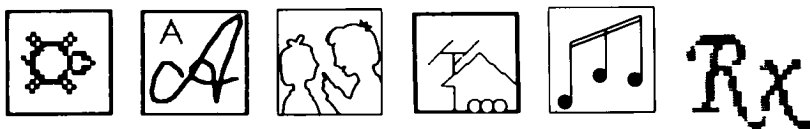


¿Software para hacer pensar? Sobre la yuxtaposición de los sistemas simbólicos

W. Patrick Dickson



Una de las ideas más viejas y resistentes que forman parte del acervo habitual de los críticos de la cultura es la de la competitividad e incompatibilidad de los lenguajes y sistemas de símbolos (palabra-imagen, etc.). Lo que parece ser sólo una manifestación más de la necesidad de zanjar la complejidad de las cosas con la toma de partido y la división entre buenos y malos. Pero las investigaciones de los últimos años sobre creatividad e imagen y ahora sobre el ordenador, nos obligan a revisar la idea y a adoptar una posición más constructiva y optimista. El artículo de Dickson subraya, además de ese aspecto constructivo de la multi-representación, otro valor esencial y no demasiado comentado del ordenador: su capacidad de interlocutor y maestro de ceremonias en ese diálogo constructivo de lengua a lengua. Alumnos y profesores parecen tener un papel más gratificante en esa nueva concepción educativa del ordenador.

Sistemas de símbolos, medios e inteligencias

El punto de vista que aquí se ofrece se basa en gran medida en la investigación empírica sobre interrelaciones entre sistemas de símbolos, inteligencia y medios (Gardner, 1983; Olson, 1970; 1977; Salomon, 1979). En pocas palabras, para mí un sistema de símbolos es algo a medio camino entre la definición de Salomon, centrada en los sistemas de símbolos exteriores a la mente, y la concepción de «inteligencias» múltiples de Gardner, que él sitúa explícitamente en la fisiología del cerebro, fisiología que ha evolucionado para adaptarse a la manipulación de ciertos tipos de símbolos.

Salomon (1979), define un sistema de símbolos como «un conjunto de elementos que se interrelacionan según reglas sintácticas o convenciones y que se adaptan a campos de referencia específicos» (p. 20). Distingue sistemas formales de símbolos con sus reglas sintácticas, como las matemáticas y el lenguaje, y sistemas de símbolos informales, como los que se encuentran en las artes. Los

ejemplos que aquí se incluyen corresponden la mayor parte de las veces a sistemas de símbolos formales ya que son más importantes en educación y se prestan más fácilmente a traducción.

Gardner (1983), defiende una concepción diferenciada de la inteligencia humana; sostiene que existe un número de «inteligencias» diferentes, que se localizan en zonas específicas del cerebro, que se desarrollan más o menos independientemente y cuyo desarrollo depende en gran medida de lo que la cultura valore. En concreto, sugiere que existen al menos seis inteligencias diferenciadas: lingüística, musical, espacial, lógica y matemática (que considera unidas), cines-tésica y social. Cada una de ellas cuenta con su propio sistema de símbolos que representa y transforma información (Olson, 1970, 1977; Salomon, 1979).

Encuentro la definición de inteligencia propuesta por Olson más atractiva que muchas otras: «inteligencia es habilidad en un medio, o más precisamente habilidad en un medio cultural» (p. 193). Mi idea de emplear software para estimular a los alumnos a traducir de un sistema de símbolos a otro se fundamenta en parte en la creencia de que dicha traducción activa puede, hasta cierto punto, mejorar las habilidades en todos los medios, estimular la conciencia metacognitiva de estas habilidades en medios relativamente independientes y favorecer una mejor comprensión del contenido al que se refieren estos sistemas de símbolos (Véase Olson, 1974).

Diez ejemplos de yuxtaposición de sistemas de símbolos

Aunque existen numerosos sistemas de símbolos humanos (Salomon, 1979, cap. 2) esta exposición se centra en sistemas formales que permiten una traducción relativamente directa entre ellos. En la Tabla I, se incluye una lista de

TABLA I
Programas de ordenador que yuxtaponen sistemas de símbolos

Sistemas de símbolos yuxtapuestos	Nombre del programa	Interacción social	Traducción activa
1. Oral-Pictórico	Juego de comunicación oral	++	++
2. Escrito-Pictórico	Juego de comunicación con teclado	++	++
3. Oral-Pictórico	Juego de comunicación con voz	+	+
4. Oral-Escrito	Tratamiento de texto con voz	+	++
5. Matemático-Gráfico	Ecuaciones gráficas		++
6. Procedural-Gráfico	Gráficos de tortuga (Logo)	+	++
7. Aritmético-Pictórico	Cajas de matemáticas		+
8. Músico-Gráfico	Constructor de melodías		+
9. Verbal-Espacial	Wizard of Where	++	++
10. Lógico-Pictórico	Juego de enseñanza de matrices	++	++

Nota. ++ indica un diseño potente para promover la interacción social o la traducción activa. + indica algún incentivo para la interacción social o la traducción activa.

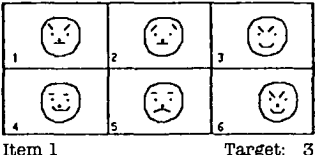
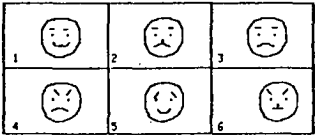
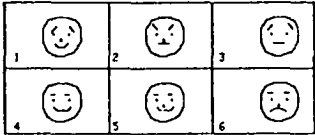
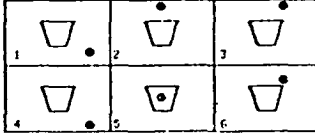
programas de ordenador en los que se yuxtaponen sistemas de símbolos y se estimula la traducción entre ellos. A mi juicio, unos son mejores que otros. Sólo algunos han sido específicamente diseñados para estimular la interacción social. Ninguno ha sido diseñado para centrar la atención metacognitiva en el proceso de la traducción. La mayoría sólo permiten la traducción directa de un sistema a otro, en lugar de directa a inversa. En cualquier caso, ilustran las que considero mejores aproximaciones disponibles de software que hace pensar.

1. Juego de comunicación oral

El lenguaje se emplea, entre otras cosas, para hacer alusiones al mundo exterior. En la investigación sobre técnicas de comunicación se han realizado con frecuencia actividades de comunicación referencial en las que la persona intenta describir un elemento de un grupo de referentes para que otra persona pueda identificarlo (Dickson, 1981). Ejemplos de la comunicación referencial cotidiana son las indicaciones que damos a alguien para que encuentre nuestra casa o las explicaciones sobre cómo volar una cometa.

