

Aprendiendo Matemática con tecnología portátil 1 a 1: resultados de una experiencia de innovación en Chile

María Ester Lagos Céspedes

maria.lagos@centrocomenius.org

Hernán Miranda Vera

hernan.miranda@centrocomenius.org

Claudia Matus Zúñiga

claudia.matus@centrocomenius.org

Gonzalo Villarreal Farah

gonzalo.villarreal@centrocomenius.org

Centro Comenius,

Universidad de Santiago de Chile

Chile

Resumen

En los últimos años, en Chile, se han desarrollado diversos proyectos que fomentan el uso de tecnología portátil en el aula, en particular tecnología portátil 1:1 (un computador por niño). Las experiencias muestran que la tecnología por sí sola no basta para producir cambios. Se requiere implementar modelos de intervención pedagógica que permitan a los docentes utilizar adecuadamente estas tecnologías con la finalidad de favorecer diversos aprendizajes. Así, se implementó en el 2009 el proyecto “Aprendiendo Matemática con Tecnología Portátil 1:1”, el cual provee de un modelo didáctico integrado, que permite abordar el sector curricular de Matemática. Se trata de un modelo que considera aspectos como el trabajo colaborativo, las habilidades del siglo XXI, integración curricular de la tecnología, entre otros, y a su vez considera la particularidad de la didáctica asociada a este sector. La propuesta incluye el desarrollo de soluciones para crear ambientes de aprendizajes interactivos y dinámicos, además de un proceso de formación y acompañamiento permanente a los docentes. Para apoyar todos los procesos formativos, se utilizaron recursos digitales interactivos y material impreso diseñado especialmente para tal efecto y se midió el aprendizaje de los estudiantes, el cual se incrementó positivamente durante el proceso.

Palabras clave

Educación matemática, tecnología portátil, computación 1 a 1, aprendizaje colaborativo, habilidades del Siglo XXI.

Abstract

In the last years, a variety of projects promoting the use of portable technology in the classrooms has been carried out in Chile, in particular 1 to 1 technology (one computer per child). These experiences show that technology by itself is not enough to produce changes in teaching and learning. Appropriate pedagogical models, then, allowing the proper use of technology by teachers are required in order to favor meaningful uses of technology to promote learning. Thus, the project “Aprendiendo Matemática con Tecnología Portátil” was implemented in 2009 in Chilean schools (7th grade) in order to provide an integrated pedagogical model for teaching mathematics. This model considers a variety of aspects such as collaborative learning, XXI century skills, technology integration, and particular aspects of teaching mathematics. The proposal also considers the development of solutions for creating interactive and dynamic learning environments as well as an on site teachers’ companion process. To support all the formative process, specially designed interactive digital resources and teaching materials were developed and students’ learning outcomes were measured. A positive increment in learning results was detected.

Key words

Mathematic Education, Portable Technology, 1 to 1 Computing, Collaborative learning, XXI Skills.

1. Introducción

Una tendencia global respecto de las tecnologías digitales de uso cotidiano -tales como los computadores personales, los dispositivos de audio portátiles y los teléfonos celulares – es la miniaturización y la portabilidad, haciéndolas cada vez más accesibles, poderosas y portables (Intel, 2005). Por lo mismo, se ha hecho más accesible para las escuelas el poder contar con tecnologías portátiles que hagan plausible y viable el considerar aulas experimentales y ambientes de enseñanza y aprendizaje donde cada estudiante y su respectivo profesor cuenten con un computador portátil conectado en red. Destacan al respecto experiencias en países como Estados Unidos, Inglaterra y Australia, las que muestran resultados interesantes, aunque no del todo concluyentes respecto a su efectividad en los aprendizajes de los estudiantes (Balanskat y Blamire, 2007; BECTA, 2007; European Schoolnet, 2006).

En este ámbito, Chile, a través del proyecto Enlaces del Ministerio de Educación, ha sido pionero en impulsar el uso y experimentación de tecnologías portátiles en esta modalidad y con propósitos educativos. En el año 2007 se desarrolló en Chile una primera experiencia piloto con escuelas públicas. Esta experiencia arrojó como resultados mejoras en el ambiente de la clase, un incremento del uso de la tecnología en algunos sectores curriculares y una actitud positiva de los profesores hacia la incorporación de tecnología (Cabezas, Flores, Garrido & Pica, 2008). Sin embargo, como era una experiencia piloto y de duración limitada en el tiempo, no fue posible establecer claramente los efectos de tal ambiente en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Para superar estas limitaciones, era necesario estudiar con mayor profundidad y rigurosidad el tipo de habilidades que desarrollan los estudiantes que están expuestos al uso intensivo de tecnología y sistematizar un modelo pedagógico con tecnología 1 a 1 que promueva un ambiente de aprendizaje enriquecido y eficaz. En este contexto, el Ministerio de Educación de Chile a través del Centro de Educación y Tecnología, Enlaces, encargó la realización del estudio “Aprendiendo Matemática y Lenguaje con Tecnología Portátil 1 a 1” con el propósito de implementar un modelo de integración curricular en estudiantes de séptimo año básico con énfasis en el desarrollo y potenciación de habilidades del siglo XXI a través del uso intensivo de tecnología portátil 1 a 1. Este estudio se focalizó en cuatro sectores curriculares, a saber: Matemática, Lengua Castellana y Comunicación, Inglés y Ciencia.

El estudio focalizado en las áreas curriculares de Matemática y Lenguaje fue realizado por un equipo multidisciplinario del Centro Comenius USACH y del Centro Costadigital de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Este artículo da cuenta de los resultados de la implementación de dicho estudio en el sector curricular de Matemática, focalizando la mirada en los recursos digitales interactivos multimediales construidos especialmente para apoyar la intervención y en el análisis cuantitativo de los resultados de aprendizaje logrados por los estudiantes. También se complementa con algunos de los resultados cualitativos que ayudan a entender mejor el contexto de la intervención.

