparación de los resultados de las investigaciones empíricas, como señala Mendelsohn [2], ya que algunos consideran como transferencia o generalización la utilización perfecta de un concepto dentro del mismo campo de experticia. Para otros, transferencia implica pasar de un campo a otro vecino, por ejemplo: de una variable informática a otra matemática.

Por otra parte, al juzgar los efectos se debe diferenciar entre el uso de sistemas, los cuales presentan diversidad tanto en sus objetivos como en sus alcances, tal como se verá más adelante, y las actividades de programación.

A continuación se considerarán los diversos tipos de sistemas en cuanto a sus presupuestos teóricos, sus tipos posibles de efectos y la evidencia empírica de su efectividad, si ésta existe.

Instrucción apoyada en el computador (IAC)

El aprendizaje apoyado en el computador puede considerarse como algo diferente de la IAC, ya que instrucción y aprendizaje no son sinónimos. Mientras que la instrucción implica por lo general la transmisión y asimilación de un conjunto de conocimientos, el aprendizaje envuelve un proceso más amplio, dentro del cual el dominio de un contenido es sólo un aspecto.

La IAC surgió antes de que se consolidara el estudio de la inteligencia artificial y en sus orígenes fue una versión de las máquinas de enseñar propuestas por Skinner. El objetivo

radica en que el estudiante aprenda un contenido y el papel de la máquina se limita a presentar el contenido y a darle retroalimentación al estudiante acerca de si su ejecución fue correcta o no. Aquí la máquina no cumple una función diferente a la que podría cumplir un texto programado. Tanto por el objetivo: adquisición de conocimientos, como por los principios de aprendizaje en los cuales se fundamenta la IAC, no puede estar orientada a desarrollar la inteligencia, tal como señala Escobedo [3].

Aprendizaje apoyado en el computador - (AAC)

Algunos autores como Mariño [4] consideran dentro del AAC (en inglés CAL) aquellos usos del computador que sirven de apoyo al aprendizaje controlado por el alumno, tales como: los sistemas expertos, los tutoriales inteligentes, los juegos de simulación, etc. Otros autores como Nicaud y Vivet [5] consideran que el aprendizaje apoyado en el computador se diferencia de otros sistemas que sólo tienen un conjunto de preguntas y respuestas ya programadas, en que, por ejemplo, los tutoriales tienen una representación del conocimiento y pueden por tanto razonar y responder a una cuestión lógica. A éstos últimos Rominoszowski [6] los considera como lo que podría llamarse instrucción inteligente apoyada en el computador IIAC (en inglés ICAI).

Sistemas expertos

Un sistema experto es "un programa de software que le ayuda al usuario a resolver tareas complejas de razonamiento que normalmente requieren un experto" (Texas Instruments, 1985, cit. en [6]). Según este autor, la mayor parte de los sistemas expertos emulan la pericia humana en un campo pequeño, limitado y estructurado como es el de la toma de decisiones. Estos sistemas sólo contienen unas pocas reglas que no son más que "algoritmos glorificados". Estas reglas pueden ser enseñadas, y de hecho lo son, sin la ayuda de computadores, por ejemplo, con las tablas de decisión. A pesar de esto, Rominoszowski señala que estas ayudas simples tienen un mayor potencial y pueden propiciar un aprendizaje efectivo.

Hay algunos sistemas expertos grandes, como el Mycin, el cual ha sido desarrollado para ayudar en el diagnóstico de enfermedades bacterianas. Estos sistemas emulan la pericia en un campo que es tan complejo que pocas personas podrían ser calificadas de expertas. En este caso el sistema reemplaza a un experto que es escaso y costoso. En los sistemas pequeños, por el contrario, ya que sólo se emulan ciertos niveles de experticia en un campo donde muchas personas son expertas, el sistema no reemplaza a nadie, pero es una ayuda para una rápida y efectiva toma de decisiones.

La mayor parte de los autores insisten en que estos sistemas le deben mostrar al usuario la lógica o el camino para llegar a la decisión. Woods [7] señala que se deben construir programas que vayan más allá y tomen en cuenta la información del consultante, de modo que se lleguen conjuntamente a la solución.

¿Promueven estos sistemas la habilidad para la toma de decisiones? En el caso de que al usuario le presenten sólo la decisión o solución correcta, evidentemente no. Pero otra puede ser la situación cuando se presentan los pasos para llegar a la decisión y la lógica de ésta. En el caso de los sistemas expertos grandes, referidos a un dominio muy amplio, y donde es necesario tener a mano una gran cantidad de información o de variables para la toma de decisiones, probablemente el uso del sistema no mejore las habilidades de quien lo usa. En lo referente a sistemas más pequeños, si los pasos para la toma de decisiones se hacen explícitos y se dan oportunidades de práctica, probablemente se logre la transferencia de alto nivel propuesta por Perkins.

