

# Desarrollo de una Agenda de Investigación para la Computación Ubicua en las Escuelas<sup>1</sup>

Andrew A. Zucker, Ed.D.  
Education Development Center, Inc.

*Presentado al Journal for Educational Computing Research*

Enero 2004

---

<sup>1</sup> El desarrollo de este artículo fue financiado principalmente por la donación de la NSF REC-0231147 otorgada a SRI International. Las opiniones expresadas aquí son de su autor y no representan necesariamente la posición de la National Science Foundation o de SRI International.

## **Introducción**

Un obstáculo mayor para el uso de las computadoras en las escuelas ha sido la dificultad de acceso a las ellas cuando y donde fuera necesario (Adelman y otros, 2002; U.S. Department of Education; Policy and Program Studies Service, 2003; Departamento de Educación de los Estados Unidos de América; Servicio de Estudios en Políticas y Programas). Pero es evidente que existe una realidad nueva y diferente en los miles de salones de clase de escuelas primarias y secundarias donde cada estudiante tiene su propia computadora — una situación que parece ser precursora del porvenir, mientras las computadoras se vuelven más pequeñas, más baratas y más ubicuas cada año. El estado de Maine ahora provee computadoras portátiles y acceso inalámbrico a Internet en escuelas públicas, a todos los estudiantes de los grados 7º. y 8º., y el Condado de Henrico, en Virginia, provee acceso inalámbrico a Internet, a través de computadoras portátiles, a más de 23.000 estudiantes y docentes de los grados 6 al 12. Michigan ha proporcionado computadoras a más de 80.000 docentes y está expandiendo su iniciativa para incluir muchos miles de estudiantes. Texas, New Hampshire y Vermont están experimentando con iniciativas de computadoras portátiles. Cientos de escuelas públicas e independientes también apoyan la llamada computación 1 a 1 ([www.learningwithlaptops.com](http://www.learningwithlaptops.com)). Mientras tanto, miles de maestros están experimentando con equipos para aula de dispositivos de computación menos caros, como Palm Pilots, AlphaSmarts y Danas (Soloway y otros, 2001; Vahey y Crawford, 2002).

Aunque la investigación sobre computación 1 a 1 en un número limitado de escuelas se realiza desde hace casi 10 años (por ej., la investigación en Union City, NJ, se remonta a los tempranos años 1990s), no ha habido aún suficiente investigación para acompañarse con las demandas de orientación e información confiable de generadores de políticas y profesionales que preguntan qué es lo que sucede cuando cada estudiante tiene su computadora. Esta situación no debe sorprender dado que la implementación en gran escala de la computación 1 a 1 en las escuelas es muy nueva (por ej., la iniciativa del Condado de Henrico comenzó en 2001-2002). Una consecuencia es que los estudios de investigación sobre computación 1 a 1 típicamente proveen evidencia “débil” para sus conclusiones. La investigación no ha proporcionado aún a los generadores de políticas suficiente evidencia firme sobre los beneficios y costos de la computación 1 a 1 para ayudarles a decidir si las iniciativas valen lo que cuestan, ni tampoco la investigación ha determinado la mezcla de factores que hacen que la computación 1 a 1 sea más o menos efectiva.

En vista de nuestra relativa ignorancia sobre la computación ubicua, surge la necesidad de más investigación. Sin embargo, hay pocas dudas sobre que algunos estudios van a ser más valiosos que otros. Dado el alto número de asuntos posibles de investigación, una conversación sobre prioridades puede ser útil—para investigadores, educadores, generadores de políticas, patrocinadores potenciales de la investigación, y otros.

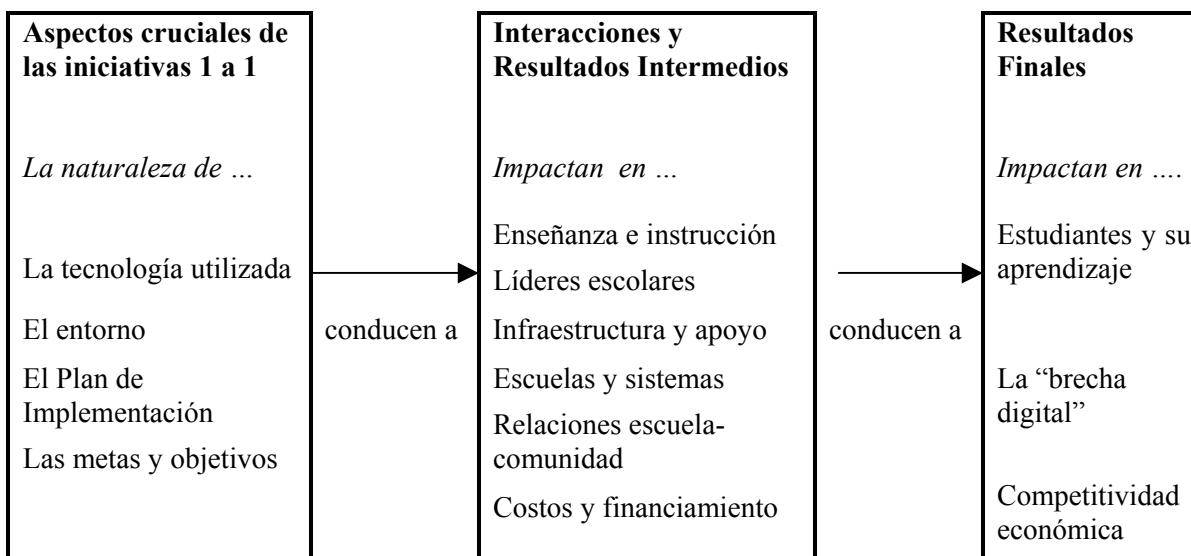
## **Un Marco de Investigación**

Un marco de investigación puede ayudar a organizar el pensamiento y así guiar el desarrollo de una agenda de investigación. Varios de estos marcos de investigación en computación 1 a 1 están disponibles (por ej., Metiri Group, 2002; Kerr, Pane, y Barney, 2003). El marco de investigación específico que aquí se presenta se basa en parte en marcos anteriores y en parte en discusiones que se han llevado a cabo como un componente de un proyecto financiado por la National Science Foundation en el que un consorcio de investigadores de varias instituciones, cada una de las cuales

está involucrada en estudios de computación 1 a 1, han colaborado para compartir hallazgos y discutir actividades planificadas.<sup>2</sup>