Así, en este artículo se resume el marco conceptual que orientó el estudio, el cual evidencia que se hace necesario sistematizar un modelo pedagógico con tecnología 1:1 que promueva un ambiente de aprendizaje eficaz y propiciar ambientes realistas y enriquecidos que faciliten las interacciones de grupo y que potencien el desarrollo del pensamiento estratégico, el desarrollo metacognitivo y el descubrimiento y representación de problemas. Además, se explicita la metodología de intervención e investigación empleada, la cuál apunta a implementar un Modelo de Integración Curricular en estudiantes de séptimo año básico con énfasis en el desarrollo y potenciación de habilidades del siglo XXI

a través del uso intensivo de tecnología portátil 1 a 1 en el sector curricular de Matemática. Por último, se da cuenta de los resultados de la implementación, en donde, para los estudiantes, se evidencian avances significativos entre las mediciones de pre y posttest, llevando a la conclusión de que los estudiantes pueden aprender en un ambiente enriquecido con tecnología y, además, desarrollan otras habilidades que no son triviales de lograr en otros ambientes.

2. Marco conceptual

En la última década, los rápidos avances tecnológicos han provocado un interés en la utilización de computadoras portátiles como una herramienta de instrucción para mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Cengiz & Demirtas, 2005). Mundialmente, los estudios se han focalizado en el diseño de herramientas instruccionales educativas que potencien el desarrollo de habilidades y competencias en los estudiantes, pero que a su vez permitan el surgimiento de otras experiencias y dinámicas de trabajo dentro del aula. Países como Estados Unidos, Inglaterra y Australia cuentan en la actualidad con experiencias educativas que ya reflejan los beneficios que se alcanza al trabajar con computadores portátiles dentro del aula (Balanskat & Blamire, 2007; BECTA, 2007; European Schoolnet, 2006).

En Chile, las iniciativas impulsadas por investigadores chilenos han apuntado, en general, al mejoramiento de los aprendizajes de los alumnos, a la adquisición de habilidades relacionadas con la tecnología, a la reducción de la brecha digital y en algunos casos al desarrollo de una fuerza de trabajo para el siglo XXI. Mientras que en el ámbito gubernamental, se han iniciado experiencias como el proyecto “Enlaces Portátil” (Cabezas et al., 2008), cuyo objetivo fue explorar los efectos del uso intensivo de computadores portátiles e Internet en las actividades de aprendizaje dentro del aula. Sin embargo, aún se hace necesario estudiar con mayor detalle el tipo de habilidades que desarrollan los alumnos. En este sentido, el aprendizaje colaborativo es una estrategia que ha generado beneficios en los estudiantes. Cuando los alumnos tienen la oportunidad de trabajar juntos para construir nuevos conocimientos, desarrollan un entendimiento unánime del propósito del grupo y desarrollan la necesidad de apoyar el aprendizaje de unos con otros (Guilles, 2006). En un ambiente de aprendizaje colaborativo, el alumno se vuelve protagonista activo y centro de las actividades de aprendizaje, desarrollando un aprendizaje significativo con la ayuda de la tecnología y en colaboración con otros para construir nuevos conocimientos (Takahashi, 2000). En tanto, el profesor actúa como mediador, facilitador y guía del aprendizaje, ayuda a los alumnos a construir conocimiento, planifica a partir de la consideración de las características de los estudiantes,

propone actividades, proporciona instrumentos, orienta, motiva y evalúa con los estudiantes (Miranda & Villarreal, en prensa).

La actual generación de estudiantes vive la tecnología como parte de su entorno habitual. Por tanto, para satisfacer sus necesidades, la tecnología debe estar siempre disponible (Pedró, 2006; Prensky, 2009). En ambientes de aprendizaje 1:1 cada estudiante tiene acceso a un computador portátil para usarlo en el colegio y en la casa, permitiendo la comunicación y colaboración entre compañeros y profesores, y conectando a los padres con el aprendizaje de sus hijos. En tanto los profesores tienen a su disposición herramientas digitales para crear planes de aprendizaje, manejar contenidos educativos y monitorear el progreso de los estudiantes.

Un aspecto conocido en la literatura, es que el aprendizaje de las matemáticas es complejo para los estudiantes, entre otras cosas, porque no las visualizan, son abstractas y con una simbología propia (Monereo, 2000; Onrubia, Cochera & Barberà, 2001). Para organizar la forma en que la tecnología pueda tener efectos importantes en la formación matemática de los estudiantes, Martín, Beltrán y Pérez (2003) proponen propiciar ambientes realistas y enriquecidos que faciliten las interacciones de grupo y que potencien el desarrollo del pensamiento estratégico, el desarrollo metacognitivo y el descubrimiento y representación de problemas (Santos, 2008). Las TIC permiten generar estos ambientes utilizando diagramas dinámicos que facilitan a los estudiantes el visualizar, manipular y entender los modelos matemáticos, motivándolos a realizar conjeturas en forma intuitiva para verificarlas posteriormente (Baugh & Raymond, 2003; Santos, 2008; Takahashi, 2000). Además, permiten a los estudiantes pasar de elementos concretos a lo abstracto para desarrollar generalizaciones de las situaciones trabajadas, lo cual aumenta sus posibilidades de adquisición de conocimientos y habilidades (Schoenfeld, 1989; Feicht, 2000; Baker & Sugden, 2003) facilitando aspectos relacionados con el cálculo, las gráficas y las construcciones geométricas, lo que permite centrar la instrucción y el trabajo en los aspectos más analíticos y reflexivos (de Guzmán, 1993).

Una dificultad al incorporar herramientas tecnológicas en matemática, es el cambio necesario en la estrategia de enseñanza y en el rol pedagógico del profesor. Ya no es útil un esquema expositivo y lineal. Se requiere diseñar y experimentar estrategias para facilitar la interacción del alumno con los conceptos matemáticos para que surjan actividades como experimentar, conjeturar, generalizar, poner a prueba hipótesis, deducir y reflexionar, las cuáles no siempre ocurren en una situación de clases expositiva normal (Pifarré, 2004; Santos, 2008).

Una propuesta pedagógica que apunta en superar las limitaciones señaladas, es lo que se ha llamado el *modelo interactivo para el aprendizaje matemático*. Este modelo fue desarrollado por el Centro Comenius de la Universidad de Santiago de Chile en el marco del proyecto de investigación y desarrollo “Aprender matemática creando soluciones”. El modelo corresponde a una formulación teórica (ideal) acerca de los elementos básicos que constituyen una situación apropiada de enseñanza y aprendizaje del conocimiento matemático y de la interrelación dinámica que existe entre dichos elementos (ver Oteiza & Miranda, 2004). Ha sido usado para implementar soluciones en diversos niveles del sistema educativo chileno así como también para desarrollar recursos digitales interactivos y material de enseñanza que apoya el desarrollo de las dinámicas e interrelaciones que postula el modelo (Miranda & Villarreal, en prensa).

