

RECURSOS MULTIMEDIA
Y EL LIBRO DE TEXTO GRATUITO:
ENTRE LAS HERRAMIENTAS UNIVERSALES
Y LOS DESARROLLOS *AD-HOC*

TERESA ROJANO

Departamento de Matemática Educativa

Centro de Investigación y Estudios Avanzados

Este capítulo tiene el propósito de hacer una reflexión sobre lo que significa la incorporación de recursos multimedia a algunos libros de texto gratuitos (LTG) y a las prácticas de aula. Abordaré el tema a partir de mi propia experiencia, tanto en proyectos de investigación como de desarrollo de uso de tecnología en la educación matemática y en la enseñanza de las ciencias (Rojano 2006, pp. 13-23) así como a partir de mi cercanía con el proceso de producción de materiales digitales para el programa Enciclomedia. En este caso, mi cercanía fue con los académicos especialistas en esas dos disciplinas y aunque no participé directamente en los desarrollos, sí intercambié con ellos ideas e inquietudes que a su vez surgían en el proceso paralelo de producción de los recursos para el proyecto del nuevo modelo de la Telesecundaria, en el cual sí estuve involucrada como asesora académica en todas sus etapas.

El programa Enciclomedia ha sido probablemente uno de los proyectos gubernamentales más ambiciosos de incorporación de tecnología a las aulas de educación básica y su modalidad consiste en vincular a los LTG un amplio repertorio de materiales didácticos interactivos. No me referiré en este escrito a los aspectos relacionados con el proceso de implementación del programa en el sistema educativo, como son la compra e instalación de equipos de cómputo y proyección, ya que no establecí contacto directo con dicho proceso y la información a la que tuve y tengo acceso es la misma que se puede encontrar en la prensa y en varios sitios de internet.

INFRAESTRUCTURAS REPRESENTACIONALES

Cuando se escribe sobre el tema del papel de la tecnología en la educación, se corre siempre el riesgo de que los conceptos expuestos ya hayan dejado de tener vigencia o relevancia, debido a la velocidad con la que evolucionan las innovaciones tecnológicas. Sin embargo, hay una perspectiva desde la cual se pueden identificar aportaciones actuales y significativas, no perentorias, de la tecnología en los terrenos del aprendizaje y de la enseñanza. Se trata de la perspectiva de la historia de las representaciones.

En la historia de la humanidad se han introducido diversas infraestructuras de representación como son el lenguaje natural, los sistemas numéricos, los sistemas computacionales y la notación algebraica, las cuales nos han dado la posibilidad de registrar, transferir y grabar diversos tipos de información, apoyando así a las capacidades del cerebro humano. Las tecnologías digitales pueden verse como la más reciente y poderosa infraestructura representacional introducida por la especie humana, para la exposición del pensamiento, la comunicación, la realización de cálculos y el apoyo al razonamiento. Estas tecnologías también pueden verse como herramientas que ejecutan procesos que los humanos ya no tendrán que realizar y como la posibilidad generalizada de acceder al manejo de ciertos sistemas de representación, como la simbología matemática, práctica que antes estaba restringida a una minoría privilegiada. Esto último ha dado lugar a una visión de la tecnología como un medio para la democratización del conocimiento, lo cual ha sido claro para las áreas de matemáticas y ciencias; la razón de ello es muy poderosa y la explicación, muy simple: con las nuevas tecnologías digitales es factible manipular de manera directa representaciones ejecutables de conceptos, procesos y modelos. Lo anterior da paso a una introducción experimental, exploratoria y práctica hacia el mundo de las matemáticas y de las ciencias, volviendo estos mundos más cercanos, más *aprendibles* (Balacheff y Kaput 1996, p. 471). El impacto de la tecnología, bajo esta perspectiva, tiene lugar en el ámbito de lo epistemológico, en la forma de construir y producir conocimiento y va acompañada de su repercusión en lo social: el acceso democrático a ideas poderosas. Éste es realmente el nombre de