El marco de investigación que se muestra en la Figura 1 pretende ser usado especialmente a nivel de sistema, o sea, escuelas, distritos y estados (más que para la investigación a nivel de aula de clase). Debido a que las iniciativas 1 a 1 ahora involucran miles y en algunos casos decenas de miles de participantes, es particularmente apropiado conducir la investigación a nivel de sistema.

**Figura 1: Un Marco para la Investigación en Computación 1 a 1**



### Aspectos Cruciales de las Iniciativas 1 a 1

La casilla de la izquierda en la Figura 1 representa los aspectos cruciales de las iniciativas 1 a 1. No todas las iniciativas 1 a 1 son iguales, por lo que es importante comprender los aspectos cruciales que las diferencian. Por ejemplo, no esperamos que las iniciativas 1 a 1 que usan computadoras de mano tengan necesariamente el mismo impacto o experimenten los mismos desafíos de implementación que aquellas iniciativas que usan computadoras portátiles, o aquellas que se basan en clientes livianos. Así, la tecnología utilizada es una de las características importantes de la iniciativa 1 a 1. Dentro de la misma casilla en la Figura 1, el entorno hace referencia a la ubicación de la iniciativa 1 a 1, tal como la escuela, distrito escolar, o estado. Cada entorno tiene características particulares, ya sean demográficas, políticas u otras (por ej., los estándares estatales de currículo y evaluación) que pueden afectar la iniciativa. Maine, por ejemplo, es un estado con fuertes tradiciones de control local y esas tradiciones, así como la naturaleza estatal de la iniciativa, y la demografía de Maine, afectan la Iniciativa de Aprendizaje Tecnológico de Maine - the Maine Learning Technology Initiative (MLTI).

<sup>2</sup> Las comunicaciones del consorcio, ya sean cara a cara o vía email, han incluido investigadores de SRI International, EDC, the Metiri Group, la University of Virginia, la University of Nevada en Las Vegas, Rockman Et Al, Kent State University, la RAND Corporation, Boston College, y las Universidades de Maine y Southern Maine. Por mayor información sobre el consorcio, ver [ubiqcomputing.org](http://ubiqcomputing.org).

Las iniciativas de computación ubicua también difieren en términos de sus planes de implementación, tales como si el desarrollo profesional de los docentes para integrar la tecnología es un componente importante de la iniciativa (en algunos casos no lo es), y si lo es, cómo será realizado. Finalmente, los generadores de políticas que comienzan una iniciativa 1 a 1 pueden hacerlo con una visión particular en su mente, por ejemplo, las metas y objetivos, y estos también son parte de las características de la iniciativa. Por ejemplo Angus King, el anterior Gobernador de Maine que iniciara la iniciativa estatal de computadoras portátiles, explicó que una meta importante era aumentar la competitividad económica de Maine—un estado que históricamente ha tenido pocos negocios e industrias de alta tecnología (Lemke y Martin, 2003).

## **Resultados Finales**

El cuadro de la derecha en la Figura 1 representa las metas o resultados más significativos esperados de la computación 1 a 1. Para la mayoría de la gente, los resultados más importantes de la computación 1 a 1 son los impactos previstos *en los estudiantes y su aprendizaje*. Estos impactos pueden tener formas muy variadas tales como cambios en los puntajes de pruebas, la adquisición de “habilidades del siglo XXI”, así como aprender a usar herramientas basadas en la computación (Partnership for 21st Century Skills, 2003), o aumento en la motivación y asistencia del estudiante.

En Maine, *la competitividad económica* está también entre los resultados esperados, como se menciona arriba. Por lo tanto, la investigación acerca de los impactos de la iniciativa de computadoras portátiles de Maine, podría enfocarse sobre este resultado deseado, si se puede encontrar una metodología de investigación apropiada.

Los generadores de políticas de Maine, del Condado de Henrico, Virginia, y de muchos otros sitios de computación 1 a 1, están preocupados también acerca de aumentar la equidad en el acceso a la información y computación, p.ej., reduciendo la “*brecha digital*”. Preguntas de investigación sobre cómo reducir la brecha digital son apropiadas para muchas iniciativas 1 a 1. Los datos muestran que en algunos lugares con iniciativas de computadoras portátiles se les está dando a miles de estudiantes acceso a computadoras, información y servicios que antes no tenían. (datos no publicados, Silvernail y Harris, 2003).

En este marco, las metas y resultados finales de las iniciativas 1 a 1 están intencionalmente restringidas a un número pequeño. Una razón de ello es para señalar que la investigación enfocada a esas pocas metas de computación 1 a 1—aprendizaje del estudiante, equidad, y competitividad económica—puede ser vista por mucha gente como especialmente valiosa, incluyendo algunos patrocinadores de la investigación.

Sin embargo, una investigación que se concentre en los resultados finales de la computación 1 a 1 no es la única prioridad alta. Los proponentes de los estudios experimentales más rigurosos enfocados al logro estudiantil están de acuerdo en que es importante entender por qué se dan ciertos resultados (Myers y Dynarski, 2003). En otras palabras, la investigación necesita enfocarse en cómo trabajan los estudiantes y los docentes con computadoras, no sólo en los resultados de sus esfuerzos.