Durante los últimos años, he llevado a cabo varios estudios empleando un juego de comunicación referencial con un microordenador (Dickson & Bilow, 1982a, 1982b). En este juego aparece en la pantalla un conjunto de seis dibujos. Los dibujos pueden ser caras sonrientes o un balón de baloncesto situado en algún punto determinado cerca de una canasta (arriba, abajo, en un ángulo, etc.) Normalmente juegan dos niños; uno de ellos intenta describir uno de los dibujos para que el otro niño pueda seleccionarlo. En la Figura 1 se muestran

FIGURA 1

Transcripción	Referente
<p>Item 1. Extracto A. Par: HS-1</p> <p>S: Cara humana R: Tiene una nariz S: No R: 1 <u>Correcto!</u> (54 segundos)</p> <p>Item 2. S: No tiene nariz R: Están las cejas rectas o arqueadas S: Arqueadas R: Está amenazando S: No R: 1 <u>Inténtalo de nuevo</u> (108 segundos) S: Tiene ... sonrisa R: 5 <u>Correcto!</u> (49 segundos)</p> <p>Item 3. S: Tiene cejas arqueadas R: Hay una nariz S: N Sí R: Está sonriendo S: Sí R: 1 <u>Correcto!</u> (118 segundos)</p> <p>Item 1. Extracto B. Par: MS-4</p> <p>S: Parece como loco R: Más información S: Parece como loco y que sonríe R: Tiene una nariz S: No R: <u>Correcto!</u> (265 segundos)</p> <p>Item 2. S: Parece como un hombre viejo sin nariz R: Tiene las cejas oblicuas S: Qué quiere decir esa palabra oblicuas R: En ángulo o no niveladas S: Las cejas parecen como tristes R: 5 <u>Correcto!</u> (385 segundos)</p> <p>Item 6. Extracto C. Par: MS-2</p> <p>S: La pelota está cerca de la esquina R: Abajo S: No R: Arriba S: Sí R: Está tocando el objeto S: Sí R: 6 <u>Correcto!</u> (160 segundos)</p>	 <p>Item 1 Target: 3</p>  <p>Item 2 Target: 5</p>  <p>Item 3 Target: 1</p>  <p>Item 6 Target: 6</p>

ejemplos de estos conjuntos (junto con descripciones mecanografiadas que se tratarán en la sección siguiente).

Este juego exige que la información gráfica visualizada en la pantalla se traduzca a un lenguaje oral rico a nivel lógico (sin nariz y con cejas oblicuas), o a un lenguaje espacial (cerca del ángulo superior) de forma que el otro jugador pueda seleccionar sin equivocarse el dibujo escrito.

El análisis del lenguaje utilizado por los niños en estos contextos revela una frecuencia mucho mayor en el uso de preguntas y formas lingüísticas complejas de la que se da en otras actividades escolares, por ejemplo, grupos de lectura (Dickson, 1982). La frecuencia con que los niños piden información a sus compañeros es 25 veces superior en el caso de actividades de comunicación referencial que en el caso de grupos de lectura (Dickson, 1982, p. 145).

La segunda característica de este tipo de software es la creación deliberada de interacción social: una sola persona no puede utilizar este programa. Además, el diseño de la pantalla pretende provocar formas lingüísticas y modelos de interacción social concretos.

2. *Juego de comunicación con teclado*

Una variante del juego de comunicación referencial oral yuxtapone el sistema de símbolos escritos con el sistema de símbolos gráficos. Se diseñó esta versión para que los alumnos con problemas auditivos pudieran comunicarse con el resto de sus compañeros de clase (Brady & Dickson, 1983). Los alumnos introducen sus descripciones en el teclado y éstas se visualizan en pantalla justo debajo del conjunto de referentes. Sometimos a observación a diez pares de alumnos de enseñanza media con y sin problemas auditivos; analizamos sus transcripciones y los entrevistamos. En la Figura 1 se muestra un extracto de las transcripciones (véase para un mayor detalle Brady y Dickson, 1983). El análisis de las transcripciones reveló que en muchas ocasiones los alumnos habían negociado un significado común para las palabras escritas. Por ejemplo, en el extracto B de la Figura 1 muestra al alumno sin problemas auditivos tecleando la pregunta: ¿Tiene cejas oblicuas? y al alumno con problemas auditivos pidiendo más información a través del teclado «¿qué quiere decir la palabra oblicuas?» Desde el punto de vista de este artículo, el intercambio implicaba la traducción de un sistema de símbolos verbal a uno gráfico. En la entrevista, un alumno no sordo dijo: «me he dado cuenta de que él también piensa como yo». Otros alumnos comentaron la dificultad de describir dibujos con palabras que no fueran ambiguas. Es menos probable que se llegue a estas conclusiones cuando es sólo un alumno el que trabaja con el ordenador.

3. *Juego de comunicación con voz*

Los sintetizadores vocales también posibilitan la yuxtaposición de la lengua hablada y de símbolos gráficos. En una variante del juego de comunicación referencial que acabo de describir, dejamos que fuera el ordenador el que hablara (Dickson & Lanz, 1984). Los referentes eran los que aparecen en la Figura 1. En este estudio, se utilizó el microordenador parlante para crear una estrategia cognitiva que la investigación ha demostrado ser eficaz en actividades de comunicación referencial. En concreto, muchos niños de corta edad no parecen darse

cuenta de que la comunicación en estos contextos requiere explicar en qué se diferencia el referente señalado del resto de referentes (Whitehurst & Sonnenschein, 1981).

En este estudio niños de primero y segundo grado escuchaban al ordenador, que modelaba una estrategia cognitiva mientras intentaba describir al niño un dibujo. El ordenador «pensaba en voz alta»: «Hum, cómo puedo describir este dibujo. Ya sé, tengo que explicar en qué se diferencia», y comenzaba a describir el referente con precisión. Tras observar al «ordenador modelo» los niños asumían el papel de hablantes y comenzaban a describir un conjunto de referentes. De acuerdo con la hipótesis planteada, las descripciones de los niños que habían estado expuestos a la estrategia cognitiva del ordenador fueron más precisos que aquellos expuestos a un modelado únicamente descriptivo del ordenador.

