



## ¿Cómo impactan las tecnologías digitales los currículos de educación matemática?

Fidel Oteiza Morra<sup>1</sup>  
Chile  
[fidel.oteiza@gmail.com](mailto:fidel.oteiza@gmail.com)

### Acerca de la pregunta

Y, de algunas respuestas previas. ¿Desde dónde hacer la pregunta?, ¿Qué mirar? ¿Con qué propósitos? El proyecto Enlaces, del Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación, trabaja para apoyar el uso de las tecnologías digitales en escuelas y liceos de Chile. Desde 1996 me correspondió ser parte de ese proyecto. Comenzó sobre el entusiasmo, de parte de los adeptos y el escepticismo de parte de muchos. Prevaleció la visión positiva y sucesivos ministros de educación y hasta uno de finanzas, se fueron entusiasmando y las tecnologías digitales llegaron a casi todas las instituciones escolares del país.

Durante diez años al discutirse en el Congreso la ley de presupuesto, en unos pocos minutos el presupuesto de Enlaces estaba aprobado. Un presupuesto nada despreciable. ¿Por qué? Por la gran expectativa que la tecnología genera. Desde hace algunos años, la cuestión cambió. La pregunta del impacto tomó peso en la discusión pública nacional. Todo ese dinero, todo ese esfuerzo, ¿Produce cambios?, ¿mejora la educación? Las pruebas estandarizadas han demorado en detectar mejoras en los aprendizajes a pesar de 20 años de reforma en la educación nacional. ¿Vale la pena seguir gastando en tecnologías digitales?

Me tocó participar en ese debate. Por momentos me voy a referir a la argumentación publicada por el Boletín de Enlaces en su número uno, del año 2007<sup>2</sup>. En esa oportunidad la pregunta era más amplia y motivada por la falta de evidencias. Posiblemente ese debate tuvo una motivación parecida a la que llevó a Larry Cuban a escribir su libro en que dice que estas tecnologías han sido “sobrevendidas y subutilizadas”<sup>3</sup>. En esta oportunidad, dado el contexto en que fue formulada, la pregunta con que nos desafiaron refiere más a los logros en educación matemática, que a la visión crítica que motivó mi artículo en Enlaces hace cuatro años. Así y todo, deseo compartir con ustedes esa publicación porque aun suscribo la argumentación y puede servir de telón de fondo para la conversación de hoy.

<sup>1</sup> Con la colaboración de Gonzalo Villarreal y Hernán Miranda.

<sup>2</sup> Fidel Oteiza M: ¿Tienen impacto las tecnologías de la información en los aprendizajes? Santiago- Chile. Enlaces, un espacio de reflexión digital, N°1, Año 1, mayo 2007. En: [http://portal.enlaces.cl/portales/tpa1db533a0i54/uploadImg/File/revistas\\_antiguas/enlaces\\_abril\\_2007.pdf](http://portal.enlaces.cl/portales/tpa1db533a0i54/uploadImg/File/revistas_antiguas/enlaces_abril_2007.pdf)

<sup>3</sup> Larry Cuban: "Oversold and Underused: Computers in the Classroom." 2001.

### Algunos datos sobre acceso en la Región, “Sombrero Blanco” diría De Bono

En una publicación reciente<sup>4</sup>, con base en datos del Banco Mundial, se afirma que el acceso a Internet en la Región de América Latina y el Caribe, es similar al de Asia Pacífico, 27 de cada 100 habitantes, tienen acceso a Internet y remarca la diferencia con el 62% de acceso en Europa. El mismo informe muestra la dispersión, según países, El Salvador alcanza sólo al 7%, Paraguay y Honduras muestran un 12% de acceso, Brasil 21,3%, México 23,2%, Uruguay 31,3%, Costa Rica 34% y Chile 34,4%. El mismo documento con base en datos de la OEI, entrega información acerca de la disponibilidad de equipamiento digital en escuelas, señalando que Chile y Colombia tienen un alto porcentaje de escuelas con sala de computación con un alto promedio de computadores por escuela. En tanto Paraguay y El Salvador muestran poseer recursos tecnológicos concentrados en pocas instituciones. Acercando la mirada, el informe muestra datos de uso en Argentina. En 2006, jóvenes de entre 11 y 17 años pasa aproximadamente 6 horas diarias con medios y usa el computador entre 1 y 3 veces por semana y se conecta a Internet entre media y una hora. También se refiere a la desigualdad. En el mismo estudio, en Argentina, entre los menores de 11 y 17 años, en la población de mayor recursos, el 75% tiene acceso a un PC en el hogar, mientras que en los hogares pobres, sólo un 10%.