## **Interacciones y Resultados Intermedios**

El cuadro del medio de la Figura 1 representa el cómo – esto es, implementación de una iniciativa 1 a 1, incluyendo la interacción de los padres, administradores, docentes y estudiantes con la tecnología. Como resultado de estas interacciones, una iniciativa 1 a 1 tendrá una serie de resultados intermedios. Aunque algunos de esos resultados puedan ser considerados deseables de por sí, como una mayor participación de los padres, o patrones nuevos de enseñanza que resultan cuando se

implementan las iniciativas 1 a 1, son etiquetados como resultados intermedios en este marco, para indicar que son considerados como medios para fines más importantes como el mejoramiento del logro estudiantil. Seis juegos de interacciones y resultados intermedios se identifican en el marco. *Enseñanza e instrucción* hace referencia a cómo los docentes hacen uso de la computación 1 a 1 y los impactos de la iniciativa en las actividades curriculares y de aula. *Líderes escolares* indica las acciones y papeles y comportamientos cambiantes de los administradores y otros líderes escolares, que podrían oscilar desde ser responsables de la contratación de personal nuevo, a contestar preguntas de los padres y la prensa. *Infraestructura y apoyo* hace referencia tanto a impactos físicos (p.ej., mantener aparatos y redes) como a infraestructura humana (p. ej., nuevas posiciones, como las de soporte técnico y/o coordinadores de tecnología educativa). *Escuelas y sistemas* hace referencia a los impactos en los niveles de estado, distrito y escuela, tales como los cambios en la cultura de la escuela, o en las políticas del distrito y del estado. *Relaciones escuela-comunidad* hace referencia a los impactos en los padres y la comunidad y a cualquier cambio en los roles de los estudiantes en estos contextos. Finalmente, *costos y financiamiento* indica un tópico que corta transversalmente varios de los otros pero amerita especial atención debido al hecho de que hallar el financiamiento para mantener la computación 1 a 1 es uno de los retos importantes que enfrentan los generadores de políticas y que, sin embargo, es un área en la que actualmente hay poca información disponible. Este juego de seis tópicos intenta ser exhaustivo.

### Identificando Preguntas de Investigación

Conjuntos de preguntas de investigación pueden ser desarrolladas para cada uno de los numerosos tópicos mostrados en la Figura 1. Por ejemplo, centrándose en el tópico de *enseñanza e instrucción*, mostrado en el cuadro Interacciones y Resultados Intermedios de la Figura 1, podemos hacer preguntas tales como:

- ¿Cuál es el impacto en los comportamientos en la enseñanza, el currículo y las prácticas educativas?
  - ¿Para qué tipo de tareas utilizan los *docentes* la tecnología, y en qué materias?
  - ¿Para qué tipo de tareas se les pide a los *estudiantes* que usen la tecnología, y en qué materias?
  - ¿Cuán a menudo y por cuánto tiempo usan los docentes y sus estudiantes la tecnología?
  - ¿Cómo cambia la cultura del aula (p.ej. relaciones entre docente y estudiantes)?
- ¿Los maestros que implementan la iniciativa 1 a 1 tienen las habilidades técnicas que necesitan para usar la tecnología eficientemente? ¿Están comprometidos en desarrollo profesional para aprender las habilidades y estrategias necesarias?
- ¿Cuál es el impacto en las interacciones de los maestros entre sí y en las comunidades de maestros? ¿Están los maestros compartiendo lo que aprenden?
- ¿Qué recursos digitales se usan? ¿Cuáles son las más promisorias aplicaciones educativas de la tecnología (p.ej., piezas específicas de software o sitios web) utilizadas dentro de una determinada iniciativa 1 a 1?
- ¿Qué son facilitadores y obstáculos para el uso de los aparatos de enseñanza en computación 1 a 1?

Para tomar otro ejemplo, una serie de preguntas de investigación puede ser desarrollada para *estudiantes y su aprendizaje*, mostrado en el cuadro de Resultados Finales en la Figura 1. Estas preguntas incluyen:

- ¿Cuáles son los impactos de la iniciativa 1 a 1 en las mediciones del logro estudiantil, desglosados por edad y materia? ¿Y cuáles son los impactos en el logro académico de diferentes subgrupos estudiantiles (p.ej. estudiantes de educación especial)?
- ¿Cuáles son los impactos en las habilidades del Siglo XXI de los estudiantes, tales como su fluidez en el uso de la tecnología de la información? ¿Cuáles son los impactos en la responsabilidad de los estudiantes de dirigir su propia enseñanza?
- ¿Cuáles son los impactos en el compromiso de los estudiantes con la escuela, su motivación y asistencia?
- ¿Cuáles son los impactos en los usos de la tecnología por los estudiantes? Por ejemplo, ¿están los estudiantes autorizados a llevar sus computadoras a casa? De ser así, ¿cuán a menudo llevan los estudiantes (y cuáles estudiantes) las computadoras a casa y cómo las usan en casa?

Para cualquier iniciativa 1 a 1 específica que pueda ser descrita por un conjunto específico de aspectos cruciales identificados en la casilla de Aspectos Cruciales de la Figura 1, se pueden generar fácilmente docenas de preguntas de investigación interesantes usando este marco, usando los temas en las casillas del medio y de la derecha como puntos de partida (ver [http://ubiqcomputing.org/eval\\_materials.html](http://ubiqcomputing.org/eval_materials.html)). Hay muchas preguntas más que pueden ser probablemente bien contestadas por un único estudio – en particular si se usan los métodos de investigación más rigurosos, ya que éstos pueden ser costosos y requerir mucho tiempo.