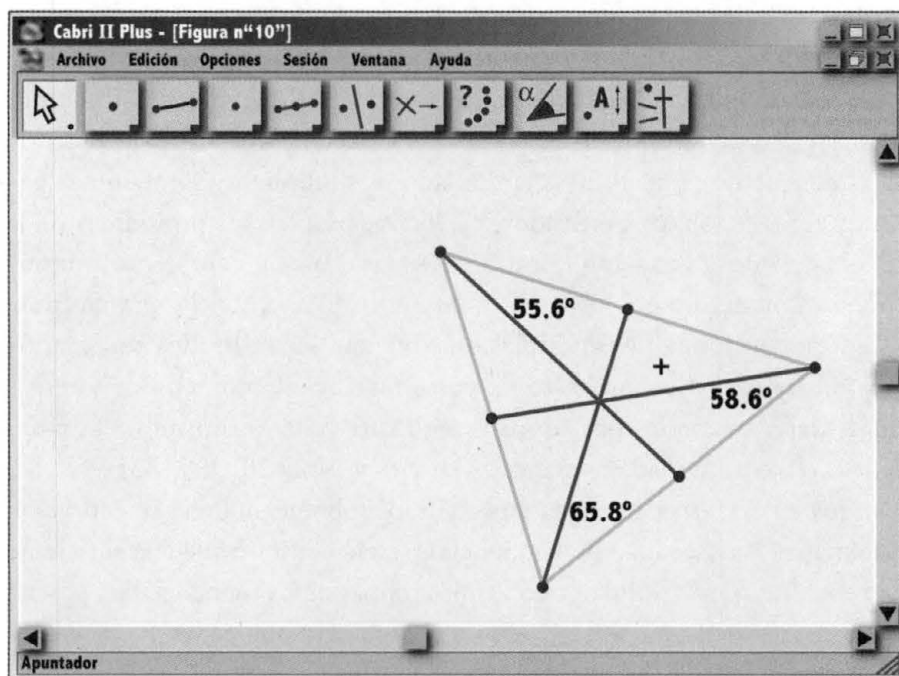
un movimiento dentro del área de la educación matemática dedicada al uso de las tecnologías digitales y que tiene su origen cuando se desarrollan las llamadas herramientas de contenido, basadas en las representaciones dinámicas de los conceptos (Rojano 2002, pp. 156-159). Entre estas herramientas se encuentran: los programas de geometría dinámica (Cabri-Géomètre, Geogebra, Geometer's Sketchpad), las hojas electrónicas de cálculo (Excel), los manipuladores simbólicos Computer Algebra Systems (CAS), los graficadores (Derive, Maple), los programas de la matemática de la variación (SimCalc). Todas ellas son consideradas herramientas universales o *softwares* de contenido abierto; son programas muy potentes, con funciones múltiples, que pueden ser utilizados con propósitos educativos diversos, para extensas familias de contenidos y temas curriculares y para los que un uso significativo de los mismos, el diseño de la tarea o actividad, es esencial (Hoyles y Noss 2003, p. 331).

Hoy en día, en la literatura especializada sobre tecnología en educación matemática y enseñanza de las ciencias, se encuentra evidencia suficiente sobre la gran potencialidad que los programas antes mencionados poseen como entornos de aprendizaje significativo (Sacristán, Clader, Rojano *et al.* 2010, pp. 179-226). (Véanse ejemplos en las figuras 1 y 2.) Dicha evidencia procede de investigaciones en las que se han puesto a prueba diseños didácticos que utilizan tales herramientas y en las que se pone de manifiesto que los estudiantes pueden acceder en etapas tempranas a ideas poderosas¹, tales como la variación, la generalización, la modelación, la elaboración y la prueba de conjeturas.

¹ Se habla de acceso temprano a ideas poderosas en matemáticas, cuando el entorno tecnológico permite trabajar con dichas ideas o conceptos, a través de representaciones dinámicas gráficas, diagramáticas y hasta simbólicas, sin tener que dominar los sistemas matemáticos de signos de las versiones formales de dichas ideas o conceptos. Lo anterior hace factible que temas que tradicionalmente se encuentran en el currículo de matemáticas del bachillerato o del nivel universitario puedan ser introducidos en niveles escolares anteriores, como el de la primaria o la secundaria. Tal es el caso de los temas de modelación matemática de fenómenos del mundo físico y el de la matemática de la variación.

FIGURA 1

*Trazo de las medianas en un triángulo con Cabri-Géomètre**



*Por arrastre de alguno de los vértices, el usuario puede deformar el triángulo de manera continua y observar que la propiedad de las medianas que concurren se conserva. Fuente: Cabri-Géomètre (software).

Sin embargo, este conocimiento generado a partir de la investigación no se ha visto reflejado en la práctica cotidiana del aula (Lagrange, Artigue, Laborde *et al.* 2003, pp. 237 y 238) a pesar de que la diseminación de la infraestructura tecnológica en las escuelas tiende a generalizarse. La ocurrencia de este fenómeno puede tener varias explicaciones, una de ellas es que en la mayoría de los casos el manejo de los programas mismos (antes de su apreciación como herramientas didácticas) no es trivial para los usuarios primarios (maestros, alumnos) y que su potencialidad, mostrada en muchos estudios empíricos, tiene que ver con el hecho de que en éstos las sesiones de clase fueron conducidas por los investigadores, para quienes dicha potencialidad y la intencionalidad didáctica de las tareas propuestas a los alumnos resultan transparentes (Kalman y Rojano 2010, p. 7).