La importancia de este ejemplo para desarrollar una eficaz concepción del software que hace pensar reside en su utilidad para ilustrar a pequeña escala la posibilidad de activar estrategias cognitivas para llevar a cabo la traducción entre sistemas de símbolos. Con los sintetizadores vocales económicos que hoy ya existen en el mercado, el software puede aproximarse aún más al papel de un tutor especializado en una materia, de modo que, el alumno observa una representación gráfica mientras el ordenador realiza a la vez la traducción oral de lo que se está observando.

Este tipo de yuxtaposición de representaciones gráficas con instrucciones orales, en lugar de instrucciones escritas, puede ser muy fructífera en prácticas de laboratorio, por ejemplo, donde uno de los mayores obstáculos de la comprensión surge cuando los alumnos deben concentrar su atención en el texto escrito y después desplazar la vista hacia el conjunto de objetos que deben manipularse. En ocasiones se proyectan películas o demostraciones con este fin, pero estos medios no permiten crear ambientes en los que el estudiante debe dar respuestas interactivas que indiquen el éxito de la traducción.

4. Tratamiento de textos con voz

Aunque la investigación ha comenzado a clarificar la relación existente entre el lenguaje oral y el escrito (Olson, 1977), sus hallazgos apenas han sido utilizados en la elaboración de software educativo, en parte porque la aparición de sintetizadores vocales de bajo coste es reciente. Sin embargo, el año pasado comenzó a comercializarse un tipo de software que incorpora un sintetizador vocal al procesador de textos, lo que da lugar a la yuxtaposición del lenguaje escrito y hablado.

El verano pasado observamos a niños utilizando un procesador de textos simple que pronunciaba las frases a medida que los niños las introducían. Durante la observación ocurrió algo curioso. Un equipo de tres alumnos de quinto grado estaba utilizando el sistema para escribir una historia de aventuras. Uno de los niños tecleó, «It was very eciting». A pesar de que los tres observaban la pantalla, ninguno pareció darse cuenta de la falta de ortografía cometida hasta que el sintetizador vocal pronunció la frase en voz alta. En ese momento los tres niños escudriñaron la pantalla. Uno de ellos dijo «Eh, lo has escrito mal». El niño volvió a teclear la frase «It was excited». El ordenador la repitió en voz alta. Esta vez los niños observaron la pantalla y tras un momento de reflexión el tercer niño dijo: «¿Quieres decir exciting?». Después de una animada discusión el equipo decidió escribir «It was very exciting».

Esta anécdota es notable por dos razones. Primera, la yuxtaposición del lenguaje oral, más asimilado y automático, con el escrito, activó un análisis mucho más profundo del texto. Segunda, el ambiente social y lingüístico que surgió entre los tres niños debido a la pronunciación disonante fue más rico en posibilidades de aprendizaje.

Este incidente nos animó a diseñar una variante más versátil del procesador de textos en el Wisconsin Center for Education Research (Dickson, Jatniecks & Ellmann, 1985). El programa se utiliza en un microordenador Apple IIe, y tiene incorporado un Votrax Personal Speech System. Es un programa fácil de usar y lee automáticamente cada frase en cuanto detecta un punto. El programa pregunta al escritor «Quieres cambiarlo o añadirlo a tu cuento». El escritor puede elegir entre que el ordenador le lea todo el cuento o que lo imprima. De acuerdo con los estudios piloto esta actividad es muy motivadora para los niños de la escuela elemental.

En los estudios piloto hemos observado que si se visualiza el texto en pantalla antes de que el ordenador empiece a hablar, la mirada de los niños sigue el texto en la pantalla mientras el ordenador lo lee en voz alta. Aunque los profesores de lengua suelen recomendar a los alumnos que lean sus composiciones en voz alta o que se las lea otra persona, normalmente no se hace. Con un sintetizador vocal es posible prestar más atención a esta recomendación.

En su tesina, Borgh (1984), está explorando los efectos de yuxtaponer el lenguaje hablado y el escrito durante el proceso de la escritura. En concreto, está estudiando los efectos de la retroalimentación oral en la redacción, motivación, calidad de escritura y conciencia de la audiencia, entre alumnos de segundo y quinto grado. Aunque no se pueden predecir los resultados de la investigación, es evidente, que a los niños les atrae enormemente escribir cuando reciben retroalimentación oral. Además, las abundantes anécdotas extraídas de los datos, experimentales prueban que el proceso hace aflorar pensamientos sobre la audiencia de un tipo que podríamos denominar metacognición social.

También otros investigadores han comenzado a explorar los posibles modos de utilizar un procesador de textos con voz. Conozco dos de estos proyectos aunque sin duda deben existir más. El programa «Writing to Read» está diseñado para aprovechar el incipiente conocimiento infantil de la correspondencia entre grafía y fonema para facilitar la adquisición de la lectura. Los niños que todavía no han aprendido a leer teclean palabras en el ordenador, ven los símbolos escritos en la pantalla y oyen los fonemas que el ordenador pronuncia (Rotenberg, 1984). Se ha comprobado que este programa consigue unos logros significativos en el área de lectura, aunque la interacción con el ordenador era sólo uno de los componentes dentro de este proyecto concreto de investigación (Educational Testing Services, 1984).

Aunque el sintetizador vocal se emplee para enseñar a leer, siguiendo la pauta del software para pensar aquí propuesto, de acuerdo con esta concepción de software que estimula a pensar, podría emplearse también esta yuxtaposición para estimular el pensamiento del niño sobre estos dos sistemas de símbolos. Los alumnos de quinto grado a quien observamos emplear la primera versión del procesador parlante disfrutaron tratando de engañar al sintetizador vocal tecleando listas de palabras como «tough rough cough thought» para ver cómo las procesaba. Este tipo de exploraciones tienen cabida en un ambiente lúdico no muy difícil de imaginar.

Otro procesador de texto con sintetizador vocal es el «Talking Screen Textw-

riter» (Rosegrant, 1984). Es capaz de leer letras, palabras, frases o fragmentos de texto. La motivación y el aprendizaje de niños con problemas de aprendizaje o comunicación han aumentado gracias a este programa (Rosegrant, 1984; Trachtman, 1984). Rosegrant resalta asimismo la importancia de que haya un adulto presente cuando se trabaja con el sistema, algo que por un lado puede confundir los efectos desde el punto de vista de la investigación, pero que desde otro punto de vista crea un contexto social rico. Lo que aquí importa es que el sistema de símbolos oral, más automático, se yuxtapone con el sistema de símbolos escritos en un contexto en el que se aprovecha la capacidad del ordenador para capturar la atención, de modo que los niños siguen la representación visual al tiempo que se les proporciona un sistema de apoyo social.

