

# Resolución de Problemas en Ciencia a través de Videojuegos Móviles

**Jaime Sánchez**

Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de Chile  
Chile

**Mauricio Sáenz**

Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de Chile  
Chile

## ABSTRACT

This study presents the impact of the application of a specially tailored classroom methodology based on a problem-solving mobile video game for 8th grade science class curriculum. The methodology included science classroom activities with teachers as facilitators and learning activities using interactive mobile video games. The evaluation study focused on the development of problem solving skills. The videos recorded during testing sessions with groups of students confronted to solve a problem were evaluated. Results show important differences in problem solving skills between the groups that participated and those that did not participate in the research study. The participating group was able to complete the whole problem solving cycle described by Polya with a richer level of interaction and more time dedicated to the evaluation and more participation.

## RESUMEN

Este estudio presenta el impacto de la aplicación de una metodología en el aula especialmente desarrollada en base a la resolución de problemas por medio de un videojuego móvil con contenidos curriculares de ciencia de 8vo año de educación primaria. La metodología incluye actividades en el aula con profesores y facilitadores, y el uso de videojuegos móviles para el aprendizaje. La evaluación del estudio se centró en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Diversos videos que fueron grabados durante las sesiones de evaluación con grupos de estudiantes enfrentados a resolver problemas fueron evaluados. Los resultados muestran una importante diferencia en la habilidad de resolver problemas entre los alumnos participantes y los que no participaron en el estudio. El grupo participante fue capaz de completar todo el ciclo de resolución de problemas descrito por Polya con un nivel más rico de interacción, mayor tiempo de dedicación a la evaluación y mayor participación.

## KEYWORDS

Videojuegos móviles, resolución de problemas, aprendizaje basado en videojuegos, aprendizaje de la ciencia

## INTRODUCCIÓN

Diversos autores han discutido acerca de la potencialidad que poseen los dispositivos móviles para el aprendizaje [3]. Sin embargo, la investigación en este campo es reciente y la literatura señala que necesario realizar investigaciones más completas acerca del impacto de la tecnología móvil en educación y aprendizaje [25].

Algunas experiencias muestran que los dispositivos móviles son utilizados frecuentemente como una herramienta de ayuda en la investigación, como alternativa a tareas que utilizan papel y actividades colaborativas [4]. Una experiencia utilizando handhelds para aprendizaje colaborativo fue desarrollada tomando ventaja de las capacidades móviles de los dispositivos, generando un proceso de aprendizaje más natural y promoviendo conceptos de negociación en el aula [2]. En el trabajo de Stanton & Neale's [22] se utiliza tecnología móvil en diferentes contextos, como para contar cuentos y juegos de ciudad, demostrando que la tecnología móvil puede ayudar a fomentar el trabajo colaborativo entre las personas.

Como Savill-Smith & Kent [21] indican, las handhelds son parte de una nueva generación de tecnología en que destaca su movilidad y conectividad; los computadores de mano son los primeros de una nueva forma de evolución tecnológica que involucra computadores pequeños y con conectividad inalámbrica proveyendo herramientas para el aprendizaje para todos, en todo lugar y a cada momento. Salinas & Sánchez [19] argumentan que el aspecto más importante de explorar es el elemento distintivo de las handhelds de portabilidad y liviandad en su uso. Esto ofrece la posibilidad de hacer que los límites de la escuela, celosamente custodiados por la educación tradicional, sean más permeables al ambiente que la rodea. El aprendizaje y el conocimiento relevante no están limitados al espacio y tiempo dentro del aula. Las handhelds pueden extender el trabajo de escuela a otros contextos, así como también hacer que el conocimiento sea transferible a contextos donde ese conocimiento pueda ser significativo.

---

Sánchez, J., Sáenz M. (2008). Adaptive Multimedia Content Delivery in AdaptWeb®. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 4, pp. 15-22, Santiago de Chile.

Además, la movilidad de las handhelds proporciona un proceso más natural de aprendizaje para los estudiantes, esto dado que les puede "volver al cuerpo". En la educación tradicional, los niños se sientan por largas horas en sus sillas, y no conversan con sus compañeros si no tienen la autorización del profesor. Las handheld permiten aprender en todos lados, caminando, en la calle, en el bus, etc. [13], [19].