Sin embargo, enfocarse en las múltiples preguntas de investigación asociadas con la implementación y los resultados es sólo un comienzo, porque los investigadores están también interesados en entender los efectos de la variación en los aspectos cruciales de las iniciativas 1 a 1. ¿Importa si las iniciativas usan dispositivos de mano o computadoras portátiles?, ¿qué elementos de software están cargados en las computadoras?, ¿cómo se lleva a cabo el desarrollo profesional de los docentes como parte de la iniciativa?, ¿cuál es el tamaño de las clases?, ¿es el entorno un distrito individual o un estado entero? ¿Son diferentes los impactos de una iniciativa 1 a 1 dependiendo de cuáles son los grados objetivo o si la iniciativa se lleva a cabo en un barrio urbano o en un área rural? Por cierto que los aspectos cruciales de las iniciativas importan, pero si uno fuera a tratar de comparar distintos tipos de iniciativas 1 a 1 en ensayos comparativos directos en el mismo estudio, se precisarían realizar docenas de estudios y responder a cientos de preguntas de investigación. Para enfrentar un conjunto tan grande de elecciones, es esencial definir prioridades.

### **Desarrollando una Agenda de Investigación**

Crear una agenda de investigación va a depender de tener en cuenta lo que ya sabemos y lo que no; y para este propósito las reseñas de investigación pueden ser especialmente útiles (por ej., Penuel y otros, 2002; Kerr y otros., 2003; Rockman, 2003). Desarrollar una agenda de investigación también significa considerar preguntas que se entienden importantes para los educadores, generadores de políticas y patrocinadores de investigaciones; identificar preguntas de investigación para las que las respuestas pueden afectar potencialmente grandes desembolsos de fondos públicos; encontrar y estudiar variables que son especialmente sensibles al cambio (esto es, aspectos cruciales para los que una pequeña diferencia puede crear un gran impacto), y así sucesivamente. Algunas consideraciones prácticas son también un factor al crear una agenda de investigación. Por ejemplo, algunos estudios son conceptualmente interesantes pero no son posibles, p.ej., porque son muy caros.

El proceso de establecer una agenda de investigación deberá involucrar a una comunidad de investigadores, patrocinadores de la investigación, generadores de políticas, líderes educativos, y otras personas involucradas en la conversación sobre lo que es más importante estudiar. Este artículo es una contribución a una conversación ampliada.

## **Los Estudiantes y su Aprendizaje**

Aumentar el logro estudiantil es claramente el objetivo más importante para la adopción de la computación 1 a 1. Documentar los impactos de la computación 1 a 1 sobre el logro, en un estudio diseñado rigurosamente, es en este sentido el “Santo Grial” para los investigadores en este campo. Como resultado, los estudios enfocados en el aprendizaje estudiantil merecen una alta prioridad.

Sólo unas pocas escuelas han reportado que la computación 1 a 1 haya contribuido a un cambio mayor en el desempeño estudiantil. La Escuela Media de W.L. Parks en Atlanta es una de esas escuelas. Allí, el porcentaje de estudiantes que pasaron los exámenes estatales aumentó en dos dígitos en sólo unos pocos años (Robinson, 2003). Sin embargo, el programa de esta escuela consistió en más que proveer computadoras portátiles a los estudiantes y maestros. Un director dinámico y su joven personal también usaron productos de software específicos y un enfoque de enseñanza basada en proyectos, en un esfuerzo para ir de “peor a primero”. Sería útil observar si la experiencia de esta escuela puede ser sostenida y replicada.

La experiencia típica de escuelas en iniciativas de computación 1 a 1 es bastante diferente. Un investigador experimentado en investigar computación 1 a 1 recientemente escribió:

“Consistentemente encontramos impactos sustantivos en la enseñanza y el aprendizaje, en maestros y estudiantes, sin embargo, continuamos teniendo dificultad en relacionar el acceso full-time a computadoras con los resultados de pruebas estandarizadas actualmente en uso (Rockman, 2003).”

Puede haber muchas razones por las que esto es verdad. Una posibilidad probable es que como a menudo se deja librado al estudiante individual y a los docentes la elección de cómo usar la tecnología (en lugar de hacerlo con un enfoque en las metas educativas de todo un estado, o un distrito o una escuela, como fue el caso en W.L. Parks), los impactos en el logro estudiantil son débiles y dispersos. Estudios de intervenciones concentradas que involucren computación 1 a 1 serán útiles para establecer lo que es posible.

Por ejemplo, el Departamento de Educación de los Estados Unidos está comenzando un conjunto de estudios de productos de software educativo diferenciados — p.ej., productos que apuntan a enseñar la lectura en los primeros grados de la escuela primaria — para averiguar si son efectivos para aumentar el logro de los estudiantes en un cierto número de escuelas y sistemas escolares (U.S. Department of Education, 2003b). Estos estudios serán llevados a cabo como pruebas de campo aleatorias y pueden proveer evidencia fuerte sobre su efectividad. Aunque el uso de productos diferenciados de software no necesariamente depende de que cada estudiante tenga una computadora, si los generadores de políticas se enteran por estos estudios que el software XYZ es efectivo para aumentar el logro estudiantil (particularmente en escuelas como las de ellos), tendrán un incentivo mucho más fuerte para autorizar y usar ese software. La evidencia reunida en estos y otros estudios similares es probable que tenga influencia sobre opiniones de si la tecnología impacta el logro y cómo lo hace, y a su vez, si y cómo las iniciativas 1 a 1 usen determinados productos.

Sin embargo, muchos docentes y estudiantes involucrados en computación 1 a 1 usan herramientas de software (p.ej., procesadores de palabra, planillas electrónicas) y sitios Web disponibles libremente más que productos propietarios que buscan enseñar habilidades y conocimientos específicos. Comprender los impactos de la computación 1 a 1 en tales situaciones, donde la intervención *no* es ante todo una pieza de software en particular, pero no obstante está orientada a las metas claves de aprendizaje, es tan importante como estudiar los productos comerciales, porque para muchos maestros y estudiantes ésta es posiblemente la experiencia más común. Algunos estudios de este tipo se están realizando. Por ejemplo, el Departamento de Educación de los Estados Unidos está apoyando un nuevo estudio en Maine que apunta a la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria media en un ambiente tecnológicamente rico usando applets disponibles libremente, es decir, pequeños programas enfocados al contenido disponibles a través del navegador de la Web (U.S. Department of Education, 2003a; Trotter y Borja, 2004). A un grupo de maestros experimentales, seleccionado al azar, se les proporcionará desarrollo profesional intensivo que se centrará en el uso de applets para enseñar pensamiento algebraico y otras habilidades en el currículo de Maine. Los resultados a ser estudiados incluyen tanto los puntajes de las pruebas estudiantiles como los cambios en el conocimiento del contenido por los maestros y en la pedagogía.