Cuando se introduce las TIC en la clase, se requiere que los profesores gestionen más recursos y, posiblemente, controlen más de cerca a los estudiantes. Otra problemática puede surgir al existir un conflicto entre los diferentes procesos durante la actividad. Por ejemplo, cuando se trabaja con simuladores se requiere una investigación y exploración por parte de los estudiantes y si se tienen docentes muy centrados en un rol de impartir el conocimiento (clase expositiva) y a los alumnos como receptores de estos, aparecen nuevos conflictos.

El enseñar matemática por medio de una clase expositiva, puede ser lo más fácil para los docentes, pero que los estudiantes escuchen en forma pasiva, no garantiza la comprensión de conceptos y procedimientos matemáticos, por lo que se requiere una participación más activa de los estudiantes en su aprendizaje. Para esto, es necesario disponer de problemas matemáticos interesantes, material didáctico sofisticado, maestros calificados pedagógica y matemáticamente y estudiantes que participen de un ambiente de aprendizaje colaborativo (Takahashi, 2000).

En la medida que se avanza en la era de la información, los alumnos necesitarán nuevos y distintos conocimientos, habilidades y técnicas para enfrentarse a tareas cognoscitivas de mayor complejidad, tales como las de trabajar en la resolución de problemas en general y la resolución de problemas en campos mal estructurados o abiertos en particular (Goldenberg, 2000; Jonassen, 2001; Reigeluth, 2000). Muchos problemas requieren usar y manipular modelos, donde las TIC, además de generar estos modelos, permiten la visualización y utilización de diagramas dinámicos, donde los estudiantes visualicen, manipulen y entiendan, junto con motivarlos a realizar conjeturas en forma intuitiva y posteriormente verificar estas conjeturas. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar y experimentar realizando simulaciones de probabilidades, donde

la tecnología maneja grandes cantidades de datos y funciones en segundos, permitiendo obtener conclusiones (Baugh y Raymond, 2003). En este sentido, un ambiente de alta disponibilidad tecnológica como lo es el uso de tecnología 1 a 1, presenta un escenario propicio para explorar el potencial en el desarrollo de estas habilidades por parte de los estudiantes.

3. Metodología

Objetivos

El propósito general de este estudio fue el implementar un Modelo de Integración Curricular en estudiantes de séptimo año básico con énfasis en el desarrollo y potenciación de habilidades del siglo XXI a través del uso intensivo de tecnología portátil 1 a 1 en el sector curricular de Matemática.

Más específicamente, el estudio consideró los siguientes objetivos específicos:

- Proveer a los docentes de una estrategia metodológica 1:1 basada en la aplicación del *modelo interactivo para el aprendizaje matemático* del Centro Comenius.
- Favorecer el uso de estrategias de colaboración y de comunicación a través del uso intensivo de tecnología portátil 1:1.
- Proveer recursos educacionales impresos y digitales para apoyar la implementación del modelo por parte de profesores y alumnos.
- Implementar un proceso formativo con los docentes de Matemática para la apropiación de una metodología de aula centrada en el desarrollo de las habilidades del siglo XXI.
- Acompañar a los docentes en la implementación de las estrategias pedagógicas propuestas a través de visitas presenciales y de una plataforma virtual.
- Evaluar el nivel de logro de los aprendizajes curriculares y de las habilidades del siglo XXI que se generan a partir del uso intensivo de tecnología portátil 1:1 por parte de los estudiantes; y el nivel de apropiación de la metodología y de habilidades tecnológicas en los docentes.

El modelo pedagógico

La metodología propuesta en este estudio, respondió a la necesidad de generar un modelo pedagógico con tecnología portátil 1:1 que permitiera:

- Promover un ambiente de aprendizaje eficaz.
- Producir un impacto positivo en los aprendizajes.
- Integrar buenas prácticas pedagógicas que signifiquen soluciones innovadoras y adoptables por los profesores.
- Conectar a los alumnos y sus dispositivos de manera productiva mediante una red inalámbrica que cumpla ciertas cualidades y requisitos pedagógicos, por ejemplo comunicación controlada por el profesor.
- Desarrollar aplicaciones pedagógicas basadas en tecnología móvil e inalámbrica simple, pero ricas en prácticas sociales.
- Entender las prácticas sociales por las cuales las nuevas capacidades de la tecnología favorecen poderosas interacciones educativas.

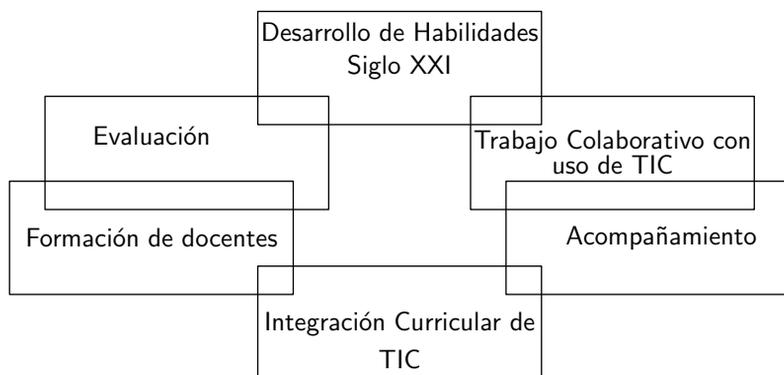


Figura 1: Representación esquemática del modelo pedagógico implementado

El modelo pedagógico propuesto en la Figura 1, consideró como lineamiento fundamental el desarrollo de habilidades del siglo XXI en los estudiantes que se encuentran inmersos en un ambiente de aprendizaje donde se hace uso intensivo de tecnología portátil 1:1 en Matemática. Las habilidades consideradas se basaron en las propuestas por la organización Partnership for 21st Century Skills de los Estados Unidos (<http://www.21stcenturyskills.org>) las cuales se alinean con las propuestas en la reforma curricular chilena:

- Habilidades de información y de comunicación.
- Habilidades de pensamiento y de solución de problemas.
- Destrezas interpersonales y de autonomía.