En conjunto estas cifras muestran el impacto de las políticas públicas que varios países de la Región instalaron en los últimos 20 o 15 años. En paralelo, y con mayor impacto, muestra la penetración de las tecnologías digitales en el conjunto de las actividades humanas. En el día de hoy, la cuestión del acceso se ha concentrado en el acceso a Internet y en la calidad de ese acceso.

### Hay varios “currículos” a los que referirse

Al pensar en el impacto de las tecnologías digitales en los currículos de educación matemática, hace pensar en diferentes currículos. Podemos referirnos a los currículos *deseables*, a los *posibles* a los *decretados o declarados* y a los *currículos realizados*. Puesto de esta manera el impacto es notable en los dos primeros, moderado en los currículos decretados y bastante menor en el currículo efectivamente puesto en práctica. Basta recurrir a la tecnología que nos ocupa y buscar alguna de las conferencias de Stephen Wolfram en TED (Sitio en Internet que publica conferencias que considera notables), para apreciar lo que podría ser *deseable y posible* como currículo matemático. Daré unos ejemplos sin insistir demasiado para no correr el riesgo de ser clasificado entre los que “sobrevenden” las bondades de la tecnología. Las tecnologías permiten reducir limitaciones, por ejemplo, las funciones que se estudian en la escuela, se limitan en complejidad a unas pocas, ese límite puede ser removido – de hecho muchos docentes lo hacen – mediante procesadores simbólicos; el tratamiento de procesos infinitos puede ser ampliado y tratado “antes”; el modelamiento de situaciones se amplía notablemente; la exploración en geometría, en álgebra y en probabilidades y estadística se amplía, para nombrar algunos cambios en un currículo deseable y posible. En los currículos decretados se hace referencia frecuente a recursos digitales para apoyar los aprendizajes. En lo observado el impacto es menor pero, naturalmente, más significativo. En efecto, se pueden observar cambios en la sala de clases. También conocemos bien cuántas clases, en todos los niveles, no han sido afectadas para nada por las tecnologías digitales. Regresemos a este punto más adelante.

<sup>4</sup> María Teresa Lugo: Las Políticas TIC en la educación de América Latina, IPE UNESCO, Buenos Aires, febrero 2010.

De otra parte, en el espacio virtual de Internet se ha desarrollado un “currículo latente”; accesible de casi todas partes, con clara tendencia a la gratuidad, creciente y con una vida propia. Desde los primeros pasos de CABRI, Derive y de Mathematica, pasando por “applets” y “objetos digitales interactivos”, existe en la actualidad una variedad enorme de “aprendizajes potenciales” que son experimentados por muchos en todo el mundo. Bibliotecas, colecciones de metáforas u objetos digitales interactivos, cursos a distancia, documentación, vídeos, entre otros. Esta “*Nueva Biblioteca de Alejandría*” está en pleno desarrollo.

**Varias miradas desde la experiencia, en diferentes situaciones, en diferentes niveles: pinceladas que pueden contribuir a formar un pensamiento acerca del tema**

Al día de hoy, después de décadas de desarrollo y de programas nacionales para impulsar el uso de las tecnologías digitales en la educación, sigue siendo más importante, tanto en cantidad, variedad y profundidad, el uso espontáneo que niños y jóvenes hacen de las tecnologías, que lo que hace la escuela con esas tecnologías. En particular, lo nuevo, sea blando como las redes sociales o sea hardware, como en el hardware como los tabletPC, es un reino “fuera de la escuela”.

La mayor parte de los docentes de matemática siente que la pizarra es más cómoda, más flexible y más adaptable a sus necesidades, que cualquier dispositivo con pantalla digital.

A la inversa. Una sesión de trabajo con 30 docentes de educación elemental, en una escuela distante 700 km. de la capital, atendiendo a estudiantes de una zona rural o semi rural, ¡Las mesas no fueron suficientes para soportar tanto notebook! Durante la sesión, “Profesor, ¿eso lo tiene en Internet? Denos la dirección”. Los docentes son, en Chile, profesionales que usan la tecnología bastante por sobre la media nacional del uso profesional de la tecnología. Por ahora, el uso es preferentemente, “fuera de la sala”, para planificar, bajar elementos de Internet, para preparar apuntes y pruebas, en general, poco uso de estos recursos en la sala de clases.