Diseñar y llevar a cabo estudios que involucran pruebas aleatorias y medidas múltiples es dificultoso, cuesta mucho dinero y lleva mucho tiempo. Hay múltiples temas y muchos niveles de grado en los que los investigadores pueden enfocar su atención, así como innúmeras piezas de software específico, u otros grupos de herramientas (tales como los applets basados en las Web) o procedimientos (tales como formas particulares de usar los procesadores de palabra para enseñar a escribir), que podrían ser usados por maestros y estudiantes para mejorar el logro estudiantil. Es necesario tener cuidado para seleccionar las intervenciones más promisorias para estudiarlas, apuntando a casos donde la tecnología es poderosa y está correctamente vinculada con los objetivos estatales y locales para el currículo y la instrucción.

Las definiciones de resultados estudiantiles importantes también necesitan ser cuidadosamente examinadas. Como resultado del Decreto Ningún Niño Dejado Atrás (No Child Left Behind Act), las pruebas estatales en temas esenciales ahora acarrearán mayores consecuencias que en el pasado; sin embargo, otros resultados estudiantiles además de los puntajes de las pruebas son también importantes, incluyendo las habilidades del Siglo 21. Parece claro que un gran número de estudiantes de secundaria están volviéndose más competentes en redes de computadoras, gráficos por computadora, programación básica y avanzada, diseño Web y una variedad de otras habilidades tecnológicas altamente valoradas en la fuerza de trabajo. Documentar si las iniciativas 1 a 1 contribuyen a las habilidades tecnológicas de los estudiantes y cómo lo hacen, es un área en la que se necesita más investigación. También, las iniciativas 1 a 1 pueden aumentar la capacidad de los estudiantes de aprender independientemente o resultar en otros logros importantes además de puntajes de pruebas más altos.

El hecho de que varios estados estén comenzando a llevar a cabo pruebas de alta consecuencia (high stakes testing<sup>3</sup>) usando computadoras plantea nuevas oportunidades de ampliar la índole de lo que se testea. Por ejemplo, así como a los estudiantes se les permite usar calculadoras para algunas pruebas locales, estatales y nacionales, puede ser factible hacer las pruebas de escritura usando procesadores de palabra o examinar la destreza en tecnología de los estudiantes no con papel y lápiz sino usando computadoras directamente, como ya se ha hecho en North Carolina (Consejo de Educación de las Escuelas Públicas del Estado de Carolina del Norte, 2002). Promover la destreza tecnológica de los estudiantes es una meta del Decreto Ningún Niño Dejado Atrás y más discusión

---

<sup>3</sup> N. de T. “High stakes testing” son pruebas en las que se usan los resultados para tomar decisiones educativas importantes sobre las escuelas, los maestros, administradores y estudiantes.



e investigación son necesarias para entender cómo se interpreta esa meta y cuáles son las contribuciones para alcanzar esa meta realizadas por las iniciativas 1 a 1, si las tiene. Al mismo tiempo, las limitaciones de las pruebas de ahora pueden tener consecuencias sobre lo que se enseña y cómo se enseña a los estudiantes usando tecnología (Russell y Higgins, 2003).

Un importante problema de política en el actual clima fiscal y político está aumentando el logro educativo en algunos sub-grupos de estudiantes, tales como los matriculados en educación especial, los miembros de grupos minoritarios en desventaja y los estudiantes de bajo rendimiento. Así, enfocar algunos estudios nuevos en resultados estudiantiles para sub-grupos seleccionados, será importante para muchos generadores de políticas, incluyendo algunos patrocinadores claves de la investigación. Los generadores de políticas estarían interesados, seguramente, en investigación de alta calidad que demuestre que las iniciativas de computación 1 a 1 proporcionan beneficios valiosos a grupos de estudiantes de menor desempeño y a sus maestros. Se apunta que la investigación ya muestra que los ambientes tecnológicamente ricos son altamente motivadores para los estudiantes en desventaja o de minorías (p.ej., Page, 2002).

Para reiterar, llevar a cabo una investigación sobre los impactos de iniciativas 1 a 1 en el aprendizaje de los estudiantes tiene una alta prioridad. Sin embargo, ésta no deberá ser de ninguna manera la única prioridad para futuras investigaciones. Parece probable que los generadores de políticas y el público valoran la computación 1 a 1 no simplemente porque esperan aumentar el logro estudiantil sino porque la computación 1 a 1 promete una amplia variedad de resultados deseables, tales como acceso casi instantáneo a miles de fuentes de información, acceso más fácil para los estudiantes a cursos en línea no disponibles localmente, el reemplazo de los laboratorios de biología “húmedos” por disecciones “virtuales”, la posibilidad de ahorrar tiempo y dinero haciendo más pruebas en línea, y aumentar la motivación de maestros y estudiantes, para nombrar sólo algunos beneficios que han sido discutidos en la literatura sobre computación 1 a 1. Si estos tipos de beneficios pueden ser alcanzados a un costo suficientemente bajo, muchos generadores de políticas pueden invertir en computación 1 a 1 ya sea que se informe que hay ganancias significativas en el logro educativo estudiantil o no.

### **Documentando los Costos**

Los costos financieros y otros son claramente una preocupación mayor para los generadores de políticas interesados en la computación 1 a 1. Para comprender la relación costo-beneficio, necesitamos identificar los diversos beneficios de la computación 1 a 1, así como la naturaleza y envergadura de los costos, e incluir los valores de partida contra los cuales medir esos costos.