En el marco de esta propuesta, los factores que intervienen en el desarrollo de dichas habilidades guardan relación con cinco elementos. En primer lugar,

trabajo colaborativo que, en la dimensión del estudiante, sirve para la construcción de conocimiento a través de la interacción con los pares. En segundo lugar, el **acompañamiento**, que sirve de vínculo entre el equipo investigador y los docentes participantes para apoyar el proceso de implementación pedagógica del modelo. En tercer lugar, la **formación docente**, que sirve como estrategia de instalación de competencias en los ámbitos pedagógicos y técnicos relacionados con el modelo propuesto. En cuarto lugar, la **evaluación**, que es concebida como una estrategia de constatación y valoración del estado de apropiación por parte de docentes y estudiantes del modelo propuesto. En quinto lugar, la **integración curricular de TIC**, que se entiende como las estrategias a través de las cuales el curriculum escolar se articula de manera concreta con los recursos tecnológicos disponibles en el sector curricular propuesto por el modelo. Finalmente, todos los elementos anteriormente descritos confluyen en un modelo pedagógico que es la propuesta concreta con la que se interviene en el aula, y que sirve para desarrollar las habilidades del siglo XXI.

Los participantes en el estudio

El modelo se implementó durante el primer semestre del año escolar 2009 y abarcó un período de tiempo de dos meses. Los participantes en el estudio correspondieron a estudiantes y profesores de 10 establecimientos de dos regiones administrativas de Chile: la Región Metropolitana y la V región. En total, en el área curricular de matemática participaron 373 estudiantes y 10 profesores.

Los recursos digitales interactivos

Un elemento central en la intervención propuesta fue el contar con recursos digitales interactivos especialmente diseñados para usar en la sala de clases en el marco del modelo interactivo y con una alta disponibilidad de tecnología. Para ello se diseñaron un conjunto de recursos y guías de enseñanza focalizadas en los temas de geometría y números.

3.1. Análisis y sistematización de información

Se desarrolló un proceso de evaluación al inicio, durante y al término del proyecto para la constatación de los logros alcanzados a nivel de alumnos de cada establecimiento educacional. Para ello, se utilizaron tanto instrumentos estandarizados como informales para recopilar información, además del uso de bitácoras y portafolios para los docentes.

Dentro de los procedimientos de evaluación para la constatación de logros alcanzados por alumnos y docentes se utilizaron las siguientes estrategias:

Con los estudiantes:

- Diseño y validación de instrumentos de pretest y postest
- Evaluaciones a modo de pre y postest de los aprendizajes esperados de Matemática, utilizando para ello un instrumento diseñado para tal efecto.

Con los docentes:

- Evaluación de los aprendizajes metodológicos y tecnológicos a través de focos grupales, entrevistas en profundidad y observación en aula.
- Sistematización de todos los materiales y recursos didácticos elaborados y desarrollados por los docentes y alumnos durante la ejecución del proyecto.

La información de carácter cuantitativo fue procesada y analizada mediante el software de análisis estadístico SPSS. Junto con los análisis descriptivos usuales, se utilizaron pruebas *t* para muestras dependientes para analizar diferencias entre el pre y post test entre grupos (por colegios participantes y por región). La información de carácter cualitativo, fue procesada mediante el software libre de análisis documental Weft QDA. La información analizada proveniente de la transcripción de entrevistas y de los grupos focales con estudiantes y profesores fue codificada y categorizada en temas emergentes y concurrentes considerados relevantes para efectos de este estudio. Sin embargo, el énfasis en este artículo está puesto en la información cuantitativa.

4. Resultados

Descripción de los participantes

En este estudio participaron 10 establecimientos municipales y particulares subvencionados, cinco de la V Región y cinco de la Región Metropolitana. La siguiente tabla muestra el detalle de los establecimientos que fueron seleccionados para participar según región y dependencia.

Tabla 1
Establecimientos participantes según región y dependencia

Establecimiento	Región	Dependencia
Colegio Santiago	Metropolitana	Particular subvencionado
Colegio Santa María de Santiago	Metropolitana	Particular subvencionado
Liceo Abdón Cifuentes	Metropolitana	Municipal
Colegio El Sembrador, Anexo 2	Metropolitana	Particular subvencionado
Colegio Sagrado Corazón	Metropolitana	Particular subvencionado
Windmill Collage	Quinta	Municipal
Colegio Ana María Janer	Quinta	Particular subvencionado
Colegio María Auxiliadora	Quinta	Particular subvencionado
Escuela Alemania	Quinta	Municipal
Colegio Guardiamarina	Quinta	Municipal
Guillermo Zañartu Irigoyen		

Por cada establecimiento participante se seleccionó un curso de séptimo año básico para implementar el modelo y un profesor de matemática de ese curso, constituyéndose una muestra de 10 profesores de matemática. En la tabla siguiente se muestran los cursos seleccionados por cada establecimiento y el número de estudiantes participantes en el estudio.

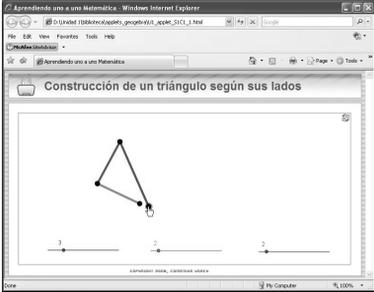
Tabla 2
Número de estudiantes por establecimiento seleccionado

Establecimiento	Curso	Nro. de estudiantes
Colegio Santiago	7° A	43
Colegio Santa María de Santiago	7° A	30
Liceo Abdón Cifuentes	7° B	36
Colegio El Sembrador, Anexo 2	7° A	37
Colegio Sagrado Corazón	7° A	35
Windmill College	7° C	38
Colegio Ana María Janer	7° C	40
Colegio María Auxiliadora	7° A	35
Escuela Alemania	7° A	43
Colegio Guardiamarina Guillermo Zañartu Irigoyen	7° C	36
Total		373

En la distribución de los estudiantes por región, un 51 % (192) corresponde a la V región y un 49 % (181) a la Región Metropolitana. Sin embargo, para efectos de los resultados, la muestra original se ajustó en función de aquellos estudiantes que rindieron las pruebas pretest y postest, llegando a un total de 266 estudiantes.