Un director de un establecimiento de educación media, comentando una propuesta de trabajo con un equipo externo al establecimiento, se refiere a la falta de equipamiento – de hecho cuentan con dos laboratorios bastante equipados, actualizados y operacionales – a la pregunta: ¿Quién ha accedido a Internet esta semana? Prácticamente todas las manos de alumnos de un grado 11, en la referida zona, se levantan. La tecnología ha penetrado algo la escuela, pero permea todos los espacios a su alrededor. Los estudiantes saben eso y acceden a los recursos que con tanto esfuerzo han encontrado su camino al aula.

Como equipo hemos asesorado –y asesoramos en la actualidad - a cientos de docentes en la incorporación de las tecnologías digitales en su docencia. Los hemos visto y apoyado en la planificación de sus actividades, los hemos visitado y asesorado directamente en aula, modelando el uso y junto con ellos hemos evaluado el trabajo realizado. A partir de esa experiencia se puede afirmar: para que el currículo ejecutado, para que la clase de matemática sea impactada por las tecnologías, debe producirse la conjunción ordenada y nada trivial de un conjunto de actores y condiciones. Las experiencias de éxito corresponden a aquellas en que actúan coordinadamente: la acción y voluntad del docente, de los directivos del establecimiento, la o las personas que administran los recursos tecnológicos, los recursos mismos, sea en sala o en laboratorio y un modelo didáctico, con sus propios recursos y modo de aplicación. Esto es, no basta el acceso. En nuestra experiencia son muy escasos los docentes o establecimientos aislados que hacen un uso significativo de los recursos digitales. Más bien lo que hemos observado son docentes y establecimientos que participan en un proyecto o programa que conforma redes de

profesionales y de instituciones. Tal vez la distinción que marca la diferencia sea entre “aislados” y “conectados”.

¿Qué software?, ¿para qué aprendizajes?, ¿cuándo un objeto digital interactivo supera una lección en la pizarra o la experiencia con regla y compás o el doblado de una hoja de papel? La Web contiene miles de esos objetos, ¿dónde buscar?, ¿cómo elegir?... La experiencia ha mostrado la efectividad de redes de docentes e investigadores, mantenidas en el tiempo, con investigación y desarrollo financiado y organizadas sobre la base de confianza y valoración entre sus miembros.

### **El acceso ha aumentado y está cada vez más extendido, ¿qué hacemos con ese espacio?**

La presencia de Internet está produciendo el impacto de las tecnologías en la Región. Niños y jóvenes participan cada vez más de redes sociales y con juegos interactivos. En Chile, de acuerdo a estadísticas publicadas en la prensa, el acceso a un PC en casa ha crecido en un 77% entre el año 2000 y el 2006. Si aceptamos el argumento de fondo del artículo citado al comienzo, si aceptamos que la pregunta acerca del impacto de las tecnologías en la educación es más una cuestión de la calidad de los intentos educativos que usan esa tecnología. Allí se expresa que “las tecnologías digitales son un medio, lo que tiene o no tiene impacto en los aprendizajes de los niños y jóvenes, son las soluciones educativas, los resultados dependen del modelo educativo no de los medios, en particular los medios digitales”.

Ese razonamiento hace invertir la mirada. Más que analizar el impacto, analicemos lo que estamos haciendo para hacer uso de la oportunidad que estas herramientas ofrecen para generar mejores y más equitativas oportunidades de aprendizaje para muchos niños y jóvenes de la Región.

Entre los años 1992 y 1995, preparamos, en Santiago, la Novena CIAEM. Durante ese tiempo, un miembro del equipo estuvo frente al computador apoyando a cientos de educadores matemáticos de la región para que ingresasen a Internet. Fue, a mi entender la primera CIAEM que fue preparada desde la Web. Si los educadores matemáticos de la región estaban ingresando al uso de las tecnologías digitales hace quince años, mal podemos pensar que los docentes, muchos de ellos formados por los educadores matemáticos – tenían, en su formación inicial, la preparación para ingresar a la profesión con las capacidades para hacer un uso didáctico de las tecnologías. En esa CIAEM, hubo dos plenarias acerca del tema. Miguel de Guzmán abrió la imaginación de muchos a la “visualización de ideas matemáticas”. Nicolas Balacheff mostró su particular mirada a CABRI y la geometría dinámica. De algún modo estábamos presenciando los comienzos de las posibilidades de masificar el uso de las tecnologías digitales en la escuela. En términos de desarrollo de la educación matemática, es muy poco tiempo.

¿Cómo ha cambiado la formación inicial docente como resultado del impacto de las tecnologías digitales? La experiencia muestra que en general los futuros docentes reciben alfabetización digital, más que una formación maciza impartida por especialistas en didáctica conoedores del estado del arte en matemática con tecnología.