Un aspecto para continuar explorando es el uso de dispositivos móviles para ayudar a los alumnos a tomar decisiones en el lugar preciso donde se requiera, asistidos por un proceso de información básica [24]. Algunos proyectos apuestan al uso de dispositivos móviles en conjunto con comunicaciones inalámbricas como un medio para visitas al museo [26] o incluso un zoológico [20]. Estas experiencias evidencian que la intersección de un aprendizaje en línea y computación móvil – conocido como aprendizaje móvil – mantiene la promesa de ofrecer siempre un acceso integral a aplicaciones que apoyan el aprendizaje en cualquier lugar, en cualquier momento [25].

Algunos autores describen la autonomía que existe entre la tarea de aprender y los espacios especializados para el aprendizaje continuo. Existe un acceso ubicuo a teléfonos móviles, conectados, de uso personal y dispositivos móviles, creando el potencial necesario para una nueva fase en la evolución de la tecnología para el aprendizaje, marcado por una experiencia continua de aprendizaje por medio de diferentes ambientes [1], [25], [27].

Del mismo modo, la capacidad de integrarse en contextos naturales es una de las principales características de la computación ubicua. Como dijo Weiser [28], esto no implica la inmersión de los usuarios dentro de un contexto generado por el computador (como la realidad virtual), sino más bien una inmersión del computador en el contexto del usuario de su vida cotidiana.

Teniendo en cuenta el carácter y capacidad de procesamiento móvil de información de las handhelds, estos sistemas omnipresentes pueden ayudar a resolver problemas inesperados, fortuitos y necesidades urgentes de la vida cotidiana, que requieren datos de asistencia, información y comunicación en el aquí y ahora. Además, el acceso de varios usuarios a los mismos datos e información puede permitir una discusión colectiva e interpretación de dicha información. Esto abre nuevas posibilidades para una hermenéutica colectiva en el contexto de las escuelas.

Una amplia variedad de estudios señalan la importancia de la utilización de videojuegos para alcanzar objetivos de aprendizaje, tales como el desarrollo verbal, matemático, visual, moto-sensorial, así como habilidades de resolución de problemas [5], [10]. Otros estudios muestran que los videojuegos pueden aumentar diálogos significativos entre los estudiantes y que tienen efectos positivos en las habilidades sociales [9].

A pesar de la rápida evolución de la industria de videojuegos, sólo en los últimos años se ha desarrollado hardware y software móvil. Esta tendencia se ha profundizado por la disponibilidad en el mercado de bajo costo de dispositivos portátiles que pueden portar juegos (teléfonos celulares, smartphones, PDA's, notebooks).

La posibilidad de utilizar videojuegos para el aprendizaje abre enormes oportunidades para llevar experiencias de la vida cotidiana a la educación de los alumnos, aumentar la motivación y el compromiso con el aprendizaje, y acercarse a los estilos actuales de aprendizaje de los alumnos [9].

Muchos autores han analizado el impacto de los videojuegos en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Algunos de ellos creen que pueden promover un aprendizaje de alto orden, como incrementar diálogos significativos entre los alumnos [11]. Otros estudios describen los efectos positivos de los videojuegos en habilidades sociales [17], ciencia [11], e interacción en la sala de clases [27].

Numerosos autores han descrito las habilidades de resolución de problemas como fundamentales en el proceso de aprendizaje de una sociedad [6], [7], [8], [14], [16]. De acuerdo con O'Neil [15] la resolución de problemas consta de tres factores: entender el contenido, estrategias de resolución del problema, y autorregulación. Mayer & Wittrock [12], definen la resolución de problemas como el proceso cognitivo para lograr un objetivo cuando un método de resolución no es evidente, ni sencillo de identificar. Aunque algunos autores identifican diferentes pasos en un ciclo de resolución de problemas, la mayoría de ellos están de acuerdo y elaboran sus secuencias en base a las etapas propuestas por Polya [18], entender el problema, diseñar estrategias, poner en práctica las estrategias diseñadas y verificar la solución encontrada.