5. Representación gráfica de ecuaciones. Glóbulos verdes (*Green Globbs*)

Pocos alumnos entienden la conexión entre las expresiones matemáticas y su representación gráfica. Escriba en la pizarra una ecuación de una línea o parábola y pregunte a los alumnos qué es lo que «ven» o qué aspecto tendría su representación gráfica. Pocos alumnos son capaces de visualizar estas relaciones, salvo aquellos que estudian materias que manejan estos conceptos. Pero incluso cuando se manejan los conceptos con frecuencia, los métodos usuales de enseñanza no parecen ayudar a los alumnos a pasar con flexibilidad de un sistema de símbolos a otro.

Por ejemplo, me ha decepcionado comprobar que son muy pocos los estudiantes que tras haber aprobado la estadística son capaces de probar convincentemente que entienden el significado de la prueba *t*. Abrumados por la memorización de incógnitas, raíces cuadradas y medias, muchos estudiantes no aprovechan su imaginación espacial para visualizar la representación de la prueba *t*.

Me gustaría que los estudiantes fueran capaces al licenciarse de comunicar el significado de una prueba de diferentes sistemas de símbolos, incluidas la representación visual, la descripción verbal, el algoritmo informático y el software para fines estadísticos.

Existe un software que yuxtapone sistemas de símbolos espaciales (o gráficos) y matemáticos que podría ayudar a activar la imaginación visual del alumno. Un ejemplo son los «Glóbulos verdes» (Dugdale & Kibbey, 1983). Este programa permite introducir ecuaciones lineales y de segundo grado y observar su representación gráfica. (El juego consiste en escribir ecuaciones cuya representación gráfica atraviese los glóbulos verdes).

Según el manual de instrucciones el objetivo del programa es ayudar a los alumnos a «ampliar su conocimiento sobre la representación gráfica de ecuaciones» (p. 5). Nótese que el principal propósito de la yuxtaposición en este caso parece ser mejorar la enseñanza de contenidos, en lugar de enseñar específicamente los propios sistemas de símbolos humanos, un punto sobre el que volveré más adelante.

6. Gráficos Tortuga y Logo

Quizá haya sido Papert (1980), quien más impulso haya dado a la idea de que el ordenador puede emplearse para cambiar radicalmente la educación. En su libro *Mindstorms* crea una apasionante visión de micromundos donde los alumnos «no sólo aprenden, sino que aprenden a aprender» (p. 177). Aunque Pa-

pert trate de música y arte, es la programación en Logo con gráficos tortuga lo que ha despertado mayor interés entre los educadores. Los niños empiezan a programar en Logo dando instrucciones a una tortuga, por ejemplo «Forward 10» y «right turn 90» (10 hacia delante y gira a la derecha 90°) mientras observan el desplazamiento de la tortuga en la pantalla. (No se necesita Logo para hacer gráficos tortuga. Los programas en Basic o Pascal pueden emular la tortuga de Logo). A veces, antes de realizar esta actividad, los niños controlan una tortuga robot o imitan los pasos con su cuerpo.

Los gráficos tortuga pueden considerarse un caso especial dentro de la noción más amplia de yuxtaponer sistemas de símbolos que aquí se propone. Según esta perspectiva, los gráficos tortuga yuxtaponen dos sistemas de símbolos en un contexto que requiere traducción activa de uno a otro, concretamente de una imagen espacial mental a las instrucciones escritas necesarias para llevar esta imagen a la pantalla. Según cómo se enfoque o se presente el problema, la traducción puede ir del símbolo escrito al espacial o del espacial al escrito. Una consecuencia fortuita de que uno de los dos sistemas sea visual es que una representación visual fomenta, de un modo natural, el tipo de interacción social entre los alumnos por la que se aboga en este artículo, algo que los resultados obtenidos en las observaciones realizadas apoyan sin reservas (Hawkins, Sheingold, Gearhart & Berger, 1982).

7. *Cajas de matemáticas (Mathboxes)*

En los últimos años se ha empezado a prestar atención al desarrollo de la capacidad aritmética de los niños (Carpenter, Moser & Tomberg, 1982; Gelman & Gallistel, 1978). Uno de los principales aspectos contemplados en estas investigaciones es que los niños de corta edad desarrollan sistemas informales para realizar ejercicios de aritmética que comienzan con la manipulación concreta de objetos y el empleo de los dedos para contar (Siegler, 1984). Sin embargo, muchos niños tienen dificultades a la hora de traducir sus sistemas informales concretos a las matemáticas formales, un requisito necesario para resolver frases numéricas como « $4-2=2$ » (Carpenter & Moser, 1982). El amplio uso de materiales manipulativos en las actividades matemáticas primarias tiene por objeto ayudar a los niños a comprender esta relación entre representaciones concretas y formales.

Moser y Carpenter (1982), diseñaron un programa de microordenador llamado «Mathboxes» para ayudar a los niños a ver la correspondencia entre frases numéricas formales y su representación física. En este programa, el niño tecldea un número que se representa en la pantalla acompañado de bloques. Después el niño tecldea un operador, por ejemplo, un signo de restar, seguido de otro número. En el caso de la sustracción, los bloques posteriores al signo de restar se colocan en otro lado de la pantalla. Así, el niño observa la representación de la operación concreta simbolizada en notación matemática formal, igual que los estudiantes de cursos superiores pueden ver el significado espacial de ecuaciones matemáticas en el programa Glóbulos Verdes.

8. *Representación espacial y musical*

La música se presta a ser representada mediante notaciones simbólicas que, por lo general, expresan el tono mediante algún tipo de correspondencia espa-

cial entre las notas u otros símbolos (Gardner, 1983, cap. 6). En un análisis de 40 programas musicales existentes en el mercado, hallamos algunos ejemplos del buen uso de la capacidad gráfica del microordenador para plasmar esta correspondencia entre tono y relación espacial (Dickson & Gillingham, 1984). Un programa simple, el «Melody Maker» (Scholastic, 1984), permite al niño introducir una melodía en un teclado de dos octavos pulsando las teclas del ordenador. La melodía se visualiza en pantalla en una notación musical estándar o en un gráfico de barras coloreado, similar a la línea de cielo de una ciudad donde la altura corresponde al tono.