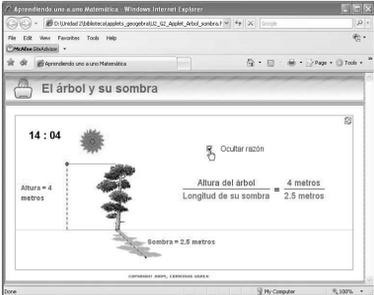
4.1. Recursos digitales interactivos

Para implementar el modelo propuesto, se utilizó un computador portátil Class-Mate PC de Intel para cada estudiantey un computador portátil para cada profesor. Además, cada sala estuvo provista de un proyector con telón de proyección y de un mueble que permitiera guardar y cargar los computadores al mismo tiempo. Para apoyar todos los procesos formativos y de implementación en el aula, se utilizaron recursos digitales e impresos, diseñados especialmente para tal efecto. A continuación se presentan y describen brevemente una muestra seleccionada de seis de los recursos digitales interactivos diseñados, los que estuvieron disponibles para los profesores y estudiantes en una plataforma virtual y en un CD de recursos.



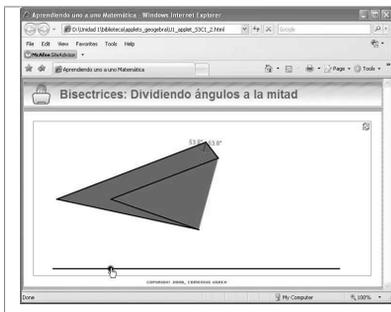
Este recurso permite explorar la condición de existencia de un triángulo dadas las dimensiones de cada uno de sus lados. El manipulativo permite al usuario crear tres segmentos específicos moviendo una barra de desplazamiento, y luego de determinarlos, acomodarlos en la pantalla arrastrándolos hasta formar un triángulo. La idea es descubrir condiciones para la construcción de un triángulo, basada en la dimensión de los lados representada por la desigualdad triangular ($a < b + c$).

Figura 2: Construcción de un triángulo según sus lados



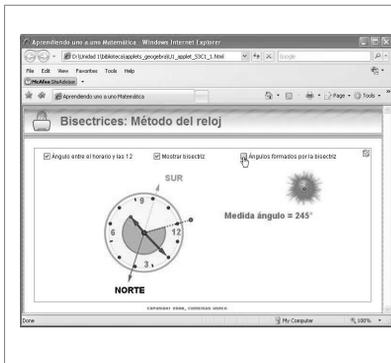
Este recurso interactivo permite observar la variación de la sombra de un árbol cuando se modifica su altura y descubrir que la relación entre estas dos medidas es siempre una razón constante. El manipulativo permite al usuario mover el sol y observar diferentes proyecciones de sombras, modificar la altura y obtener distintas dimensiones de sombras, calcular la razón entre la altura y la sombra, y estudiar cuándo esta razón se mantiene y cuándo cambia.

Figura 3: El árbol y su sombra



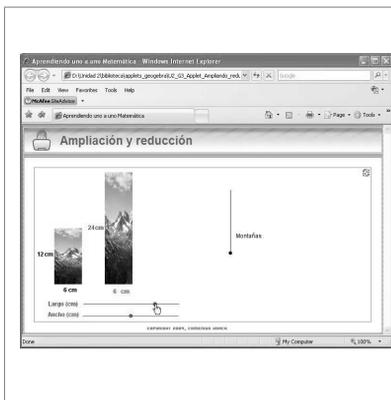
Esta aplicación permite visualizar como se puede obtener las bisectrices en un triángulo de papel usando papiroflexia. La secuencia mostrada ayuda a comprender que cada bisectriz divide exactamente al ángulo en la mitad, y que las tres bisectrices en un triángulo se intersectan en un punto interior llamado Ortocentro.

Figura 4: Bisectrices: Dividiendo ángulos a la mitad



Este recurso digital permite conocer un método novedoso para encontrar la dirección Norte. Se puede manipular el reloj análogo para ubicar el 12 frente a la dirección del sol, identificar el ángulo que se forma y trazar su bisectriz. El recurso permite comprobar la ubicación del norte y el valor de cada ángulo descrito por la bisectriz. Es una buena forma de introducir el concepto de bisectriz de un ángulo.

Figura 5: Bisectrices. Método del reloj



Este recurso digital permite estudiar la reducción y ampliación de imágenes manipulando las dimensiones del largo y ancho de la reproducción de una foto determinada. Se puede elegir entre tres fotos de paisajes y luego cambiar el largo y ancho de la imagen a ampliar o reducir mediante dos barras de desplazamiento. La idea es saber con qué pares de medidas se puede crear imágenes proporcionales y así diferenciarlas de otras no proporcionales.

Figura 6: Ampliación y reducción

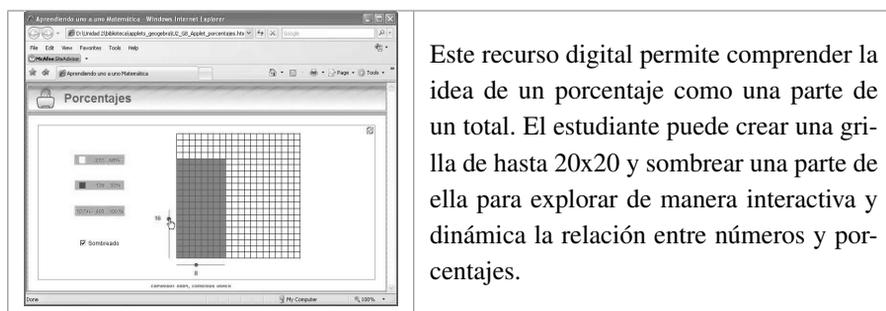


Figura 7: Porcentajes

Resultados de la implementación con los estudiantes

Los resultados muestran un importante incremento general en el puntaje de los estudiantes, medido como porcentaje de respuestas correctas (PRC), entre el pre y el post test. En promedio, los estudiantes ganaron 24,7 puntos porcentuales entre el pre y el post test, diferencia que es estadísticamente significativa ($t(265) = 17,8, p < 0,01$). En el análisis realizado para cada una de las categorías consideradas en las variables dependientes controladas en el estudio, se establecieron diferencias significativas entre el pre y el post test para todas ellas. Estos resultados se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3
Comparación de diferencias de medias entre pre y post test para matemática por género, dependencia y región

Variable	Categorías	Diferencia de medias (post - pre)	SD	N	t	p
Género	Mujeres	22,5	21,6	116	11,2 (**)	0,000
	Hombres	26,1	23,2	150	13,8 (**)	0,000
Dependencia	Municipal	20,9	19,3	82	9,8 (**)	0,000
	Particular subvencionado	26,2	23,7	184	14,0 (**)	0,000
Región	V Región	28,2	21,5	117	14,2 (**)	0,000
	Metropolitana	21,7	23,0	149	11,5 (**)	0,000
Total		24,7	22,6	266	17,8 (**)	0,000

Nota: (**) $p < 0,01$

Es interesante notar que la diferencia de medias por dependencia es menor para los establecimientos municipales que para los particulares subvencionados

(20.9 vs 26.2 puntos porcentuales de diferencia respectivamente), lo que sugiere un mayor impacto, en general, a favor de los particulares subvencionados. Sin embargo, el tamaño de la muestra considerada para los municipales ($N=82$ vs $N=184$ respectivamente) puede estar influyendo en este resultado, dado que están subrepresentados en la muestra.