Rominoszowski [6] considera que los sistemas expertos que pretenden ser sólo una herramienta para la solución de ciertos problemas pueden convertirse, en manos de un profesor experto, en un poderoso medio para el aprendizaje, si se facilita el descubrimiento de las estructuras cognoscitivas que contiene la base de conocimientos del sistema. De esta manera, en lugar de ser una amenaza para el pensamiento independiente del estudiante promovería el pensamiento analítico y productivo. El que esto se logre, parecería depender menos, según el autor mencionado, de las características del sistema y más de la existencia de un buen pedagogo, capaz de usar el sistema de una manera activa y flexible.

Sistemas tutoriales inteligentes

Estos sistemas buscan asumir algunas de las funciones de un tutor o profesor. Según Ross [8], deben contener cinco elementos: 1) un conocimiento de la materia, 2) conocimiento del estudiante, éste es, un modelo del estudiante y de la forma en que aprende; 3) conocimiento de las estrategias de enseñanza, 4) conocimiento de cómo aplicar las estrategias de enseñanza a un individuo particular, y 5) un algoritmo, según el cual, dadas las respuestas pasadas y presentes del estudiante, las combine para producir una respuesta tutorial. Esta puede ser del tipo de crítica constructiva u hostil, preguntas, proposiciones socráticas, ejemplos constructivos, etc.

Estos sistemas tan sofisticados son muy costosos y difíciles de construir. Deben poder juzgar qué hacer en caso de que la respuesta dada por el usuario sea satisfactoria y si es insatisfactoria debe proporcionar nuevas actividades de enseñanza. Debido a la dificultad y costo de estos sistemas su uso práctico se justifica en pocos casos, en opinión de Ross (Ibid). A esto se agrega, según Rominoszowski [6], el hecho de que en la literatura existente no se ha mostrado que este alto costo revierta en algún beneficio. Según este autor, de quince programas totalmente desarrollados, sólo cinco se han usado regularmente, y ninguno lo ha sido en gran escala ni ha sido evaluado sistemáticamente.

Nicaud y Vivet [5] concluyen que los sistemas tutoriales inteligentes no pueden hacer por ahora más de un 80% de las tareas de un buen pedagogo humano.

Dados los costos, dificultades de construcción y ausencia de beneficios demostrados, parece improbable que los sistemas tutoriales inteligentes se popularicen en el futuro

próximo. Pero dado que la IA es una ciencia relativamente nueva, es de esperarse que los avances en ésta puedan llevar, en un futuro no muy lejano, a disponer de programas tutoriales inteligentes a costos accesibles y que promuevan un desarrollo de habilidades cognitivas amplias; para ello es necesario integrar en los programas las posibilidades de transferencia de alto nivel propuestas por Perkins.

Aprendizaje de programación

Mendelsohn [2] dedica una revisión a los efectos de la programación sobre el desarrollo de diversas habilidades cognitivas en los niños. Según dicho autor, aprender a programar no implica únicamente aprender unas instrucciones y una sintaxis, sino adquirir una cierta forma de decodificar y analizar los problemas. Del planteamiento anterior pueden deducirse dos tipos de consecuencias: por un lado, el hecho de tener que adquirir el dominio sobre un nuevo sistema, con sus instrucciones y su lenguaje, puede significar una carga adicional para la solución de un problema en un dominio dado, por ejemplo, en geometría. Por otro lado, podría pensarse que una vez adquirido un cierto dominio sobre el sistema de programación, las habilidades desarrolladas en este aprendizaje se transferirán a la solución de problemas del campo en cuestión, en el ejemplo anterior, a la geometría.

Los efectos de la programación en niños se han restringido prácticamente al Logo, ya que este parece ser el lenguaje más difundido. Sin embargo, la investigación empírica no ha sido mucha, pues como anota Mendelsohn (Ibid) ha habido más preocupación por los presupuestos teóricos de Papert y su discusión, que por analizar los efectos del Logo.

Cuando se analizan los efectos de éste sobre un campo limitado de experticia, se ven efectos positivos; se lograría, en términos de Perkins, una transferencia de bajo nivel. Así, Biedault-Delavenne (1983, cit. en [2]) encontró en los estudiantes que habían aprendido Logo una mejoría en la capacidad para utilizar descriptores de desplazamiento. En cuanto a las operaciones lógico-matemáticas, Shultz y col. (1983, cit. en [2]) encontraron que el Logo aceleraba la adquisición de ciertas operaciones lógicas en niños de once a trece años.