Pocos artículos o libros documentan los costos financieros de la computación 1 a 1 en detalle, distinguiendo costos por única vez de costos recurrentes y proveyendo información sobre los costos del desarrollo profesional, del apoyo permanente, de redes y de administración—no sólo de las computadoras. Los investigadores pueden hacer contribuciones significativas al conocimiento en esta área pronto.

¿Cuáles son los valores iniciales contra los cuales medir los costos de la computación 1 a 1, ya sea de computadoras de mano o de computadoras portátiles? Prácticamente todas las escuelas y distritos ya pagan por conexiones a Internet y una gran cantidad de computadoras, y capacitan maestros para usar equipos de computación para la instrucción. Para estos propósitos, billones de dólares son gastados cada año y la situación es poco probable que cambie (Departamento de Educación de EEUU, Servicio de Estudios de Políticas y Programas, 2003). Así, el costo de adicionar un entorno de computación 1 a 1 es considerablemente *menor* que el costo de apoyar toda la tecnología

educativa en las escuelas. Esto será igual de cierto en donde se adopten aparatos de mano para computación 1 a 1 como donde se adopten computadoras portátiles.

Las iniciativas de computación 1 a 1 también pueden generar ahorros tanto como costos. El estado de Florida, por ejemplo, ha considerado el beneficio potencial de eliminar los laboratorios de computadoras dedicados en las institutos de educación secundaria al dar a cada estudiante una computadora portátil (Branigan, 2003). Esta movida puede obviar la necesidad de construcción de nuevos y caros espacios de aula. De manera similar, muchas instituciones de educación superior han reducido costos de materiales impresos al poner a disposición los mismos recursos en formato electrónico, y las escuelas superiores (K-12) serán capaces de hacer lo mismo, incluso posiblemente reduciendo la dependencia de los libros de texto.

Otro tipo de estudios de costos que puede ser especialmente útil a los generadores de políticas es comparar instalaciones con mayor o menor densidad de la misma tecnología. Por ejemplo, muchas más escuelas pagan por carros móviles con computadoras portátiles que las que proveen una computadora portátil a cada alumno. ¿Cuáles son los distintos modelos de uso y resultados de las distintas densidades de computación? Las investigaciones preliminares en este tema muestran que el uso aumenta significativamente cuando cada estudiante tiene una computadora (Russell, Bebell, y Higgins, 2004). Se necesita más investigación para examinar los costos y beneficios relativos de cada enfoque.

Un tercer tipo de estudio de costos resulta de la comparación de tecnologías más caras con menos caras, tales como comparar computadoras portátiles con equipos de mano o Danas. Los estudios de costo necesitan enfocar no sólo el hardware. La investigación sobre el equipo de mano más comúnmente usado en las escuelas, las calculadoras gráficas, demuestra que el hardware electrónico solo no cambia los modelos de enseñanza aprendizaje. El desarrollo profesional de los docentes es un componente esencial para la integración de la tecnología educativa, aún para esta “simple” tecnología de mano (Burrill y otros, 2002). Así, podemos esperar que la introducción de cualquier dispositivo de computación, incluso de mano, requerirá inversiones significativas en desarrollo profesional de los maestros. En la medida que los dispositivos son más flexibles, mayor es la necesidad de inversiones en software, redes escolares, y reparación y mantenimiento. El costo total de propiedad requiere prestar atención a muchos detalles además de los costos de los aparatos electrónicos. Necesitamos más información sobre costos para ayudar a los generadores de políticas a tomar buenas decisiones, especialmente decisiones caras que afectan sistemas educativos grandes.

## **Escala y Escalamiento**

Proveer computadoras a cada estudiante en una escala de miles o decenas de miles de individuos es un fenómeno nuevo a nivel del sexto año de secundaria. Estas iniciativas implican desafíos mayores, incluyendo decidir qué software y servicios proveer (y pagar por ellos), modificar la curricula (de ser conveniente), mantener las computadoras, instalar y mantener las redes (de haberlas), y capacitar a docentes, estudiantes y padres. Una investigación en algunas de las iniciativas de computación 1 a 1 de gran escala merece alta prioridad.

Logrando resultados en gran escala es mucho más difícil que lograrlos en una única sala de clase o en una escuela, aunque los resultados en gran escala son especialmente significativos para el sistema educativo en general. Estudiar el escalamiento hacia arriba de iniciativas complejas en sistemas educativos es, en sí mismo, un desafío, totalmente aparte del foco en tecnología. Ya sea reforma global de las escuelas, o establecimientos de secundaria menores u otras iniciativas, hay desafíos significativos involucrados, tanto en demostrar exitosamente los impactos en gran escala

como en estudiar los esfuerzos para lograrlo. Una nueva literatura de investigación está surgiendo respecto al estudio del escalamiento (p.ej., Coburn, 2003).

En estudios de iniciativas de gran escala 1 a 1, hay muchos tópicos de investigación valiosos. Para algunas de las iniciativas de gran escala será importante contestar muchas de las preguntas de investigación asociadas con la casilla sobre Implementación y Resultados Intermedios de la Figura 1.

¿Cómo se usan realmente los aparatos, materia por materia y grado por grado? ¿La enseñanza y la instrucción cambian de manera significativa y de ser así, cómo? Al presente, no hay suficiente información detallada disponible para transmitir cuáles son las prácticas típicas en ambientes de computación 1 a 1 o cuáles son las prácticas sobresalientes. Una contribución simple pero importante a la literatura de investigación sería documentar, en diferentes grados y en distintas materias, qué hacen los docentes expertos que usan la tecnología eficientemente, y qué le hacen hacer a sus alumnos con la tecnología, a lo largo de un semestre o un año.