Otro programa más sofisticado, que yuxtapone varios sistemas de símbolos con música es el llamado «Musicland» (Syntauri, 1984). Este programa permite crear representaciones icónicas de «ideas» musicales empleando una palanca de juegos (*joystick*) o de un tapete táctil. Estas formas se convierten en notas en un pentagrama y suena la música. Es posible mover, extender, reducir o invertir las formas en la pantalla. El programa «Musicworks» (Mayden, 1984), presenta un «panorama gráfico» de una melodía que se asemeja a un paisaje, junto con la notación musical estándar (véase Mace, 1985). «Songwriter» yuxtapone la imagen de una pianola con música. La pianola emplea un rodillo con perforaciones; el usuario diseña su «rodillo» y compone una melodía. El rodillo puede bobinarse y rebobinarse y la melodía se puede guardar o editar. Bardige y Wantman (1983) describen Songwriter como «un instrumento que los alumnos pueden emplear para alcanzar una comprensión visual y táctil de la música» (p. 3).

A pesar de la considerable polémica que mantienen los profesores de música sobre si se debería enseñar a los alumnos a pensar sobre el significado de la música en términos concretos (por ejemplo, ¿debería visualizarse un moscardón cuando se oye «El vuelo del moscardón?»), mi opinión es que el software aquí descrito puede favorecer el aprendizaje musical mucho más que las odiosas lecciones de piano que tome de pequeño.

9. «Wizard of Where»

Los dos últimos ejemplos que voy a describir llaman la atención por su diseño deliberado para provocar modos específicos de interacción entre niño y adulto. Se visualizan en pantalla mensajes que animan al adulto (o al niño que sabe leer) a plantear el tipo de pregunta abierta que según lo que nos dice la investigación, favorece el aprendizaje (Price, Hess & Dickson, 1983).

El programa llamado «Wizard of Where» pretende que el adulto (padres o profesores) hable con el niño de corta edad sobre conceptos espaciales (Dickson & Conrad, 1984). El juego consta de ejemplos concretos sobre 14 pares de conceptos, tales como dentro-fuera y junto-separado. Por ejemplo, en la parte superior de la pantalla un gráfico muestra un pez dentro de una pecera en el lado izquierdo y un pez fuera de una pecera en el lado derecho. Estos conceptos verbales están escritos en la pantalla, junto con preguntas que el adulto formula en el momento apropiado: «¿en qué se parecen?, ¿en qué se diferencian?». Durante el juego, que incluye peripecias para salvar animales de cebos, los niños colocan ejemplares adicionales de los conceptos en los grupos correspondientes en la parte superior de la pantalla.

Los estudios piloto apuntan que el uso de estos programas puede aumentar la frecuencia con que los padres (o profesores) y los niños hablan sobre el significado de estas palabras. Estas conversaciones en que se cuenta con ejemplos

claros de los conceptos, son escasas en la vida diaria, pese a que buena parte de los investigadores estén convencidos de que los niños adquieren el significado de las palabras mediante ejemplos de este tipo.

10. *Juego de clasificación de matrices. (Matrix Sorting Game).*

Otro ejemplo de software diseñado para provocar diferentes modos de interacción entre adulto y niño es el «Matrix Sorting Game», creado por Michlowski (1984). Basado en las investigaciones sobre la interacción entre madre e hijo que demuestran la eficacia pedagógica de ciertos tipos de preguntas de las madres (Price & Dickson, 1983; Wood, Wood & Middleton, 1978). En este programa la madre debe enseñar al hijo a colocar las figuras en filas y columnas de forma que, por ejemplo, los vehículos y animales (filas) se crucen según el medio en el que se desplacen (columnas).

En la parte inferior de la pantalla aparecen sugerencias sobre el tipo de pregunta que la madre debe formular para enseñar al niño. A las madres del grupo experimental se les pidió que hicieran preguntas abiertas con esta estructura: «¿dónde hay que colocar esta figura?», en contraste con el grupo de control al que se le dieron mensajes generales. Michlowski (1984), analiza las transcripciones en las que se aprecian las distintas maneras en que las madres enseñaron la tarea siguiendo estos dos tipos de mensajes. A partir de este análisis confía probar que el esquema de verbalización entre madre e hijo puede modelarse mediante este tipo de mensajes. Muchos programas de participación de padres intentan cambiar su estilo de enseñanza de manera que incluyan preguntas más abiertas. Este estudio puede tener aplicaciones en la creación de contextos en los que la actividad misma, y no la madre o el instructor, dé lugar a la interacción.

Razones teóricas y empíricas para yuxtaponer sistemas de símbolos

Ninguno de los diez ejemplos descritos representa a la perfección mi tipo ideal de software que hace pensar. No obstante, constituyen una base concreta sobre la que discutir las razones teóricas y empíricas por las que puede ser de interés educativo yuxtaponer sistemas de símbolos. Gran parte de las razones son indirectas, dado que el software descrito aún no ha sido sometido a una investigación rigurosa. Incluso cuando se ha investigado, como en el caso de la programación con Logo (véase Clements & Gullo, 1984; Lepper, 1985, p. 12), la investigación no se ha enfocado desde la perspectiva de los sistemas de símbolos. A continuación intentaré demostrar cómo esta perspectiva, aun siendo diferente está en relación con otras corrientes teóricas y de investigación y citaré hechos indicativos de los efectos potenciales de dicho software.

Definición formal del software para hacer pensar

He aquí una definición formal de la clase de software descrito en este artículo: el software para hacer pensar tiene el objetivo de yuxtaponer dos sistemas de símbolos culturalmente valorados para que los estudiantes se impliquen en la traducción activa de un contenido educativo relevante entre ambos sistemas, en un contexto social. Este contexto social implica un grupo de alumnos que interactúa verbalmente tanto sobre el contenido expresado en los sistemas de símbolos como sobre el proceso de traducción, con propósito deliberado de estimular la conciencia metacognitiva del estudiante sobre el papel de los distintos

sistemas de símbolos en la resolución de problemas y en la expresión creativa. Ambos sistemas de símbolos deben prestarse a traducciones sin ambigüedades (Salomon, 1979).