Escobedo [3] reporta efectos positivos del Logo sobre el pensamiento formal en un grupo de seis niños estudiados por él. Estos debían aprender a trazar polígonos diferentes. Después de varios ensayos debían formular una hipótesis acerca de cuánto era el ángulo que debía rotar la tortuga para construir la figura. Escobedo encontró tres grupos de niños: los que formularon una hipótesis desde el comienzo, los que al principio se mostraron reacios a formular una hipótesis pero después lo hicieron y finalmente los que no formularon hipótesis alguna. Este estudio, sin embargo, no permite sacar conclusiones, pues por un lado, la muestra es muy pequeña y no se reportan datos acerca de edad, ni del número de sujetos en cada grupo. Por otra parte, el mismo hecho de que al comienzo del entrenamiento hubiera un grupo de niños que pudiera plantear hipótesis nos estaría mostrando que el grupo estaba entrando en el período de operaciones formales y el cambio en el segundo grupo podría deberse a diferentes factores, no necesariamente al Logo en sí. También sería necesario explicar por qué un grupo no avanzó.

En otros dos estudios reportados por Escobedo (Ibid) y en los cuales él fué el investigador principal, se trató de ver cómo se comprenden y utilizan las funciones trigonométricas para resolver el problema de ponerle techo a una casa, y cómo el estadio operatorio en el que se encuentre el niño en cuanto a conservación y medida de longitud afecta la programación en Logo, y ésta a su vez como afectaba la conservación. En ambos casos el autor señala la existencia de resultados positivos, pero de nuevo, la ausencia de datos en el reporte del autor, no permite juzgar el valor de los hallazgos.

En cuanto al desarrollo de habilidades más generales, gracias al aprendizaje de Logo, se supone que programar requiere una serie de habilidades que se van afinando con el aprendizaje mismo de la programación como son: la planeación de la acción, el razonamiento por analogía, la explicitación del conocimiento, la adquisición de heurísticas de resolución de problemas y la capacidad de abstracción. Pea y Kurkland (1984, cit. en [2]) realizaron varios estudios para ver en qué medida el Logo desarrollaba algunas de estas habilidades cognoscitivas más generales. Los resultados fueron bastante pobres, ya que no se logró un efecto importante. Escobedo (1987), después de citar los resultados de Pea y Kurkland concluye: "Podría decirse que hasta el momento no hay resultados que permitan afirmar de una manera contundente que los supuestos de Papert y en general el uso interactivo del computador y sus beneficios tengan respaldo empírico".

Rojas [9], sin embargo, reporta efectos positivos del Logo sobre la creatividad en niños de una escuela rural. Según dicho autor, los niños sometidos al Logo obtuvieron puntajes significativamente más altos en creatividad y auto-concepto que los niños de una escuela similar que no poseía computador. Pero dado que el autor no proporciona datos sobre el tamaño de la muestra, condiciones experimentales, etc. es difícil, de nuevo, juzgar si los resultados positivos se debieron al Logo, a la introducción de una nueva tecnología, a la mayor atención dispensada a los niños, etc.

Un estudio más controlado es el de González [10], el cual además presenta resultados sorprendentes. Ella trabajó con doce jóvenes retardados mentales, cuyo cociente intelectual fluctuaba entre 50 y 70. Los jóvenes fueron divididos al azar en tres grupos: uno que recibió entrenamiento en Logo durante veintiún horas. Un segundo grupo recibió entrenamiento en tareas similares a las del Logo, pero sin el uso del computador. El tercer grupo actuó como grupo de control y no recibió entrenamiento alguno. El propósito de la investigación era determinar si el entrenamiento en Logo mejoraba las habilidades cognoscitivas de estos jóvenes. Con tal fin, los jóvenes de los tres grupos fueron evaluados al comienzo de la investigación con una serie de pruebas piagetianas, a fin de determinar su nivel operatorio; las pruebas evaluaban contenidos del nivel de operaciones concretas. Igualmente fueron evaluados en percepción. En esta primera evaluación se encontró que todos los sujetos se encontraban en el nivel preoperatorio o de transición hacia el período de operaciones concretas. Al final del entrenamiento, se realizó una nueva evaluación en la cual se vió que tres de los cuatro sujetos del grupo Logo habían pasado a un nivel superior. En el grupo de tareas similares al Logo pero sin computador, dos de los sujetos