La Figura 8 permite comparar la diferencia de puntajes para cada uno de los establecimientos participantes que aportaron datos válidos para el estudio. Aquí se puede observar que hay un incremento consistente en el post test para todos los establecimientos, no obstante que dicho incremento varía notablemente de escuela en escuela. Claramente aquí se ratifica el hecho que los incrementos tienden a favorecer a los colegios particulares subvencionados (e.g. Sagrado Corazón) respecto de los colegios municipales (e.g. Abdón Cifuentes o Windmill).

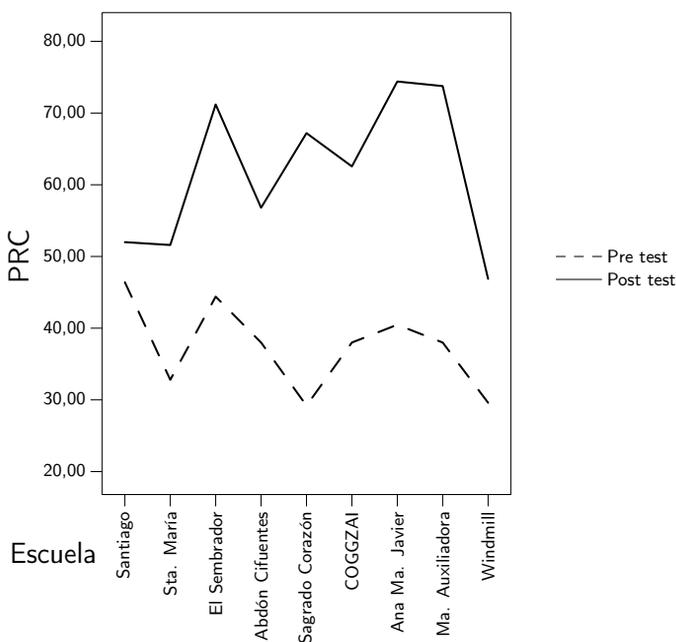


Figura 8: Gráfico con la distribución por escuela de los puntajes (porcentaje de respuestas correctas) del pre y post test.

En la Figura 9, se muestran los resultados del post test por región y agrupados por dependencia. Aquí se puede observar claramente de nuevo como los resultados tienden a favorecer a los colegios particulares subvencionados. Sin embargo, al analizar los resultados por región se observa que la diferencia tiende a acentuarse en la V Región y, en cambio, es sólo levemente superior en la Región Metropolitana.

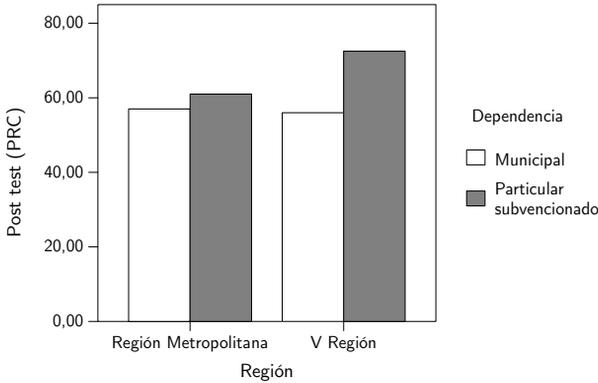


Figura 9: Gráfico con los resultados del post-test según región y dependencia.

En las tres figuras siguientes (Figuras 10, 11 y 12), se muestra y compara la distribución de los puntajes del pre y post test según región, género y dependencia. Aquí se puede observar que la distribución de puntajes del pretest es homogénea para el género (rango, mediana y rango intercuartil similares), pero no así por región y dependencia. También se puede observar un corrimiento positivo de la mediana al comparar el pre y el post test para todos los casos, lo que confirma los resultados de incremento positivo encontrados al comparar la diferencia de medias entre el pre y el post test.

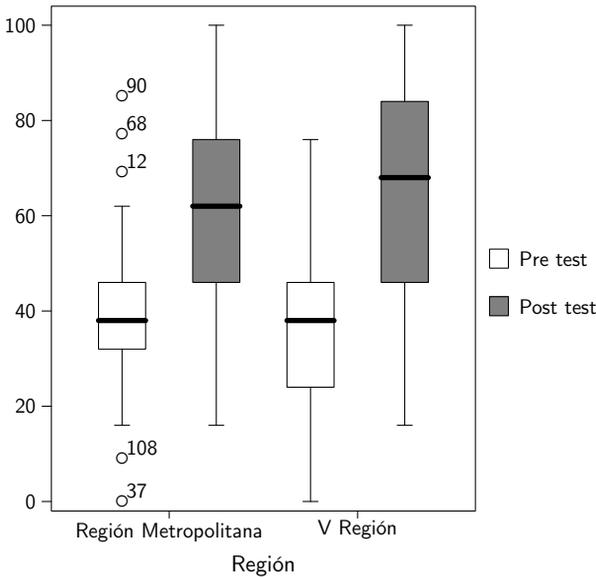


Figura 10: Distribución por región de los puntajes de los estudiantes para el pre y post test