¿Cómo ha evolucionado la investigación en educación matemática como efecto de la presencia de estas tecnologías?

¿De qué manera están presentes las tecnologías digitales en los currículos nacionales de nuestros países?

¿Cuál es el uso de Internet como medio para la educación a distancia en educación matemática? En particular, ¿como un medio para la actualización profesional en ejercicio?

¿Cómo hemos usado las tecnologías digitales para innovar en la evaluación de los aprendizajes?

¿Cuántos docentes que trabajan en zonas apartadas o en zonas cercanas a los centros de producción de conocimiento, pero trabajando en condiciones de pobreza, reciben el apoyo de investigadores o de especialistas en educación matemática mediante los medios digitales?

En la Región ha habido múltiples esfuerzos impulsados por los propios estados, esos esfuerzos son otra fuente de aprendizajes. ¿Cuáles han sido las estrategias de “intervención” y los resultados de la política pública en educación y tecnología?, ¿Cómo se comparan y cómo difieren las estrategias elegidas?, ¿Cuáles son los aprendizajes que esas iniciativas han dejado?

Tal vez es el momento de realizar un trabajo de recopilación crítica de la experiencia en “Matemáticas con tecnologías digitales” y ofrecer a la comunidad de educadores matemáticos oportunidad para conocerlas y eventualmente para inspirar su trabajo. Tal vez las preguntas anteriores son un esbozo de los posibles capítulos de ese libro o ¿de un espacio virtual en Internet para contribuir en la construcción de la nueva Biblioteca de Alejandría?

Santiago, mayo del 2011.

#### **Bibliografía.**

Oteiza, F. (2009). *¿Tienen impacto las tecnologías de la información en los aprendizajes?*.

Tomado de:

[[http://portal.enlaces.cl/portales/tpa1db533a0i54/uploadImg/File/revistas\\_anteriores/enlaces\\_abril\\_2007.pdf](http://portal.enlaces.cl/portales/tpa1db533a0i54/uploadImg/File/revistas_anteriores/enlaces_abril_2007.pdf)];

[<http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=193539>].

## Anexo

4 de Febrero de 2009



¿Tienen impacto las tecnologías de la información en los aprendizajes?



**Fidel Oteiza Morra**, profesor titular del Departamento de Matemática y Ciencias de la Computación de la Universidad de Santiago de Chile y Director del Centro Comenius, de la misma Universidad. Profesor de Matemática y Física, Universidad Católica de Chile, Master en Educación y Doctor en Educación, Universidad del estado de Pennsylvania, EE.UU. Se ha especializado en Educación Matemática, en las aplicaciones educacionales de las tecnologías de la información y en el desarrollo del currículo. En la actualidad, dirige la implementación de Enlaces en la USACH (uno de los seis nodos en el país) y desde allí desarrolla investigaciones de relevancia en la enseñanza de las matemática y el uso de tecnologías, como "Aprender matemática creando soluciones".

**¿Se justifica el presupuesto – nada despreciable – que el país ha destinado a incorporar las tecnologías con base digital en el sistema público de educación?**

por *Fidel Oteiza Morra*

Muchas veces hemos escuchado y muchas veces nos han hecho la pregunta: **¿qué impacto tienen los computadores y las comunicaciones en los aprendizajes?** En Chile la pregunta se traslada, con frecuencia, a la efectividad de [Enlaces](#) para impactar los aprendizajes. ¿Se justifica el presupuesto – nada despreciable – que el país ha destinado a incorporar las tecnologías con base digital en el sistema público de educación? ¿Se justifica el esfuerzo de más de diez años para apoyar a los docentes que las utilicen?

La literatura internacional tiene respuestas ambiguas y hasta contradictorias a la pregunta acerca de la efectividad de las tecnologías en el logro de mejores aprendizajes. Los estudios más integradores y los meta análisis mantienen ligeras diferencias, en un sentido u otro, al comparar los resultados de programas que incorporan y que no incorporan las tecnologías.

A pesar de lo anterior, una declaración con suficiente respaldo empírico es que las tecnologías sí facilitan otros aprendizajes: aquellos que permiten desenvolverse con efectividad en un espacio simbólico profundamente modificado por las propias tecnologías digitales ([Metiri Group](#), 2006). Esto, como veremos más adelante, tiene profundas e importantes consecuencias.