FIGURA 2
El problema de los chocolates*

	A	B	C	D
1	1er. grupo	2o. grupo	3er. grupo	Total de chocolates
2	5	16	26	46
3				
4	Supongamos que reciben X chocolates		=B2+10	=A2+B2+C2
5				
6				
7		=A2*4		
8				
9				
10				
11	◇			

*Se van a repartir 100 chocolates entre tres grupos de niños, el segundo recibe cuatro veces el número de chocolates que el primer grupo y el tercer grupo recibe 10 chocolates más que el segundo, ¿cuántos chocolates recibe cada grupo? En la celda correspondiente al primer grupo se ingresa un valor numérico cualquiera; en las celdas correspondientes al segundo y tercer grupos se ingresan fórmulas de Excel, las cuales están vinculadas entre sí. Al cambiar el valor numérico, automáticamente cambia el valor de las otras incógnitas y esto permite encontrar los valores buscados, por ensayo y refinamiento.

Fuente: Proyecto Anglo-Mexicano Spreadsheet Algebra Project, Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) y Universidad de Londres.

DESARROLLOS AD-HOC Y EL SISTEMA ENCICLOMEDIA

Con el desarrollo de nuevos programas, paralelamente a la evolución de las que hemos llamado herramientas universales, se ha popularizado la producción de *applets* y otros recursos para la elaboración de materiales didácticos interactivos que sirven de forma específica al apoyo del aprendizaje de tópicos o conceptos particulares y cuyo uso resulta expedito para los usuarios primarios (al menos en los aspectos técnicos). Como ya se mencionó, en México, uno de los proyectos más ambiciosos de innovación educativa con uso de tecnología es el programa Enciclomedia, el cual, si bien en sus inicios se concibió como repositorio de una selección de recursos ya existentes (en buena parte provenientes de Encarta) para ser vinculados a los contenidos de los LTG, terminó incorporando una gran cantidad de materiales digitales desarrollados *a la medida*, en vista de su condición de sistema al servicio de los contenidos particulares del libro impreso. Este giro desenca-

denó una producción enorme de recursos en un lapso muy corto de tiempo, dando como resultado materiales heterogéneos, de calidad didáctica y tecnológica muy variada, y la necesidad de adjuntar al sistema herramientas de navegación y orientación que permitieran a los usuarios conocer el conjunto de los desarrollos, las distintas categorías de los mismos y su pertinencia respecto del currículo y del cada vez más lejano texto impreso².

En una etapa del proceso de producción frenética de recursos interactivos para el sistema Enciclomedia, a algunos especialistas nos parecía que éstos pertenecían a un tipo que se contraponen al de las herramientas universales. En otras palabras, mientras en algunos países vanguardistas en la incorporación de la tecnología a la educación, el uso de herramientas universales como Cabri-Géomètre; Excel y los CAS se generalizaba y penetraba el currículo, en Enciclomedia se hacía una inversión muy importante en desarrollos de uso local, específico y hasta cierto punto predeterminado por su vinculación obligada con palabras “clave” del texto impreso (Véanse ejemplos en las figuras 3 y 4).

FIGURA 3

Ritual de apareamiento de las palomas



Por arrastre, el usuario coloca las figuras en un orden determinado y el programa le indica si el orden es o no el correcto y lo puede seguir intentando hasta que el orden corresponda al del ritual de apareamiento de las palomas.

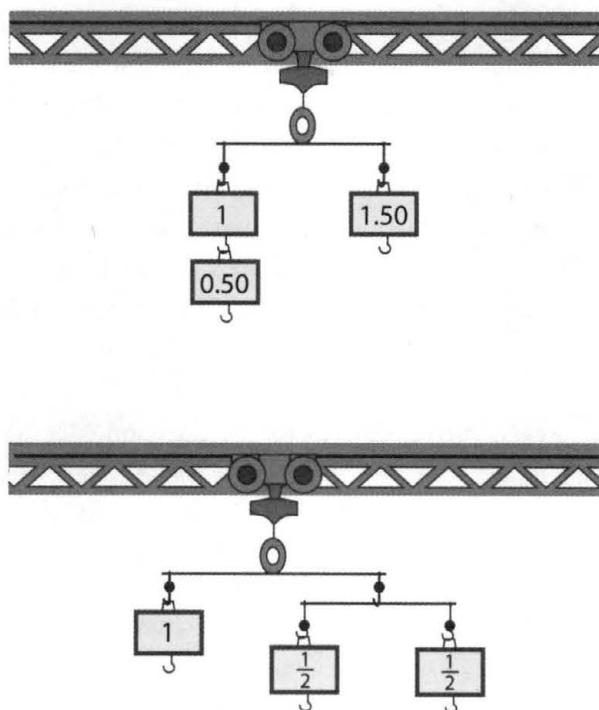
Fuente: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) 2010.