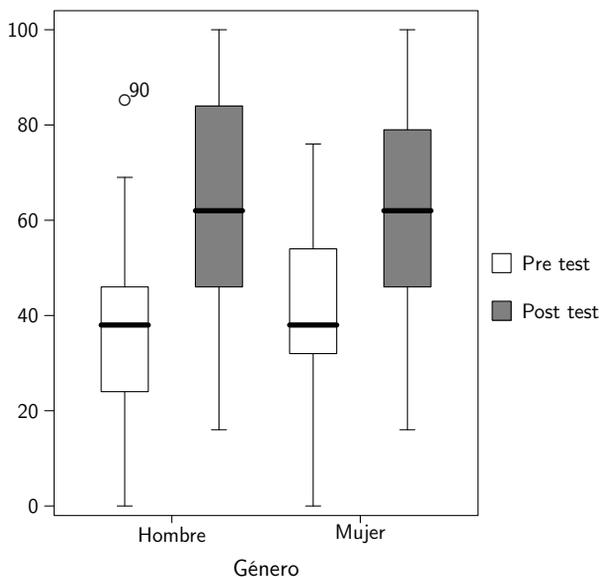


Figura 11: Distribución por género de los puntajes de los estudiantes para el pre y post test

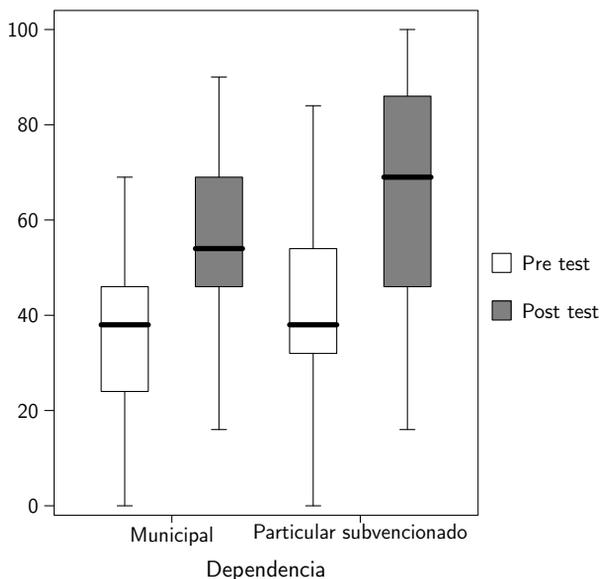


Figura 12: Distribución por dependencia de los puntajes de los estudiantes para el pre y post test

Resultados de la implementación con los profesores

Los antecedentes analizados se generaron a partir de entrevistas a docentes, observación de clases y *focus* grupales. Los docentes manifiestan que la participación en este proyecto les significó reflexionar sobre sus propios conoci-

mientos y prácticas, además de desarrollar habilidades de orden superior. Esto, a su vez, les permitió apoyar de mejor manera el desarrollo de estas habilidades en sus estudiantes. La formación permanente fue altamente valorada por los docentes, quienes manifiestan una mejor disposición y prefieren una capacitación tecnológica práctica por sobre una teórica. El desarrollo de dichas habilidades tecnológicas fue también un logro importante para los docentes participantes. A medida que avanzaba la experiencia, los docentes señalaron que se iban apropiando del uso de elementos tecnológicos y se sentían más seguros y satisfechos de su labor. El apropiarse de la metodología propuesta les permitió variar sus métodos de enseñanza y mirar desde otra perspectiva las actividades, privilegiando el desarrollo de habilidades de pensamiento más que el llegar a resultados uniformes.

5. Conclusiones

El proyecto “Aprendiendo Matemáticas con tecnología portátil 1 a 1”, tuvo como principal propósito contribuir al desarrollo de habilidades de matemática a través de la implementación de una propuesta didáctica curricular donde los estudiantes estuvieran inmersos en un ambiente con acceso a un uso frecuente de tecnología portátil 1 a 1. El modelo fue diseñado para estudiantes de séptimo año de la enseñanza básica chilena y puesto a prueba en diez establecimientos distribuidos en las regiones V y Metropolitana.

Los principales elementos puestos en juego al momento de implementar este proyecto fueron la existencia de una propuesta curricular de uso en el aula con tecnología 1 a 1, una oferta formativa desarrollada para la apropiación docente de estos recursos, la oportunidad curricular que ofrecen los planes y programas de estudio del subsector de Matemática y una propuesta para el desarrollo de acompañamiento en sus prácticas de aula.

En cuanto al desempeño de los estudiantes, se evidencian avances significativos entre las mediciones de pre y postest. Esto muestra que los estudiantes pueden aprender en un ambiente enriquecido con tecnología y, además, desarrollan otras habilidades que no son triviales de lograr en otros ambientes. En efecto, los estudiantes declaran haber desarrollado aprendizajes asociados a la búsqueda de información y al manejo efectivo de la misma, así como las posibilidades de profundizar y relacionar temáticas que abordaban en clases por el hecho de utilizar la tecnología portátil para esos fines.

En un período tan corto de tiempo de implementación en aula del proyecto (dos meses durante el primer semestre del año escolar 2009), y con un número escaso de intervenciones, los estudiantes igualmente evidencian desarrollo

de habilidades que se alinean con las de pensamiento superior, lo que se puede explicar de alguna manera por el trabajo de la determinación y búsqueda de argumentos y resolución de problemas implementadas por el modelo. Los estudiantes, a partir de las propuestas didácticas y los recursos utilizados en clases, comienzan a comprender la importancia de desarrollar un discurso que considere razones y argumentos. Del mismo modo, aprenden a razonar matemáticamente a través de hacer explícitas sus conjeturas y colaborar con sus pares en la búsqueda de patrones y soluciones a problemas desafiantes y abiertos.

A nuestro juicio, otro de los grandes aportes de la utilización de la tecnología portátil 1 a 1 en el aula fue en la generación de espacios de comunicación, tanto a nivel académico como personal, para los estudiantes. Las posibilidades de conectividad e interconexión entre los estudiantes permitieron la retroalimentación entre pares, así como la entrega de opiniones y apreciaciones frente a los trabajos que desarrollaban en clases. Este es un aspecto de mucho potencial, pero también muy desafiante para la cultura escolar imperante, y que requiere más atención e investigación.

Los estudiantes reconocen que las actividades propuestas para ser desarrolladas con tecnología resultaron más motivadoras. Además destacan que el trabajo colaborativo desarrollado favoreció la reflexión y la posibilidad de compartir puntos de vista y soluciones negociadas frente a los problemas planteados. Todo ello contribuye a un ambiente positivo en donde se favorece el logro de los aprendizajes esperados. Los estudiantes destacan muy especialmente la posibilidad de acceder a clases con tecnología en la cual tienen oportunidad de desarrollar sus competencias de búsqueda, selección, sistematización y presentación de información, teniendo con ello un rol más protagónico en la clase.