Tengo que confesar que nunca me hice la pregunta acerca del impacto de las tecnologías en el aprendizaje, y que, además, el equipo que dirijo trabaja con una orientación diferente. Comienzo con un argumento de fondo: para nosotros la pregunta acerca de la efectividad de las tecnologías de la información y su capacidad para impactar los aprendizajes, está, en general, mal formulada. Luego, esto explicaría por qué no ha tenido respuestas concluyentes. En efecto, si el problema está en la formulación de la interrogante, difícilmente se puede encontrar una respuesta concluyente.

Mi primera [experiencia](#) con un programa de enseñanza con base digital ocurrió en 1969 en el segundo piso de Atherton Hall, el edificio de la Escuela de Educación de la [Universidad del Estado de Pennsylvania](#), EE.UU. Se trataba de un programa



*Conozco investigadores en matemática, física, química e ingeniería que han generado soluciones para la enseñanza. Enlaces puede atraer a muy buenos cerebros para la causa de la integración de las tecnologías en la enseñanza invitando a los agentes mencionados.*



*Hay una anécdota acerca de una conferencia en la que **von Newmann** describía lo que él visualizaba como posibilidades del computador. Alguien en el auditorio se impacientó y dijo: "hay cosas que hace el ser humano que nunca la hará la máquina" a lo que **von Newman** respondió: "si usted me describe lo que usted piensa que la máquina no puede hacer, yo le hago la máquina que lo hace". Claro la trampa estaba en "si usted describe", el matemático sabía que*

que en pantalla ofrecía una introducción a la "matemática moderna" para docentes de escuelas elementales. ¡Muy impresionante! En el remolque de un enorme camión se ubicaba un IBM 1500 que podía manejar hasta 16 terminales. El programa llevó conocimientos de matemática a miles de profesores y profesoras de zonas apartadas de las ciudades, que difícilmente hubiesen tenido acceso a él, y fue positivamente evaluado.

En la misma universidad, en 1974, era posible generar programas de enseñanza vía satélite trabajando colaborativamente con investigadores de varios estados. El proyecto PLATO, generado por la [Universidad de Illinois](#) con apoyo de Penn State University, llegó a más de medio millón de estudiantes, gracias a las telecomunicaciones. Desde un comienzo me convencí de que no hay límites para lo que se puede hacer con recursos de esa naturaleza. Simultáneamente me hice el propósito de hacer lo posible para que dichos medios estuviesen al alcance de nuestros niños y jóvenes. Pensé, "ésta es la máquina que necesitamos para llegar a muchos con programas de calidad", una idea que por cierto, sigo sosteniendo.

De más está decir que la programación se hacía entonces con tarjetas perforadas. Sin embargo, lo más interesante es que ya existía un programa para generar "frames" para enseñanza, provistos de un espacio para texto, algunos gráficos y preguntas de selección múltiple. Estaba diseñado para generar secuencias de enseñanza programada, el modelo imperante en la época. El [proyecto PLATO](#) tuvo un modelo más general que permitió un uso extenso de objetos interactivos.

De alguna manera, preguntarse acerca de los efectos de las tecnologías digitales en los aprendizajes escolares, equivale a preguntarse por el impacto del concreto o de la madera o de los vidrios con que están hechas las escuelas, sobre el mismo punto.

[Joan Amos Comenius](#) (1592 – 1670), al ver los resultados de la recién inventada imprenta, se hizo la pregunta al revés: ¿Cómo utilizar este medio para apoyar los aprendizajes? Y de allí resultaron los primeros textos. Es más, como curiosidad, en el museo en Checoslovaquia, donde se muestra su obra, es posible observar verdaderos hipertextos. En una página está el total del mensaje y si aparece una estrella, el lector puede buscar la página que comienza con ese símbolo para "leer más" sobre el tema.

Las tecnologías digitales son medios y sus efectos serán consecuencia directa de lo que con ellas se haga. Considero que ésta es la razón por la cual los resultados de la

teniendo la descripción formal, podía generar la máquina que lo simulase.

Queremos tu opinión	
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 1 poco mucho 5 VOTAR	
Comenta este artículo	<input type="button" value="COMENTAR"/>
Recomienda este artículo	<input type="button" value="RECOMENDAR"/>

investigación para determinar los impactos de las tecnologías en los aprendizajes no sean concluyentes. Los resultados dependen inevitablemente de los programas que se construyan usando la tecnología, más que de la tecnología en sí misma. Luego, las preguntas son otras: ¿Es posible, con estas tecnologías, generar soluciones que resuelvan problemas o respondan a situaciones no atendibles sin ellas? Y una muy central: **¿Cómo pueden estas tecnologías facilitar la creación de programas de soluciones efectivas para el apoyo de los aprendizajes?**

También: ¿Qué otros aprendizajes, que el sistema educativo está dejando afuera, son posibles con las tecnologías? Las tecnologías a las que nos referimos permiten generar soluciones en cualquier ámbito de la actividad humana. En particular, permiten generar soluciones integrales (i.e. dónde no sólo la tecnología en sí misma es considerada parte de la solución) orientadas a resolver problemas educativos complejos. Frente a esas soluciones integrales, entonces, es que cabe la pregunta: ¿Son efectivas? ¿Generan los resultados para los que fueron concebidas?