Contraste con tres perspectivas teóricas

Aunque esta definición tiene mucho en común con la investigación sobre medios, sistemas de símbolos e inteligencia, se diferencia en tres aspectos fundamentales. Primero, el tipo de software aquí propuesto está diseñado para ayudar a los alumnos a comprender la relación entre los sistemas de símbolos, mientras que gran parte de las investigaciones se han dirigido a demostrar que estos sistemas son distintos (bien sea entre diversos individuos o entre distintos medios). En segundo lugar, buena parte de la investigación sobre sistemas de símbolos se ha orientado a la búsqueda de un sistema de símbolos óptimo para transmitir contenidos a individuos con habilidades determinadas, o a la combinación óptima de sistemas de símbolos para transmitir contenidos a una audiencia lo más amplia posible, como en el caso de los medios de comunicación. En tercer lugar, salvo escasas excepciones, la investigación y el desarrollo de medios educativos o la investigación educativa, no ha pretendido centrar la atención del alumno en el sistema de símbolos como objeto de estudio. Comentaré brevemente estos tres puntos en relación con las tres principales corrientes de investigación.

Diferencias respecto a la investigación sobre los efectos de los medios

Es preciso diferenciar nuestra propuesta de software que yuxtapone dos sistemas de símbolos del planteamiento general de los investigadores y diseñadores que trabajan para la televisión y los medios cinematográficos (Salomon, 1979). Uno de los principales objetivos de esta corriente investigadora ha sido el definir la «redundancia» a emplear para comunicar un mensaje a una audiencia lo más amplia posible. Puede argüirse que uno de los riesgos de la redundancia o de las presentaciones educativas excepcionalmente bien hechas es que dan hecho el trabajo intelectual al estudiante (véase Cronbach & Snow, 1977, p. 282).

Aunque la investigación sobre los medios que hacen pensar (véase Salomon, 1979) tiene mucho que aportar al software aquí presentado, conviene tener en cuenta que la meta principal de los profesionales del diseño de medios educativos es conseguir transmitir el contenido, no centrar la atención del estudiante en el medio.

Diferencias con la investigación psicométrica

La corriente de investigación psicométrica, incluida la investigación sobre interacciones entre aptitud y aprendizaje (Cronbach & Snow, 1977), puede ayudarnos a decidir cómo diseñar el software aquí propuesto. Pero debe quedar bien entendido que fundamentalmente las investigaciones basadas en el modelo ATI se han centrado en el modo en que las aptitudes (como la capacidad verbal o la espacial) influyen en el aprendizaje de algo distinto (como la geometría). El presente proyecto persigue el diseño de software que trata de brindar al estudiante una oportunidad para desarrollar específicamente aptitudes propias mediante el recurso de revelar intencionada y explícitamente las correspondencias entre diferentes sistemas de símbolos humanos. Tal vez dichas experiencias fomenten el desarrollo de capacidades generales o espaciales que contribuyen al aprendizaje de otras materias, pero el principal objetivo es estimular a los alumnos para que piensen sobre cómo piensan. Creemos que es especialmente importante distinguir nuestra propuesta del enfoque ATI, dada la casi inasible com-

plejidad de estas interacciones revelada por la investigación así como la incapacidad para descubrir hasta ahora los efectos de las capacidades especializadas (Cronbach & Snow, 1977, especialmente cap. 9).

Diferencias respecto a la teoría de inteligencias múltiples de Gardner

Este proyecto de software para pensar está en deuda con el trabajo de Gardner (1983) que ha conseguido que tomemos conciencia de la diversidad de las capacidades humanas. Gardner plantea la pregunta fundamental respecto al currículum. «¿Hay que trabajar a partir de los puntos fuertes del individuo, hay que trabajar sobre las deficiencias o hay que seguir un camino intermedio?»

Gardner parece inclinarse hacia una concepción del currículum confeccionado a la medida de los puntos fuertes de la persona y propugna la realización de pruebas completas, aunque informales, para identificar el perfil de los individuos. Tengo serias dudas sobre el sentido práctico y la prudencia de este planteamiento. Además, dado el interés de Gardner por establecer la interdependencia de las distintas inteligencias en su trabajo, no sorprende que preste poca atención al punto de vista que yo sostengo, que es que, al menos en el currículum general, el esfuerzo mayor debería tender a exponer a todos los alumnos a toda la amplia gama de sistemas de símbolos y sus interrelaciones. Incluso en el caso de estudiantes con capacidades excepcionales en un determinado sistema de símbolos, una educación general de la gama de sistemas de símbolos (e inteligencia) puede aportar mucho.

Investigaciones sugerentes

Resnick (1982), describe los efectos de un método de enseñanza que se ajusta a mi idea de yuxtaponer sistemas de símbolos. El método «obliga al niño a hacer equivalencias a nivel operativo entre sustracción de bloques y sustracción escrita. El método requiere que el niño realice el mismo problema empleando los bloques de Dienes y la escritura, alternando las dos representaciones» (pp. 149-150). Resnick indica que las respuestas de los niños a las preguntas que se les hacían parecían indicar que entendían por qué funcionaba el algoritmo.

Olson e Ives (1983) describen un experimento en el que se enseñaba a niños de corta edad a resolver la tarea espacial piagetiana de «las tres montañas» bien describiendo oralmente la perspectiva de una máquina de fotos, bien eligiendo una foto que mostrara la posición de la máquina. Los niños a los que se pidió que verbalizaran las orientaciones espaciales superaron sustancialmente a los niños que sólo eligieron una foto. Este ejemplo y el informe de Resnick (1982) demuestran que la investigación llevada a cabo sin emplear programas de ordenador también puede aportar información útil a nuestro tema.

Aspectos teóricos y conceptuales a tener en cuenta en la preparación de encuentros sociales

Muchas teorías sobre el desarrollo humano han considerado importante la interacción social en el desarrollo social y cognitivo (Piaget, 1926; Vygotski, 1862). Piaget resalta la importancia de la interacción con los iguales mientras que Vygotski resalta la importancia de la interacción con el adulto. En mi opinión, la cuestión esencial de la calidad de la interacción, en lugar de las características de los participantes. Esto remite a mi planteamiento sobre la importancia de diseñar software que estimule la interacción social, en especial el tipo

de software que fomente la interacción en la que se yuxtaponen sistemas de símbolos (Dickson, 1982; Dickson & Vereen, 1983). Además, visto que en un futuro predecible la capacidad del software para comprender y producir lenguaje natural continuará siendo limitada es importante que el software utilice y se aproveche de la comunidad lingüística de usuarios para proporcionar elaboración y retroalimentación.