² La vinculación de una palabra o tema del texto impreso a una serie de recursos multimedia, si bien ofrece grandes posibilidades de profundización y de enriquecimiento de los contenidos curriculares, también representa el riesgo de que el usuario (maestro, alumno) se aleje de los propósitos didácticos originales de la lección en el texto.

En este punto, vale la pena detenerse a señalar algunas características de estos dos tipos de materiales:

Con las herramientas universales (entre las que, además de las ya mencionadas, se pueden incluir los procesadores de texto, los procesadores y bases de datos y los *softwares* de presentación) usuarios no-especialistas tienen la posibilidad de crear entornos de aprendizaje (micromundos) diversos y modificables, utilizando las funciones disponibles en la interfaz de usuario. Maestros y estudiantes pueden llegar a ser usuarios competentes de los programas, tanto en el aspecto técnico como en el educativo, mediante un uso frecuente, intensivo y, sobre todo, significativo de los mismos, explorando, experimentando y corriendo los riesgos que esto conlleva (Sutherland, Robertson y John 2009, pp. 5 y 215).

FIGURA 4
La balanza



El usuario puede ingresar números (fracciones o decimales) en los recuadros y, a través de la metáfora del equilibrio, puede comprender nociones como la de fracciones equivalentes. Fuente: ILCE 2010.

Los usuarios competentes pueden extender el uso de la herramienta a universos de actividad y práctica más amplios de aquellos en los que tuvo lugar originalmente el aprendizaje con esa herramienta. En este sentido, ésta puede convertirse en una construcción mental que el usuario pone en funcionamiento cuando logra percibir las posibilidades de realización de una actividad en una situación modificada (noción de transferencia del aprendizaje situado; Greeno, Moor y Smith 1996, pp. 100 y 101).

Los recursos digitales desarrollados *ad-hoc*, por su parte, resultan ser de uso expedito y muy focalizado a un propósito educativo particular. Maestros y estudiantes pueden utilizarlos sin un entrenamiento técnico previo. Estos recursos digitales no son modificables y pueden ser reutilizados cada vez que se desee (Wikipedia 2010); por lo general, su utilización es perentoria, es decir, no hay una apropiación a largo plazo de la herramienta por parte de los usuarios.

Volviendo al tema de Enciclomedia, cabe señalar que el sistema, por sus características, no tiene por qué restringirse a contener y organizar sólo recursos desarrollados *ad-hoc* o provenientes de un repositorio existente, sino que también puede incluir el uso de herramientas universales, como se hizo en el desarrollo de los materiales para la Telesecundaria³, en los que se vinculan actividades de los modelos EMAT y ECIT⁴. Y es que Enciclomedia es sobre todo un sistema que compila, vincula y organiza recursos digitales multimedia de distintos tipos (incluyendo desarrollos *ad-hoc* y uso de herramientas universales) y los pone a disposición de los usuarios. En este sentido, Enciclomedia atiende a un requerimiento de disponibilidad de recursos, lo cual constituye un objetivo legítimo de la incorporación de las tecnologías digitales a la enseñanza obligatoria. Pero la descripción de Enciclomedia que aparecía en el portal del ILCE en octubre de 2010 deja ver metas mucho más ambiciosas que la mera idea de poner materiales a disposición de los usuarios:

³ El desarrollo del nuevo modelo para la Telesecundaria incluye, además de textos impresos, recursos interactivos y multimedia. Estos últimos fueron diseñados para incorporarse a la plataforma utilizada para Enciclomedia.

⁴ Enseñanza de las matemáticas con tecnología (EMAT) y enseñanza de las ciencias con tecnología (ECIT) son dos proyectos gubernamentales de la Secretaría de Educación Pública (SEP) que se han puesto en práctica en escuelas secundarias públicas de 14 entidades del país, entre los años 1997 y 2007, consistentes en secuencias de actividades para ser realizadas con programas de geometría dinámica, hojas de cálculo, CAS, Logo y SimCalc, entre otros.

El programa Enciclomedia es una estrategia educativa basada en un sistema articulador de recursos que, mediante la digitalización de los libros de texto, ha vinculado a sus lecciones diversos materiales multimedia orientados a promover procesos formativos de mayor calidad.