pasaron del nivel preoperatorio al de transición, otro no cambió de nivel, pero mejoró su puntaje y el cuarto de los sujetos empeoró su ejecución en las pruebas piagetianas. En el grupo de control, un sujeto mejoró, pero el resto empeoró su ejecución en dichas pruebas. En las pruebas de desarrollo perceptivo, los doce sujetos mostraron mejor desempeño en la evaluación final, lo cual podría ser interpretado como un efecto de aprendizaje en resolución de pruebas. Como se puede concluir a partir de los resultados anteriores, tanto el entrenamiento en programación Logo como el entrenamiento en tareas estilo Logo, pero sin computador, produjeron un avance cognoscitivo en los retardados mentales, aunque los resultados con Logo fueron ligeramente superiores. Parece pues que para el caso de éstos, un entrenamiento tipo Logo y preferiblemente con el uso del computador produce un avance cognoscitivo importante. Una investigación similar debe repetirse con niños retardados, en los que se compare la programación Logo con otro tipo de tareas diferentes, para poder concluir si el factor más importante es el tipo de estructura contenido en las tareas de Logo o el entrenamiento adicional proporcionado a los niños retardados. De todas maneras, los resultados son bastante esperanzadores, al menos para este tipo de niños.

Los pobres resultados reportados en la mayoría de las investigaciones, en el empeño de producir efectos sobre el desarrollo cognoscitivo, tanto para el Logo como para otros programas, los atribuye Perkins [1] al hecho de que no se enseñan estrategias generales o modelos mentales para programar, editar o formular preguntas, aunque tales estrategias podrían ser enseñadas y son útiles. En esta medida podría pensarse que no se está promoviendo la transferencia de alto nivel, pero que puede llegar a hacerse.

CONCLUSIONES

En primer lugar, es escasa la investigación empírica orientada a verificar la eficacia del uso de programas o de las actividades de programación sobre el desarrollo de habilidades cognoscitivas.

El uso de sistemas expertos puede contribuir al desarrollo de habilidades cognoscitivas generales cuando al usuario se le enseña el principio general subyacente a la solución de un problema o la estrategia seguida para arribar a la solución, además de proporcionarle oportunidades de práctica. Esta función probablemente la podrán cumplir mejor sistemas referentes a un dominio que no requieran una cantidad excesiva de información o variables para la solución del problema. Los sistemas tutoriales inteligentes, aunque podrían propiciar un desarrollo cognoscitivo de alto nivel, no han demostrado aún su eficacia y están lejos de poder ser utilizados como una herramienta para dicho propósito. En cuanto al aprendizaje de la programación en sí, ha producido hasta ahora resultados sólo en habilidades muy específicas, aunque hay algunas investigaciones alentadoras.

Se requiere por tanto más investigación acerca de los efectos sobre el pensamiento en general y sobre los efectos motivadores que pueda representar para el estudiante el uso de una nueva tecnología. Este solo factor motivacional puede producir mayores ganancias sobre el desarrollo intelectual en comparación con formas tradicionales de entrenamiento.

Esto, sin embargo, debe pesarse frente el costo de las máquinas y sistemas y a la carga cognoscitiva que, según algunos autores, representa tener que dominar un sistema para resolver problemas que podrían ser resueltos sin mucha dificultad prescindiendo de la máquina.

REFERENCIAS

- [1] Perkins, D. (1987) The fingertip effect: How Information Processing Technology Shapes Thinking. Primer Simposio Colombiano Informática, Educación y Capacitación - Memorias. Bogotá: Ceina.
- [2] Mendelsohn, S. (1988) Les activites de programmation chez l'enfant: le point de vue de la psychologie cognitive. Technique et Science Informatiques.
- [3] Escobedo, H. (1987) El uso instruccional vs. el uso interactivo del computador respecto al desarrollo de la inteligencia. Primer Simposio Colombiano Informática, Educación y Capacitación - Memorias. Bogotá: Ceina.
- [4] Mariño, O. (1988) Estado del arte en informática educativa. Boletín de Informática Educativa, 1 (1), 9-25.
- [5] Nicaud, J. J., Vivet, M. (1988) Les tuteurs intelligents: réalisations et tendances de recherches. Technique et Science Informatiques.
- [6] Rominoszowski, A. J. (1987) Expert Systems in Education and Training: Automated Job Aids in Sophisticated Instructional Media? Educational Technology, 27 (10), p.22-29.
- [7] Woods, D. D.(1986) Cognitive Technologies: The Design of Joint Human- Machine Cognitive Systems. The AI Magazine. January, p. 86-92.
- [8] Ross, P. (1987) Intelligent Tutoring Systems. Journal of Computer Assisted Learning, 3, p. 194-203.
- [9] Rojas, C. A. (1988) Uso de computadores en las escuelas rurales de Nemocón. Boletín de Informática Educativa, 1 (1), p.45-47.
- [10] González, A. (1986) Influencia del aprendizaje Logo sobre el desarrollo cognoscitivo y perceptual de jóvenes con retardo mental leve. Bogotá: Universidad de los Andes, Departamento de Psicología, Tesis de grado no publicada..