Es también importante enfocar los problemas que se van encontrando, hayan sido previstos o no. Los problemas pueden incluir estudiantes que acceden a sitios de Internet inadecuados con sus computadoras portátiles, o tienen dificultad para ingresar datos de texto en sus computadoras de mano, o docentes que no entienden cómo hacer uso efectivo de las computadoras, así como muchas otras. ¿Cuáles son los problemas en una iniciativa 1 a 1 en gran escala, cuán serios son y cómo pueden resolverse?

De acuerdo a investigadores de campo, encontrar dinero para apoyar estudios profundos de iniciativas de computación 1 a 1 de gran escala no ha sido fácil. Por ejemplo, los generadores de políticas a menudo no incluyen dinero para investigación cuando financian nuevas iniciativas de computación 1 a 1. Sin embargo, hay una necesidad crítica de esa investigación. Debido a que las iniciativas en gran escala son tan nuevas, hay una oportunidad inusual de obtener evidencia derivada de la investigación para ayudar a informar sobre elecciones potencialmente costosas a los generadores de políticas en otros lugares que están considerando iniciativas 1 a 1.

### **El Desafío del Cambio Rápido**

La World Wide Web tiene sólo una década y está todavía evolucionando. “La ley de Moore,” que es la observación (y predicción) de que el poder de las computadoras se duplica cada 18 meses mientras que el precio permanece constante o aún disminuye, es probable que permanezca siendo cierta por muchos años más. Como resultado, es seguro decir que el poder de la tecnología educativa usada en las escuelas continuará cambiando rápidamente, así como lo harán los costos asociados. Sólo recientemente miles de escuelas y distritos han podido adoptar redes inalámbricas. Efectivamente, cambios rápidos en tecnología y en los costos asociados es lo que ha hecho posible las iniciativas de computación 1 a 1.

La rapidez del cambio hace que estudiar la computación 1 a 1 sea un desafío mayor porque los beneficios potenciales de la tecnología educativa continúan cambiando al mismo tiempo que su poder. Por ejemplo, la enseñanza de lenguas extranjeras puede ser revolucionada al volverse posible para los estudiantes enviar y recibir archivos de audio y video electrónicamente en forma barata y fácil, incluyendo grabaciones de su propia voz. Defensores de algunos equipos de mano señalan los beneficios potenciales de usar redes de aula relativamente baratas en nuevas formas que le permiten a los maestros comprender casi instantáneamente si los estudiantes están aprendiendo nuevos conceptos (p.ej., Roschelle y Pea, 2002). Algunos distritos ya están eliminando colecciones de cintas de video y distribuyen “videos educativos” sólo a través de las redes locales, ahorrando así

dinero y haciendo un uso más eficiente de su colección de videos. Involucrar a los padres en las escuelas puede mejorar en la medida que más y más distritos proveen acceso computarizado a los padres a las tareas de los estudiantes, notas, calificaciones, registro de asistencia, y a sus maestros.

La comunidad de investigadores necesita estar atenta a las nuevas tecnologías y los nuevos beneficios potenciales de la computación 1 a 1 al mismo tiempo que trabaja para fortalecer la investigación y desarrollo en esas aplicaciones de las computadoras que ahora son “tradicionales”, tales como mejorar las habilidades de lectura, escritura y matemáticas de los estudiantes. En cierta medida, esto es pedir a la comunidad de I+D que ayude a rediseñar el sistema educativo mientras el mismo continúa funcionando – y evaluarlo al mismo tiempo.

Tanto los investigadores como los generadores de políticas necesitan distinguir entre estudios diseñados para apoyar el desarrollo y prueba de nuevas tecnologías y los que se enfocan en tecnologías más maduras. Ambos tipos de investigación son necesarias. Sin embargo, hasta que las nuevas tecnologías sean probadas en gran escala, los hallazgos sobre ellas deben ser tomados como un trabajo en curso. De manera similar, será importante documentar la persistencia de efectos de la computación 1 a 1 en el tiempo y no sólo lo que sucede en el primer o segundo año.

### **El Desafío de la Medición**

El costo de reunir datos precisos sobre decenas de variables es grande. Lo que es más, la naturaleza de los datos a ser relevados no siempre es clara. ¿Cómo exactamente puede uno ponerse a “probar” rigurosamente que la computación 1 a 1 en Maine es responsable por el aumento en el desarrollo económico en el estado — y no un mercado de valores en ascenso, o un cambio geográfico de la población u otras políticas estatales o federales? Si la motivación de los estudiantes y su asistencia aumenta como resultado de una iniciativa de computación 1 a 1, necesariamente esperaríamos que los puntajes en las pruebas estandarizadas aumenten — y aún si lo hicieran, ¿no deseáramos medir motivación y asistencia tanto como los puntajes de las pruebas? ¿Cuáles son las medidas adecuadas y aceptadas de las llamadas habilidades del Siglo XXI, incluyendo el uso de herramientas electrónicas modernas como hojas de cálculo, procesadores de palabra y motores de búsqueda por Internet?

Aún si se solucionaran los problemas de medición y si se tuviera disponible una amplia gama de datos, ¿cómo pueden los investigadores sumar cantidades dispares de resultados positivos y negativos de computación 1 a 1? Parece claro que algunos investigadores se enfocarán en uno o algunos pocos resultados por vez, especialmente si usan los diseños más rigurosos tales como pruebas experimentales aleatorias. Sin embargo, los investigadores que estudian muchas variables, por ejemplo a través de encuestas, pueden proveer información muy importante, pero no pueden ofrecer mucha seguridad sobre su causalidad.

Puede ser que el valor de las iniciativas de computación 1 a 1 no radique principalmente en una cantidad pequeña de beneficios mayores, tales como aumentar los puntajes de pruebas en materias académicas centrales. En cambio, como parece probable crecientemente, los beneficios de la computación 1 a 1 pueden venir en múltiples formas, muchas de las cuales son difíciles de cuantificar, y ninguna de las cuales es suficiente para justificar la inversión. Sin embargo, en el total, los múltiples beneficios de la computación 1 a 1 pueden proveer a los estudiantes y al público valores sustanciales — suficientes para justificar las inversiones considerables que son necesarias para proveer a cada docente y cada estudiante con una computadora.