Pretende fortalecer el papel formador de la escuela con herramientas que actualicen y revitalicen las prácticas educativas, poniendo al servicio de maestros y alumnos, materiales informático-educativos a los que no todos los planteles habían tenido acceso anteriormente. [...] se está trabajando en el desarrollo de nuevas versiones con herramientas de accesibilidad y materiales educativos pertinentes para atender las necesidades de niños indígenas y/o con capacidades diferentes, [...] Asimismo, el Programa ofrece por primera vez a los alumnos y maestros de las escuelas públicas la posibilidad de aprender el idioma inglés de manera fácil y entretenida (ILCE 2010).

El logro de esta aspiración de que el programa ayude a actualizar y revitalizar las prácticas educativas se ha quedado a medio camino, tanto porque en su fase de implantación en el sistema se apresuró el proceso de capacitación de los docentes (sin lograr la repercusión esperada en el corto plazo) como por el hecho de que el programa entró en una especie de suspensión indefinida respecto de su expansión y consolidación. Hoy en día, de acuerdo con las declaraciones recientes de las autoridades de la Secretaría de Educación Pública (SEP), Enciclomedia es un programa en transición (SEP 2010), y por lo que se aprecia en los planes de la propia dependencia gubernamental, muy diferente al proyecto original en cuanto a su extensión, en el cual se contemplaba dotar a todas las aulas de quinto y sexto de primaria del país de la infraestructura tecnológica necesaria y del sistema con todos sus recursos, y hacer los desarrollos correspondientes a los tres grados de secundaria.

Enciclomedia, como programa de innovación educativa, ha mostrado, en su breve historia antes de la llamada etapa de transición, logros importantes y una gran potencialidad como repertorio de herramientas de enseñanza, a través de los estudios que sobre él se llevaron a cabo (más adelante me referiré a dos de esos estudios). Sin embargo, en mi opinión, el programa en cuestión tiene de inicio dos concepciones fundamentales que tendrían que completarse (o haberse completado):

Por un lado, la idea de generar recursos para que estuvieran disponibles para el profesor, los alumnos y la escuela en general podría resultar en un proceso a medias en cuestión de apropiación de la tecnología (por parte del profesor, de los alumnos y de la comunidad escolar).

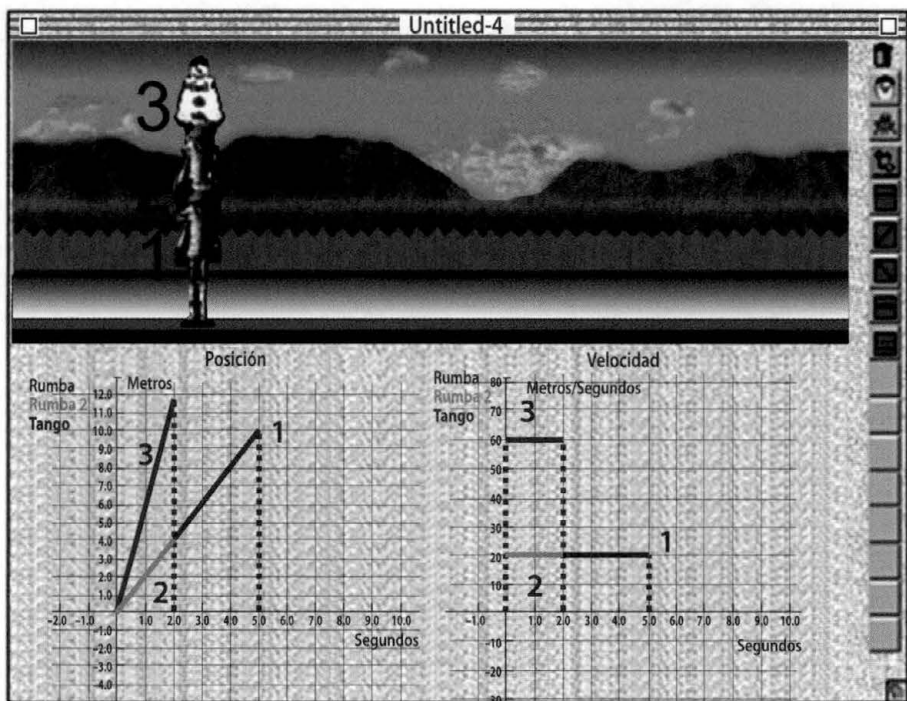
A este respecto, los teóricos de la apropiación tecnológica en el ámbito educativo manejan el concepto de *génesis instrumental*, que consiste en los procesos mediante los cuales un artefacto se convierte en herramienta. El artefacto es el recurso físico (en nuestro caso, digital) y la herramienta es una construcción mental que asocia al artefacto un uso para un fin determinado. Se afirma que para que la génesis instrumental se consolide en el terreno educativo, es necesario que ésta tenga lugar en las dimensiones cognitiva, epistemológica y didáctica (Artigue 2001, pp. 245-247).