De modo que habrá tantas respuestas como aplicaciones se hagan, y la tecnología será un componente, a veces muy central e importante, de las soluciones.

Para establecer las bases que permitan abordar estas cuestiones, propongo hacer dos distinciones. La primera se refiere a la naturaleza del medio que tenemos a nuestro alcance. La segunda se refiere a lo que podríamos llamar los "principios del diseñador". En ambos dominios, en particular en el segundo, hay mucho más por dilucidar que lo que permite un escrito de esta naturaleza. Por eso, en esta oportunidad pondré el acento sólo en las distinciones básicas. Al final de este trabajo, sin embargo, expreso el propósito de hacer "doble clic" en estas cuestiones, compartiendo los aprendizajes que hemos obtenido al poner en práctica programas desarrollados y puestos a prueba con una filosofía basada en lo que aquí se expone.



### **PENSAR EL COMPUTADOR COMO UNA MÁQUINA**

## UNIVERSAL

Durante la década del ochenta, una serie de proyectos de investigación financiados por Dicyt y [Fondecyt](#) me permitieron experimentar, junto a un grupo de alumnos memoristas que hoy son mis colaboradores cercanos, con el uso del computador en la facilitación de los aprendizajes matemáticos. Además de conocer un sistema experto, un sistema de evaluación y varias versiones de tutores sobre ecuaciones lineales, aprendimos sobre el medio que teníamos ante nosotros.

El aprendizaje que presentaré a continuación, desde mi punto de vista, ha resistido todos nuestros esfuerzos posteriores, se sostiene a la luz de la literatura especializada y, además, es el que motivó este escrito.

Pero antes, permítanme una regresión. Estábamos a mitad de camino entre la "tecnología educativa" de los setenta y la [explosión multimedial](#) de los noventa. La secuencia se remonta a la "radio educativa" de los cuarenta, al "cine educativo", la "televisión educativa", el "vídeo educativo" para desembocar en el movimiento del "diseño instruccional". La gran lección es que los medios se comportan como lo que son, en las palabras de **McLuhan**, "el medio es el mensaje". ¿Qué queda de la radio educativa?, la radio a secas. ¿Del cine educativo? El cine a secas. La televisión educativa se manifiesta hoy a través de los canales documentales que trae el TV cable. La pregunta es, y lo fue para nosotros en los ochenta, entonces: ¿cuál es la naturaleza del computador? Más adelante surgió la red global, que también exige la misma reflexión.

En una publicación de la [UNESCO](#) de 1988, resumí lo aprendido en el ambiente de investigación y desarrollo creado en la [USACH](#). Una respuesta la encontramos en los trabajos de Alain Turing. En los años cuarenta, este lógico matemático acuñó el concepto de "máquina universal". También nos apoyamos en los trabajos de [John von Neumann](#). Uniendo las líneas de pensamiento de esos autores, es posible llegar a la conclusión de que un computador es una excelente aproximación a una máquina universal.

En efecto, el computador es una aproximación asintótica a una máquina de Turing. Esto es, a una máquina que puede ponerse en correspondencia 1 a 1 con cualquier sistema formalmente descrito. La máquina de Turing es un artefacto teórico, es un ente matemático, es un formalismo. El computador difiere de esa máquina en cuanto es un artefacto físico y tiene una memoria no infinita. Pero sabemos que, para efectos prácticos, la memoria de los equipos actuales es inalcanzable para la gran mayoría de las cosas que hacemos con estos equipos.

Luego, podemos ver el computador como una máquina universal. Esto trae profundas consecuencias. Para comenzar, toda aplicación es una reducción, es una "máquina dedicada". Está bien crear esas máquinas dedicadas, pero en la conciencia de que son eso: sólo una instancia de una máquina más general. Esto le quita justificación a los que se abanderan con una solución específica, el potencial es infinitamente mayor.