Los docentes, en su mayoría, modificaron sus prácticas, principalmente en lo que dice relación con la incorporación de tecnología en su quehacer pedagógico, la utilización de nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje y la generación de condiciones dentro del aula para que los alumnos desarrollen las habilidades de pensamiento superior y los aprendizajes esperados para el sector. No obstante, se pudo observar que el grado de autonomía que se le entrega al estudiante para que se haga cargo de su aprendizaje requiere de condiciones técnicas y de implementación de las actividades en el aula particulares y de profesores muy bien preparados y asumidos en su nuevo rol, lo que no siempre es posible de lograr. En este sentido, no es la tecnología la limitante sino el rol que asume el profesor en un modelo pedagógico que demanda menos clases frontales y mucho más gestión de los procesos de aprendizaje.

Por último, es importante volver sobre el rol jugado por los estudiantes en este proceso, rol que ha sido diverso y también crítico para generar los cambios y logros que se esperaban en el aula. Ha faltado, en general, protagonismo de los estudiantes en el proceso. Emerge así la necesidad importante de generar instancias reales para que ellos puedan participar de las actividades propuestas de manera sistemática y asumir un rol protagónico en su aprendizaje. Hay que trabajar más y con mayor profundidad en el cambio de percepción por parte de los profesores respecto de las capacidades creativas de los estudiantes. Esto es particularmente importante si consideramos que el uso de la capacidad creativa es una de las habilidades del siglo XXI que se destaca como relevante y crucial en la sociedad del conocimiento, que es el espacio que les tocará desenvolverse a los estudiantes que asisten a la escuela hoy.

Referencias y bibliografía

- Baker, J. & Sugden, S. (2003). Spreadsheets in Education—The First 25 Years. Spreadsheets in Education. Vol. 1(1). En <http://www.sie.bond.edu.au/>
- Balanskat, A. y Blamire, R. (2007). ICT in Schools: Trends, Innovations and Issues in 2006-2007. *Insight – knowledge building and exchange on ICT policy and practice*. Publicado por European Schoolnet en http://insight.eun.org/shared/data/pdf/ict_in_schools_2006-7_final.pdf
- Baugh, I. & Raymond, A. (2003). Making Math Success Happen: The Best of Learning & Leading with Technology on Mathematics. Published by the International Society for Technology in Education (ISTE) EE.UU.
- BECTA 2007. Harnessing Technology. Review 2007: Progress and impact of technology in education.
- Cabezas, S., Flores, N., Garrido, G. & Pica, G. (2008). Proyecto Enlaces Portátil: Abriendo Caminos para un País Digital. Centro para el Desarrollo de Innovaciones en Educación COMENIUS, Universidad de Santiago de Chile. Centro de Educación y Tecnología ENLACES. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.
- Cengiz, J. & Demirtas, H. (2005). Learning With Technology: The Impact of Laptop Use on Student Achievement. *Journal of Technology, Learning and Assessment (JTLA)*. Volume 3, Number 2, January 2005. En <http://www.jtla.org>
- De Guzmán, M. (1993). Tendencias Innovadoras en Educación Matemática. Publicado por la OEI como parte de la obra: Daniel Gil Pérez / Miguel de Guzmán Ozámiz, *Enseñanza de las Ciencias y de las Matemáticas. Tendencias e innovaciones*. Madrid: Ibercima.
- European Schoolnet. (2006). *The ICT Impact Report A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. Comunidad Europea, Educación y Cultura.
- Feicht, L. (2000). Guess and Check: A viable problem-solving strategy. *Learning & Leading with Technology*. Vol. 27(5), Pp. 50 – 54.
- Goldenberg, P. (2000). Thinking (And Talking) About Technology in Math Classrooms. En *Education Development Center, Inc.* http://www2.edc.org/mcc/iss_tech.pdf

- Guilles, R. (2006). Teacher's and student's verbal behaviours during cooperative and small-group learning. *British Journal of Educational Psychology*. Vol. 76(2), Pp. 271 – 287.
- Intel (2005). Towards One to one world. Mobile computing is the lifestyle of learning. Disponible en <http://www.intel.com/business/bss/industry/education/one-to-one.pdf>
- Jonassen, D. (2001). Communication Patterns in Computer Mediated vs. Face-to-Face Group Problem Solving. *Educational Technology: Research and Development*, 49 (10), 35-52.
- Martín, J., Beltrán, J. & Pérez, L. (2003). Cómo aprender con internet. Madrid: Foro pedagógico de Internet.
- Miranda, H. & Villarreal, G. (en prensa). Tecnologías digitales en el contexto de un modelo de innovación curricular en matemática en Chile. *Revista EM TEIA*. Universidad Federal de Pernambuco.
- Monereo, C. (2000). *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Visor.
- Onrubia, J., Cochera, M., y Barberà, E. (2001). La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva psicológica. En Coll, C. Palacios, J. y Marchesi, A. (2001). *Desarrollo psicológico y educación. Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza.
- Pedró, F. (2006). *Aprender en el nuevo milenio: Un desafío a nuestra visión de las tecnologías y la enseñanza*. OECD-CERI.
- Pifarré, M. (2004). *El ordenador y el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas en la E.S.O.* Lleida. Universidad de Lleida.
- Prensky, M. (2009). Digital Wisdom (H. Sapiens Digital) –Moving beyond Natives and Immigrants (in Innovate, Feb-Mar 2009). En <http://www.marcprensky.com/writing/default.asp>
- Reigeluth, Ch. (2000). *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Parte I*. España: Aula XXI Santillana.
- Takahashi, A. (2000). Open-ended problem solving and computer instantiated manipulatives (CIM) Research thesis. University of Illinois at Urbana-Champaign. En <http://www.students.edu.uiuc.edu/takahash/mcme9-cim.pdf>
- Santos, M. (2008). La Resolución de problemas Matemáticos: Avances y Perspectivas en la Construcción de una Agenda de Investigación y Práctica. *Memoria del seminario Resolución de Problemas: 30 años después del XII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*.
- Schoenfeld, A. (1989). La enseñanza del pensamiento matemático y la resolución de problemas. En Resnick, L. & Klopfer, L. (1989). *Curriculum y Cognición*. Buenos Aires: Aique.