Bajo esta perspectiva, la sola disponibilidad de los recursos didácticos, junto con los usos espontáneos de los mismos, no garantizan el proceso completo. Se advierte en la primera fase de aplicación (súbita y masiva) de Enciclomedia un evidente salto de etapas, al pasar directamente de la disponibilidad del recurso a su uso en la actividad en el aula, sin que el maestro haya tenido la oportunidad de experimentar la apropiación tecnológica en el nivel de lo cognitivo (sacar partido a la visualización y al dinamismo de las nuevas representaciones para su propia reflexión sobre contenidos nuevos y ya conocidos) y sin la oportunidad de experimentar la construcción o producción de conocimiento a partir de los nuevos elementos que aportan las representaciones dinámicas y ejecutables (por ejemplo, descubriendo las propiedades del triángulo a partir de observar los invariantes bajo las transformaciones del mismo y no a partir de principios axiomáticos). Los planes de capacitación y de desarrollo profesional de los docentes para Enciclomedia se elaboraron tardíamente y con la idea de que el sistema de forma eventual, en el futuro, podría ser autocontenido también en el aspecto de la actualización de los docentes.

Lo incompleto del proceso consiste entonces en haber dejado a los usuarios estacionados en una fase de disponibilidad de recursos sin haber intervenido de forma sistemática, con un plan maestro y en tiempos razonables, para que progresaran hacia una fase de acceso en los términos de apropiación de la herramienta, tal y como se concibe dentro de la teoría de la *génesis instrumental*.

Por otro lado, un buen número de estudios empíricos han mostrado que la transición de un entorno tecnológico al trabajo con papel y lápiz o con textos impresos, al menos en el caso de las matemáticas, no es trivial. En la modelación matemática en ciencias, la posibilidad de visualizar en la pantalla cómo se comportan los fenómenos del mundo físico en distintas representaciones vinculadas (*hot-linked*) entre sí, favorece una comprensión global de los mismos (véase el ejemplo de la figura 5). Sin embargo, la coexistencia de tales representaciones dinámicas con las representaciones estáticas correspondientes en un medio impreso es, en muchos casos, fuente de grandes dificultades.

FIGURA 5
*Escena de SimCalc**



*Conforme los personajes 1, 2 y 3 se desplazan en forma horizontal con distintas velocidades, se van desplegando, de una manera simultánea, las gráficas de velocidad y de aceleración, lo cual permite comprender la noción de variación en el contexto de un fenómeno de movimiento.

Fuente: *SimCalc* 2010.

En general, los estudios sobre acercamientos multimodales a la enseñanza y el aprendizaje empiezan a reportar las potencialidades y las vicisitudes de la aplicación de tales acercamientos. En relación con esto, cabe preguntarse sobre el tipo de presuposiciones respecto de la coexistencia de medios, en un proyecto de recursos digitales multimedia que tiene como puerta de entrada un texto impreso (digitalizado), concebido originalmente este último con una lógica propia, la cual no se sabe si deba dominar o quedar subordinada a la modalidad de navegación en distintas direcciones y niveles.

Ahora bien, este par de comentarios en relación con el programa en cuestión tendrán más bien sentido cuando se piense en el papel que debe jugar el uso de las tecnologías digitales en la escuela primaria frente a la formación de maestros y al futuro que se tenga contemplado para el libro de texto impreso y gratuito.

ESTUDIOS SOBRE ENCICLOMEDIA

En esta sección quisiera mencionar el interés que siempre hubo, de parte de los grupos participantes en el desarrollo del sistema Enciclopedia y de sus recursos didácticos, de ponerlo a prueba desde sus inicios. Así, por ejemplo, el equipo encargado de la asignatura de matemáticas aplicó su experiencia en investigación en educación matemática, para llevar a cabo estudios empíricos con los materiales desarrollados. En uno de tales estudios, se observa el interés por indagar hasta qué punto los objetivos presentes en las actividades del texto impreso se logran a través del uso de los recursos desarrollados expresamente para dichos objetivos. Transcribo algunas de sus conclusiones:

- Los programas que producimos no siempre funcionan en el salón de clases de la manera en que esperaríamos. Los maestros no encuentran útiles todos los recursos y algunos estudiantes interactúan con el programa (como en el caso de Perimarea) sin enrolarse en la actividad matemática.
- Sin embargo, otros programas se han utilizado muy frecuentemente en clase y han resultado útiles para la enseñanza y el aprendizaje de las

matemáticas. A través de ellos, estudiantes y maestros son capaces de resolver adecuadamente las actividades planteadas en el libro de texto.