Otra consecuencia, y ésta es central en el momento que vive Enlaces para decidir políticas, es que la máquina de Turing se puede poner en correspondencia con cualquier sistema formalmente descriptible. De aquí se desprende que lo que nos corresponde en educación es generar esas "descripciones formales" de los sistemas que pueden ser efectivos en la enseñanza. De otra, es importante pensar que tenemos la oportunidad de poner en contacto a nuestros estudiantes, desde pequeños, con una herramienta universal. Esta señal apunta a generar las condiciones para que niños y jóvenes aprendan estas tecnologías "por dentro" desde pequeños. En otras palabras, se trata de llevar a la práctica el sueño de [Pedro Hepp](#) cuando comenzó Enlaces, expresado en el motto de La Plaza: todo un mundo al alcance de los niños de Chile. Esa es la tarea entonces: diseñar, crear, validar y poner a andar esas "descripciones formales" de programas que sí impacten los aprendizajes y las prácticas escolares.

Al ser puesta en correspondencia con las comunicaciones, la máquina universal generó la red global ([World Wide Web](#)). Al ser puesta en correspondencia con la generación de imagen y sonido, con videos, impresoras y otros dispositivos, dio origen a la versión actual de la multimedia. Esa es la tríada con que contamos para diseñar soluciones: una máquina universal, conectada a una red global y expresada en un ambiente multimedial. Nuestra tarea es comprender cómo se utilizan esos recursos gigantescos para ponerlos a trabajar en pos de objetivos educacionales.

Si la hacemos bien, entonces, y sólo entonces, veremos impactos en los aprendizajes.

Los medios son medios y una vez que se termina un ciclo de interés especial en ese medio – pensemos de nuevo en la radio, el cine o en la televisión – el medio actúa según su naturaleza. Este es el aprendizaje al cual me refería anteriormente y, en nuestra visión y experiencia, es un aprendizaje muy importante. De allí que es indispensable develar la naturaleza del medio y diseñar soluciones de acuerdo con esa naturaleza. Si el diseñador de soluciones con el medio olvida esto o no logra hacerlo, el tiempo no perdona y la solución se desnaturalizará, y el medio terminará actuando como medio. Nuestra gran ventaja es la potencia de una

máquina universal, la base de las tecnologías de la información que ahora disponemos.

De pasada, la reflexión que aquí he expuesto es la razón por la que nunca usé la expresión "Informática Educativa" o alguna forma similar, pues se trata del uso que el creador de soluciones en educación hace del recurso informático. No se trata de un campo diferente al campo de la educación. Lo que propongo, en cambio, es hacer lo mismo que hizo Comenius en el siglo diecisiete o lo que hace el Discovery Channel al usar un medio para el logro de un propósito educativo.

Una cuestión más antes de cerrar esta línea argumentativa. Cada vez que veo a un niño jugando con un video juego o trabajando con una aplicación, me pregunto: ¿cómo ponerlo en contacto directo con la máquina universal que hay detrás de ese juego o de ese procesador? La respuesta de los años ochenta fue enseñar a programar. Todo lenguaje de programación es también una máquina universal. ¿Cuál es la respuesta en el primer decenio de este siglo? Vale la pena que pensemos qué conocimientos podemos poner al alcance de nuestros niños y jóvenes para que sean potentes creadores de sistemas.

¿Qué edad tenían los creadores del primer microcomputador, de Yahoo, de YouTube o de Google? Esta mirada sugiere revisar los objetivos y contenidos de la formación en tecnología que ofrece el currículo actual, uno de los sub-sectores normados por el marco curricular vigente. Si se hace el análisis de los programas, se observará que en la formación en tecnología no se consideran las tecnologías digitales, situación sorprendente en un momento en que todas las áreas de las tecnologías están siendo profundamente modificadas por las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La pregunta queda en nuestra cancha: ¿Podemos diseñar soluciones educativas que tengan impacto? ¿Estamos en posición de usar ese medio poderoso para potenciar nuestras soluciones? ¿Quiénes están en condiciones de generar programas que integren las tecnologías en soluciones didácticamente válidas y con capacidad demostrada para generar aprendizajes? Si de enseñanza de la química se trata, pues serán los que han aprendido cómo facilitar el aprendizaje de la química. Tal vez especialistas en didáctica de la especialidad o mejor, equipos interdisciplinarios con capacidad para generar esos programas. Esta es otra cuestión que vale la pena abordar en profundidad: la generación de soluciones educacionales que integren las tecnologías como parte de su diseño.