## **Conclusión**

La responsabilidad de integrar hallazgos de investigación dispersos y a veces contradictorios y de decidir cómo gastar los dólares en educación queda en el público y en los generadores de políticas clave. Con la limitada investigación disponible, su juicio es especialmente crucial.

Aún así, las buenas pruebas contribuyen al buen juicio. En medio de peticiones de más investigación en educación basada científicamente, el tema de la computación 1 a 1 merece más dólares de investigación. Decenas de billones de dólares de fondos públicos serán gastados en tecnología educativa en los Estados Unidos en los años venideros y una porción creciente de esos fondos será gastado en iniciativas 1 a 1. Mayor y mejor investigación, cuidadosamente orientada para contestar las preguntas de investigación de alta prioridad, ayudará a guiar tanto a la política como a la práctica.

## Referencias

- Adelman, N., Donnelly, M. B., Dove, T., Tiffany-Morales, J., Wayne, A., y Zucker, A. (2002). *The Integrated Studies of Educational Technology: Professional development and teachers' use of technology*. Arlington, VA: SRI International.
- Branigan, C. (2003, February 12). Florida union leader floats laptop plan to free up classroom space. *eSchool News*.
- Burrill, G., Allison, J., Breaux, G., Kastberg, S., Leatham, K., y Sanchez, W. (2002). *Handheld graphing technology in secondary mathematics: Research findings and implications for classroom practice*. Dallas, TX: Texas Instruments.
- Coburn, C. E. (2003). Rethinking scale: Moving beyond numbers to deep and lasting change. *Educational Researcher*, 32(6), págs. 3-12.
- Kerr, K. A., Pane, J. F., y Barney, H. (2003). *Quaker Valley Digital School District: Early effects and plans for future evaluation* (Technical Report TR-107-EDU). Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- Lemke, C., y Martin, C. (2003). *One-to-one computing in Maine: A state profile*. Los Angeles, CA: Metiri Group.
- Metiri Group. (2002). *Apple Computer/Henrico County individualized computing framework*. Los Angeles, CA: Autor.
- Myers, D., y Dynarski, M. (2003). *Random assignment in program evaluation and intervention Research*: U.S. Department of Education Institute of Education Sciences National Center for Education Evaluation and Regional Assistance.
- Page, M. (2002). Technology-enriched classrooms: Effects on students of low socioeconomic status. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(4), 389-409.
- Partnership for 21st Century Skills. (2003). *Learning for the 21st century: A report and mile guide for 21st century skills*. Washington, DC: Autor.
- Penuel, W. R., Kim, D. Y., Michalchik, V., Lewis, S., Means, B., Murphy, R., Korbak, C., Whaley, A., y Allen, J. E. (2002). *Using technology to enhance connections between home and school: A research synthesis*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Public Schools of North Carolina State Board of Education. (2002). *2000-01 report of student performance North Carolina tests of computer skills*. Raleigh: Autor.
- Robinson, H. (2003). *Expecting and achieving excellence: W.L. Parks Middle School*. Georgia Public Policy Foundation. Retrieved January 9, 2004, from the World Wide Web: [http://www.gppf.org/pubs/commentaries/2003/parks\\_middle.htm](http://www.gppf.org/pubs/commentaries/2003/parks_middle.htm)
- Rockman, S. (2003). Learning from Laptops. *Threshold*, 1(1), 24-28.
- Roschelle, J., y Pea, R. (2002, January 7-11). *A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change CSCL*. Paper presented at the 2002 Computer-Supported Collaborative Learning

(CSCL) conference, Boulder, CO.

Russell, M., y Higgins, J. (2003). *Assessing effects of technology on learning: Limitations of today's standardized tests*. Boston, MA: Technology and Assessment Study Collaborative, Boston College.

Russell, M., Bebell, D. y Higgins, J. (2004). *Laptop Learning: A comparison of teaching and learning in classrooms with shared laptops and permanent 1:1 laptops*. Chestnut Hill, MA: Technology and Assessment Study Collaborative, Boston College.

Silvernail, D. L., y Harris, W. J. (2003). *The Maine Learning Technology Initiative: Teacher, student, and school perspectives, mid-year evaluation report*. Gorham, ME: Maine Education Policy Research Institute, University of Southern Maine.

Soloway, E., Norris, C., Blumenfeld, P., Fishman, B., Krajcik, J., y Marx, R. (2001). Handheld devices are ready-at-hand. *Communications of the ACM*, 44(6), 15-20.

Trotter, A., y Borja, R. R. (2004, January 7). Researchers eye technology's effects on achievement. *Education Week*, p. 8.

U.S. Department of Education. (2003a). *\$15 million in grants awarded to help states study technology's impact on student achievement (press release)* [press release]. Extraído 12/10/2003, from the WWW: [www.ed.gov/news/pressreleases/2003/11/11102003.html](http://www.ed.gov/news/pressreleases/2003/11/11102003.html)

U.S. Department of Education. (2003b). *Enhancing Education Through Technology mandated evaluation: Evaluation of the effectiveness of educational technology interventions*. Autor. Retrieved 1/12/04 from: [www.ed.gov/about/offices/list/oe/technology/impactupdate.pdf](http://www.ed.gov/about/offices/list/oe/technology/impactupdate.pdf)

U.S. Department of Education Policy and Program Studies Service. (2003). *Federal funding for educational technology and how it is used in the classroom: A summary of findings from the Integrated Studies of Educational Technology*. Washington, DC: Autor.

Vahey, P., y Crawford, V. (2002). *Palm Education Pioneers Program: Final evaluation report*. Menlo Park, CA: SRI International.