- Los resultados preliminares indican que programas como “La balanza” les dan a los maestros y alumnos libertad para explorar situaciones matemáticas, mientras que, al mismo tiempo, les proporcionan actividades interesantes y que les representan un reto.

Otros recursos en Enciclomedia no parecen mejorar la actividad matemática, ya sea porque las actividades son muy restringidas, apuntando a comportamientos del usuario que son muy limitados, o porque las actividades son muy complejas y los programas no les proporcionan a maestros y estudiantes suficiente ayuda (Trigueros y Lozano 2007, pp. 49-51).

Una implantación gradual del sistema Enciclomedia hubiera permitido aprovechar la valiosa retroalimentación que estas investigaciones proporcionan.

Otro tipo de estudio fue realizado por encargo del ILCE, en el periodo 2005-2006, consistente en la observación de veinte aulas con Enciclomedia, cuyos propósitos eran conocer:

1. Los usos reales que dan los maestros a Enciclomedia, distinguiendo estilos de enseñanza y aprendizaje;
2. las reacciones de los alumnos ante dichos usos de Enciclomedia;
3. las reacciones y opiniones de directores, profesores, alumnos y padres de familia ante la Enciclomedia. En este estudio, a diferencia del anterior, no hay un interés explícito por analizar la vinculación con el texto impreso. Una de las conclusiones de este trabajo se expresa en la página de presentación del libro que reporta el estudio:

Quizás las dos conclusiones más importantes de nuestro primer estudio sean que Enciclomedia goza de un prestigio bien ganado entre los profesores de primaria y ofrece, por primera vez, una oportunidad histórica de modificar las costumbres de los maestros, para que se conviertan en verdaderos facilitadores del aprendizaje de sus alumnos (Díaz de Cossío, Guevara, Latapí *et al.* 2006, p. 14).

EL PAPEL DEL PROFESOR, EL TÉRMINO FACILITADOR
Y EL TRÁNSITO ENTRE MODALIDADES DE REPRESENTACIÓN

El término facilitador utilizado por Díaz de Cossío, Guevara, Latapí *et al.* 2006, en el documento que reporta los resultados del trabajo al que se hace referencia en el apartado anterior, me permite concluir este escrito con una reflexión sobre el papel del profesor en un escenario donde está presente el libro de texto acompañado de recursos multimedia. La conclusión a la que llegan dichos autores sugiere que se espera que el rol del profesor se transforme, a medida que éste utilice Enciclomedia en el salón de clase, hasta llegar a convertirse en un facilitador del aprendizaje. A este respecto, quisiera señalar que este término (facilitador) tiene varias acepciones, entre las cuales se encuentran las siguientes (*Wikipedia* octubre de 2010):

- Persona que se desempeña como orientador o instructor en una actividad.
- En el trabajo en equipo, el facilitador es el que dirige el flujo de las discusiones.
- En el campo de la educación, se establece la diferencia entre profesor tradicional y el facilitador. El primero posee los conocimientos y los imparte a los alumnos. El segundo enfatiza la reciprocidad de la enseñanza y valora la experiencia del estudiante.
- El profesor deja de ser la fuente absoluta de conocimiento y pasa a ser guía.

Puede observarse que todas estas definiciones dejan de lado el elemento (a mi manera de ver) principal que aportan los entornos tecnológicos de aprendizaje al rol del profesor: la posibilidad que tiene éste de entrar en el universo del pensamiento de sus estudiantes, en razón de que dichos entornos le permiten visualizar las expresiones de ese pensamiento de una forma que los medios de representaciones estáticas no lo permiten.

Así, volviendo al asunto de las infraestructuras representacionales, quisiera señalar el hecho de que al poner a disposición del profesor una multiplicidad de materiales didácticos, incluyendo textos impresos y recursos multimedia, se enfrenta al gran reto de generar criterios de selección críti-