A la luz del análisis hecho, si nos preguntamos cuáles pueden

ser agentes prioritarios de una política pública en la integración de las tecnologías en el currículo, podemos pensar en los que tienen altas probabilidades de hacer un uso potente y acorde con el estado del arte de la educación. Los especialistas en didácticas específicas, los profesores de metodologías de la enseñanza pueden, para comenzar, tener impacto en sus alumnos, futuros profesores y tienen la formación para diseñar sistemas de aprendizaje. Enlaces puede trabajar con ellos para que adelanten en su conocimiento de las tecnologías y para que integren equipos interdisciplinarios en los que esos conocimientos se potencien con los de un área curricular.

Otros actores son los especialistas en evaluación y medición de los aprendizajes. En efecto, las pruebas, sea en el nivel escolar o en el nacional y ahora en el internacional, terminan definiendo el currículo. Un trabajo con esos especialistas podría abrir el espacio de lo que se mide en las evaluaciones, para incorporar aprendizajes que quedan fuera, como, por ejemplo, los que son generados por el dominio de las tecnologías. Si se evalúa, existe, entonces busquemos los aliados que corresponde.

Otros agentes potencialmente valiosos son los especialistas en ciencia, lenguaje, u otra especialidad que interviene en el currículo escolar. Muchos docentes universitarios ven en la educación una expresión válida de su trabajo. Muchos apartan tiempo de la investigación, la experimentación o la docencia, para incursionar en educación. Conozco investigadores en matemática, física, química e ingeniería que han generado soluciones para la enseñanza. Enlaces puede atraer a muy buenos cerebros para la causa de la integración de las tecnologías en la enseñanza invitando a los agentes mencionados.

Hecha esta reflexión, queda el largo camino de los cómo, de las formas de trabajo en el área. El asunto siguiente es la cuestión de los modelos con que se aborda la integración de los medios digitales en la enseñanza y en la facilitación de los aprendizajes. Esto merece un tratamiento en profundidad, de modo que nos proponemos utilizar este medio de publicación para sistematizar la experiencia de generar ese tipo de soluciones en matemática. ¿Qué nos ha enseñado el desarrollo del modelo interactivo para aprender matemática que ahora, en la modalidad de "Enlaces Matemática", se aplica en 200 salas de clases de segundos y terceros medios? ¿Cómo ese modelo, expresado en una modalidad a distancia con base en plataforma digital, llega a miles de profesores en todo el país a través del programa [Geometría.cl](http://Geometría.cl). ¿Qué estamos aprendiendo de la aplicación del modelo en el ambiente que generan las pizarras electrónicas? En definitiva se trata de ver qué aprendizajes nos ha dado la experiencia que pueda ser

sistematizado y puesto a disposición. Por ahora, eso queda pendiente, pero seguimos trabajando y esperamos pronto tener algunas respuestas preliminares que ayuden a orientar la toma de decisiones respecto del uso educativo pertinente de la tecnología informática y de comunicaciones.

*Este texto fue publicado en la primera revista especializada en educación y tecnología en Chile para contribuir al debate nacional y la difusión de la investigación que se realiza en nuestro país, la que es desarrollada por el Centro de Educación y Tecnología de Enlaces.*

### **Referencias:**

- Metiri Group, Commissioned by CISCO. (2006). "Technology in Schools: What the research says." [www.metiri.com](http://www.metiri.com).
- "The PLATO System" fue un proyecto liderado por un equipo de la Universidad de Illinois y contó con un diseño básico generado por Ralph T. Heimer de la Universidad del Estado de Pennsylvania (Penn State University).
- Algunos publicados por la Revista de Tecnología Educativa del CPEIP y la OEA, ver volumen XI, N° 3, pp. 193 – 214, 1990.
- Informática, Educación y Sectores Populares, antecedentes para el diseño de proyectos de acción, Fidel Oteiza, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, OREALC, Santiago de Chile, 1988.
- A.M. Turing. "¿Puede pensar una máquina?", en : Sigma, el mundo de las matemáticas, volumen sexto, James R. Newman, editor. Barcelona, ediciones Grijalbo, 1976.
- John von Neumann, "Teoría general y lógica de los dispositivos automáticos" en Sigma el mundo de las matemáticas, Volumen sexto, James R. Newman, editor, Barcelona, ediciones Grijalbo, 1976.
- Hay una anécdota acerca de una conferencia en la que von Neumann describía lo que él visualizaba como posibilidades del computador. Alguien en el auditorio se impacientó y dijo: "hay cosas que hace el ser humano que nunca la hará la máquina", a lo que von Newman respondió: "si usted me describe lo que usted piensa que la máquina no puede hacer, yo le hago la máquina que lo hace". Claro la trampa estaba en "si usted describe", el matemático sabía que teniendo la descripción formal, podía generar la máquina que lo simulase.