Lepper (1985), ha señalado que las tecnologías nuevas tienen, con frecuencia, efectos inesperados. En el caso de introducir microordenadores en las aulas, parece que los efectos de este hecho sobre la dinámica social de la clase son más significativos que el aprendizaje que provoca directamente el ordenador. Hawkins, Sheingold, Gearhart y Berger (1982), han demostrado que los niños prestan mayor colaboración cuando trabajan con ordenadores que cuando realizan otras actividades escolares. Escribir con un procesador de textos puede crear redes sociales ricas (Levin, Riel, Rowe & Boruta, en prensa). Igualmente Borgh y Dickson (en prensa) han comprobado que los niños de preescolar se implican más en la interacción social cuando emplean ordenadores. Por tanto, no concedo gran crédito a la hipótesis de que el ordenador podría obstaculizar el desarrollo social.

Precauciones, demandas y cauteloso optimismo

En este ensayo se ha propuesto una concepción del software que asimila categorías tradicionales como la simulación, el juego y el ejercicio y la práctica. Es fácil imaginar ejercicios y prácticas de traducción entre sistemas de símbolos o juegos de simulación que requieran traducción.

Creo que las experiencias de traducir entre sistemas de símbolos, en especial en la medida en que el alumno es consciente del proceso, puede contribuir al desarrollo de la capacidad metacognitiva y de las técnicas resolutorias de problemas de mayor envergadura (Flavell, 1979). Las ideas aquí propuestas se orientan hacia lo que Norman (1980) caracterizaba como una disciplina de ingeniería cognitiva y hacia el establecimiento en el currículum académico del estudio del propio pensamiento. Espero que en el futuro se enseñe a los alumnos a pensar sobre su pensamiento. Por poner un ejemplo, sólo tengo seguridad de que comprendo un concepto estadístico si puedo visualizarlo —algo que mis colegas comparten (aunque no todos ellos)—. La afirmación de Papert (1980) de que su comprensión de las matemáticas descansa en visualizar engranajes, es una idea parecida. Tal vez todos tengamos nuestras propias modalidades favoritas —lenguas maternas, si se prefiere— pero todos somos capaces de aprender más lenguas. Si como Turkle predice, los ordenadores van a cambiar el modo en que pensamos sobre nosotros mismos, intentemos que el cambio nos ayude a tomar mayor conciencia de las múltiples capacidades que poseemos.

No contamos con datos suficientes para apoyar o desechar estas especulaciones, pero contamos con anécdotas esperanzadoras y éxitos tentativos que permiten mantener el optimismo con cierta cautela. Después de todo el microordenador Apple II entró en escena hace sólo 8 años.

Referencias

- BARDIGE, A. y WANTMAN, S. (1983). *Song-writer manual*. Tarrytown, NY: Scarborough Systems.
- BORGH, K. M. (1984). *The effects of computer-generated spoken feedback on young children's writing with a word processor*. Tesis doctoral inédita, University of Wisconsin, Madison.
- BORGH, K. M. y DICKSON, W. P. (en prensa). Two preschoolers sharing one microcomputer: Creating prosocial behavior with hardware and software. En P. F. Campbell y G. G. Fein (Eds.). *Young children and micro computers: Conceptualizing the issues*. Reston, VA, Reston Publishing.
- BRADY, M. E. y DICKSON, W. P. (1983). A microcomputer communication game for hearing-impaired students. *American Annals of the Deaf*, 128, 835-841.
- CARPENTER, T. P. y MOSER, J. M. (1982). The development of addition and subtraction problem-solving skills. En T. P. Carpenter, J. M. Moser y T. A. Romberg (Eds.), *Additions and subtractions: A cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- CARPENTER, T. P., MOSER, J. M. y ROMBERG, T. A. (Eds.) (1982). *Addition and subtraction: A cognitive perspective*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- CLEMENTS, D. H. y GULLO, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76, 1051-1058.
- CRONBACH, L. J. y SNOW, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods*, Nueva York: Wiley.
- DICKSON, W. P. (1981). Referential communication activities in research and in the curriculum: a meta-analysis. En W. P. Dickson (Ed.) *Children's oral communication skills*. Nueva York, Academic Press.
- (1982). Creating communication-rich classroom. En L. C. Wilkinson (Ed.) *Communicating in the classroom*. Nueva York, Academic Press.
- (1985, February). Buyer's guide to keyboard alternatives. Touch tablets, light pens, mice, and software. *Family computing*, 3 (2), 47-51.
- DICKSON, W. P. y BILOW, C. (1982a). *The microcomputer communication game*: (Release 5.0. Technical manual). Madison, Wisconsin Center for Education Research.
- (1982b). *The microcomputer communication game: Typing version* (Release 7.1. Technical manual). Madison: Wisconsin Center for Education Research.
- DICKSON, W. P. y BORGH, K. (1983, November). Software for preschoolers, *Family Computing*, 1 (3), 66-67.
- DICKSON, W. P. y CONRAD, J. R. (1984). *Manual for Wizard of Where program*. Manuscrito inédito.
- DICKSON, W. P. y GILLINGHAM, M. G. (1984, July). Sing a song of software. *Family computing*, 2 (7), 39-43.
- DICKSON, W. P., JATNIEKS, D. y ELLMANN, C. (1985). *The talking word processor. An unpublished microcomputer program*. Madison: University of Wisconsin, Center for Education Research.
- DICKSON, W. P. y LANTZ, M. (1984). *Modeling communication strategies with a talking microcomputer*. Manuscrito inédito. University of Wisconsin, Center for Education Research.
- DICKSON, W. P., NEAL, V. A. y GILLINGHAM, M. G. (1984). A low-cost multimedia microcomputer system for educational research and development. *Educational Technology*, 23, 20-22.
- DICKSON, W. P., NEAL, V. A., JATNIEKS, D. y ELLMANN, C. (1984). *Campaign for Congress (A microcomputer simulation game)*. Madison, WHA-TV.
- DICKSON, W. P. y VEREEN, M. A. (1983). Two students at one microcomputer. *Theory into practice*, 22, 296-300.
- DUGDALE, S. y KIBBEY, D. (1983). *Graphing equations*, Iowa City, Conduit.
- EDUCATIONAL TESTING SERVICE (1984). *The ETS evaluation of writing read*. Princeton, NJ: Author.
- FLAVELL, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- GARDNER, H. (1983). *Frames of mind*. Nueva York, Basic Books.
- GELMAN, R. y GALLISTEL, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- HAYDEN, Inc. (1984). *Musicworks*. Hasbrouck Heights, NJ: Hayden Software.
- HAWKINS, J., SHEINGOLD, K. GEARHART, M. y BERGER, C. (1982). Microcomputers in schools: impact on the social life of elementary classrooms. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 3, 361-373.
- LEPPER, M. R. (1985). Microcomputer in education: Motivational and social issues, *American Psychologist*, 40, 1-18.
- LEVIN, J. A., RIEL, M. M., ROWE, R. W. y BORUTA, M. J. (en prensa). Muktuk meets jacuzzi: computer networks and elementary school writers. En S. W. Freedman (Ed.), *The acquisition of written language: revision and response*, Hillsdale, NJ: Ablex.
- MACE, S. (1985). Electronic orchestras in your living room. *InfoWorld*, 7(12), 29-35.
- MICHLAWSKI, A. T. (1984). *Modifying parent-child verbal interaction with microcomputer software*. Tesis doctoral inédita. University of Wisconsin, Madison.
- MOSER, J. M. y CARPENTER, T. P. (1982). *Using the microcomputer to teach problemsolving skills: program development and initial pilot study*. Working paper No. 328. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- NORMAN, D. A. (1980). Cognitive engineering and education. En D. T. Tuma y F. Reif (Eds.). *Problem solving and education*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- OLSON, D. R. (1970). *Cognitive development: the child's acquisition of diagonality*. Nueva York, Academic Press.
- (1974). Media models and symbolic systems: The forms of expression and communication. En D. R. Olson (ed.). *Media and symbols: the forms of expression, communication and education* (73rd Yearbook of the National Society for the Study of Education). Chicago: University of Chicago Press.
- (1977). From utterance to text: the bias of language in speech and writing. *Harvard Educational Review*, 47, 257-281.
- OLSON, D. R. e IVES, W. (1983). The development of strategies for coordinating spatial perspectives of an array. En D. R. Olson y E. Bialystok (Eds.). *Spatial cognition: the structure and development of mental representations of spatial relations*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- PAPERT, S. (1980). *Mindstorms: Children computers, and powerful ideas*. Nueva York, Basic Books.
- PIAGET, J. (1926). *Language and thought of the child*. Nueva York, Harcourt Brace.
- PRICE, G. G., HESS, R. D. y DICKSON, W. P. (1981). Processes by which verbal-educational abilities are affected when mothers encourage preschools children to verbalize. *Developmental Psychology*, 17, 554-564.
- RESNICK, L. B. (1982). Syntax and semantics in learning to subtract. En T. P. Carpenter, J. M. Moser y T. A. Romberg (Eds.). *Addition and subtraction: A cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- ROSEGRANT, T. J. (1984). Fostering progress in literacy development: Technology and social interaction. *Seminars on Speech and Language*, 5(1), 47-57.
- ROTENBERG, L. (1984). Two nationwide programs that use computers to teach reading. *Teaching and Computers*, 16-19.
- SALOMON, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning*. San Francisco: Jossey-Bass.
- SCARBOROUGH Inc. (1984). *Songwriter*. Tarry-town, NY: Scarborough Systems.
- SCHOLASTIC Inc. (1984). *Melody Maker. A microcomputer program*. Englewood Cliffs NJ: Author.
- SIEGLER, R. S. (1984, August). *Development in destiny*. Paper presented at the American Psychological Association Convention, Toronto.
- SYNTAURI Corp. (1984). *Musicland*. San Mateo, CA: Syntauri Corporation.
- TRACHTMAN, P. (1984). Putting computers into the hands of children without language. *Smithsonian*, 14 (11), 42-50.
- TURKLE, S. (1984). *The second self: computers and the human spirit*. Nueva York: Simon & Shuster.
- VGOTSKY, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.
- WHITEHURST, G. J. y SONNENSCHIN, S. (1981). The development of informative messages in referential communication: knowing when versus knowing how. In W. P. Dickson (Ed.) *Children's oral communication skills*. Nueva York, Academic.
- WOOD, D., WOOD, H. y MIDDLETON, D. (1978). An experimental evaluation of four face-to-face teaching strategies. *International Journal of Behavioral Development*, 1, 131-147.