ca y rigurosa de tales recursos y materiales y de articular su uso durante el desarrollo de las sesiones de clase. Esto requiere, por parte del profesor, de una toma de conciencia de lo que significan como herramientas de pensamiento las distintas modalidades de representación implicadas y la complejidad que encierra el tránsito entre ellas. Desde la óptica de la teoría de la génesis instrumental, esa percatación forma parte de los procesos de apropiación de la herramienta en la dimensión didáctica y difícilmente, en esta perspectiva, se podrá hablar del profesor como un mero facilitador, cuando los requerimientos para que éste llegue a ser un usuario competente de la tecnología en clase van mucho más allá de ser un personaje que guía, orienta u organiza la actividad de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTIGUE, MICHEL. 2001. "Learning mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics Between Technical and Conceptual Work", *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, vol. 7, núm. 3, pp. 245-274.
- BALACHEFF, NICOLÁS Y JAMES KAPUT 1996. "Computer-Based Learning Environments in Mathematics", en Alan Bishop (ed.). *International Handbook of Mathematics Education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 469-504.
- DÍAZ DE COSSÍO, ROGER, GILBERTO GUEVARA, PABLO LATAPÍ et al. 2006. *Enciclopedia en la práctica. Observaciones en veinte aulas 2005-2006*. México: Centro de Investigación Educativa y Actualización de Profesores, A.C.-Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.
- GREENO, JAMES G., JOYCE L. MOOR Y DAVID R. SMITH, 1996. "Transfer of Situated Learning", en Douglas K. Detterman y Robert J. Sternberg (eds.). *Transfer and Trial: Intelligence, Cognition, and Instruction*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- HOYLES, CELIA Y RICHARD NOSS 2003. "What can Digital Technologies Take from and Bring to Research In Mathematics Education?", en Alan Bishop, M.A. Clements, Christine Keitel, Jeremy Kilpatrick y Frederick K. S. Leung (eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education. Part One*. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers.

- INSTITUTO LATINOAMERICANO DE LA COMUNICACIÓN EDUCATIVA 2010, en <<http://www.ilce.edu.mx/v5/index.php>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- KALMAN, JUDITH Y TERESA ROJANO 2010. "Teacher's Awareness and ICT Affordances: The Role of Activity Design", *Protocolo de investigación*. México: Laboratorio de Educación, Tecnología y Sociedad, Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados.
- LAGRANGE, JEAN-BAPTISTE, MICHÈLE ARTIGUE, COLETTE LABORDE Y LUC TROUCHE 2003. "Technology and Mathematics Education: A Multidimensional Study of the Evolution of Research and Innovation", en Alan Bishop, M.A. Clements, Christine Keitel, Jeremy Kilpatrick y Frederick K. S. Leung (eds.). *Second International Handbook of Mathematics Education. Part One*. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers.
- ROJANO, TERESA 2002. "Mathematics Learning in Junior Secondary School: Student's Access to Significant Mathematical Ideas", en Lyn English (ed.). *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 143-164.
- (ed.) 2006. *Enseñanza de la física y las matemáticas con tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula*. México: SEP.
- SACRISTÁN, ANA ISABEL, NIGER CLADER, TERESA ROJANO, MANUEL SANTOS-TRIGO, ALEX FRIEDLANDER, HARTWIG MEISSNER, MICHAL TABACH, LUIS MORENO Y ELVIA PERRUSQUÍA 2010. "The Influence and Shaping of Digital Technologies on the Learning —and Learning Trajectories— of Mathematical Concepts", en Celya Hoyles y Jean-Baptiste (eds.). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. Nueva York: Springer, pp. 179-226.
- SUTHERLAND, ROSAMUND, SUSAN ROBERTSON AND PETER JOHN 2009. *Improving Classroom Learning with ICT*. London: Routledge, Taylor y Francis Group.
- TRIGUEROS, MARÍA Y MARÍA DOLORES LOZANO 2007. "Developing Resources for Teaching and Learning Mathematics with Digital Technologies: An Enactivist Approach". *For the Learning of Mathematics* vol. 27, núm. 2, pp. 45-51.

FUENTES ELECTRÓNICAS

- Cabri Géomètre* [software], en <<http://www.cabri.com/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]

- Computer Algebra System (CAS)* [software], en <http://education.ti.com/education-portal/sites/US/productDetail/us_nspire_cas_clickpad.html>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Derive* [software], en <Windows>Science and Education>Mathematics <http://derive.en.softonic.com/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Excel* [software], Microsoft Office 2007, en <<http://office.microsoft.com/es-es/default.aspx>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Geogebra* [software], en <<http://www.geogebra.org/cms/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Geometer's Sketchpad Resource Center* [software], en <<http://www.dynamicgeometry.com/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Maple Soft* [software] (Tool for Mathematics and Modelling), en <<http://www.maplesoft.com/products/maple/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA 2010. *Enciclomedia*, en <<http://basica.sep.gob.mx>>. [Consultado el 12 de junio de 2010.]
- SimCalc Math Worlds for Calculators*, University of Massachusetts Dartmouth, USA 2010, en <<http://www.kaputcenter.umassd.edu/products/software/>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]
- Wikipedia* 2010. En <<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>>. [Consultado el 25 de mayo de 2010.]