¿Software para hacer pensar? Sobre la yuxtaposición de los sistemas simbólicos. P. Dickson. CL&E, 1989, 3-4, pp. 23-37.

Resumen

Expuesta brevemente, la tesis que se defiende en este artículo es que la potencialidad del ordenador para proporcionar una traducción rápida entre distintos sistemas de símbolos (por ejemplo, orales, verbales, gráficos) en un contexto socialmente significativo, proporciona una oportunidad única para que los alumnos enriquezcan sus capacidades metacognitivas y su conciencia social, y para que desarrollen su competencia en el suelo de sistemas simbólicos culturalmente valorados de cara a la resolución de problemas y para expresarse creativamente. Estos valiosos resultados pueden obtenerse mediante el «software que hace pensar», es decir, aquellos programas en que se yuxtaponen sistemas de símbolos en un contexto social de aprendizaje y donde los estudiantes discuten activamente sobre el proceso de solución del problema.

Abogaré en este artículo por el diseño deliberado de programas que yuxtapongan dos sistemas de símbolos para estimular al estudiante a traducir conceptos de un sistema a otro. En segundo lugar, voy a defender que el software diseñado con este propósito tendrá más éxito, ya que crea encuentros sociales entre los alumnos que provocan la discusión y el empleo activos que estos sistemas de símbolos. Esta concepción de software generador de pensamiento se opone a las categorizaciones tradicionales (ejercicios y prácticas) y subsume por ejemplo como una de sus modalidades especiales la programación en Logo con los «gráficos tortuga».

Datos sobre el autor:

W. P. Dickson es Profesor Asociado de investigaciones sobre el niño y la familia en el Centro para la Investigación Educativa de Wisconsin. Sus áreas de interés son los usos educativos del ordenador y el desarrollo infantil.

Dirección:

University of Wisconsin at Madison. 1430 Linden Drive, Madison, Wisconsin 53706 USA.

Artículo original:

Thought-provoking software: Juxtaposing symbol systems. *Educational Researcher*, 1985, May, 30-38. Reproducido con autorización de W. P. Dickson y de *Educational Researcher*. Traducción de Begoña Jiménez, © CL&E, 1989.

© de todos los artículos. Deberá solicitarse por escrito autorización de CL&E y de los autores para el uso en forma de facsímil, fotocopia o cualquier otro medio de reproducción impresa. CL&E se reserva el derecho de interponer las acciones legales necesarias en aquellos casos en que se contravenga la ley de derechos de autor.