Sugrue [23] organiza metodologías de resolución de problemas de acuerdo con la dimensión cognitiva que se quiere enfatizar y el tipo de formato del test de respuesta (de selección múltiple, de preguntas abiertas o hands-on). La hipótesis es que la capacidad para resolver problemas en un dominio particular proviene de una interacción compleja entre la estructura del conocimiento, funciones cognitivas, y las creencias acerca de sí mismo y la tarea [23].

Este trabajo presenta los resultados obtenidos después de implementar un estudio de investigación usando videojuegos móviles con contenido escolar de ciencia en conjunto con una metodología para desarrollar y mejorar las habilidades de resolución de problemas en alumnos de educación primaria.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio de investigación fue diseñado en base a la hipótesis que la combinación de videojuegos y movilidad ofrecen oportunidades para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

### Descripción del Estudio

Con la finalidad de probar la hipótesis de investigación, se diseñó, implementó y evaluó, en dos partes, una metodología pedagógica basada en el uso de videojuegos móviles para el aprendizaje de la ciencia y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Esta metodología incluyó el diseño de dos videojuegos (*Museo* y *Evolución*) y una serie de actividades de aprendizaje en las que los alumnos trabajaron en conjunto con sus facilitadores. Ambos videojuegos móviles fueron desarrollados por el equipo de investigación y jugados por los alumnos utilizando dispositivos handheld.

La primera parte del estudio de investigación consistió en que los alumnos realizaron una visita al museo de ciencia de Santiago de Chile. En esta actividad los estudiantes resolvieron un problema previo que serviría luego para resolver el problema principal en el videojuego *Evolución*. En esta etapa los alumnos interactuaron con un videojuego de trivia para PocketPC de nombre *Museo*, que les guió y presentó los enigmas que tenían que ser resueltos durante la visita al museo. El videojuego *Museo* contenía tres entornos distintos: preguntas para responder durante el transcurso de la visita, información multimedial complementaria a la que se puede obtener desde la exhibición del museo, y un mapa que presentaba las principales zonas del museo. El videojuego aleatoriamente distribuye las preguntas adecuadas a los alumnos, por lo que todos los alumnos realizan tours diferentes dentro del museo.

#### MENÚ PRINCIPAL



#### INTERFACES DEL AMBIENTE



Figura 3. Interfaces del videojuego *Evolución*

La segunda parte del estudio de investigación consistió en utilizar un videojuego de nombre *Evolución*, diseñado y desarrollado bajo la lógica y características de un juego de estrategia de tiempo real (ver Figura 1). Equipos de cuatro alumnos de 8vo año de educación primaria de escuelas públicas de Chile tuvieron que mantener y desarrollar tres especies biológicas durante el juego, cada una incluida en cuatro clases de animales. Ellos manipularon variables claves para la preservación, desarrollo y evolución de cada especie en un entorno cambiante y desconocido. *Evolución* provee un ambiente altamente interactivo en el que los estudiantes, personificados en el rol de una especie animal, deben evolucionar en otro animal por medio de acciones como la depredación, alimentación, movilización o reproducción en diferentes áreas del ambiente virtual. Los estudiantes podían interactuar con diferentes especies en diversas áreas y al mismo tiempo experimentar variados procesos biológicos. El software contiene interfaces gráficas muy similares al nivel de las gráficas utilizadas en videojuegos comerciales.

Ambos juegos, *Museo* y *Evolución*, asignan diferentes roles a los usuarios de manera de promover la colaboración entre los equipos de estudiantes. *Museo* y *Evolución* fueron complementados por actividades de aprendizaje en el aula.

### Diseño de la Investigación

El diseño metodológico del estudio fue cuasi-experimental con evaluaciones tomadas antes y después de las actividades con los videojuegos. El trabajo se realizó con dos grupos: uno que participó en todas las actividades diseñadas para el estudio, incluyendo el uso de los videojuegos móviles (grupo experimental) y otro que no participó en ninguna de las actividades, excepto en la aplicación de los instrumentos de evaluación (grupo de control). En este sentido, la variable independiente del estudio es la metodología diseñada, la que incluye los videojuegos móviles, las actividades pedagógicas de aula especialmente diseñadas y las visitas a terreno. En este estudio la intervención duró 5 semanas, dos veces por semana, con sesiones de aproximadamente 1 hora cada una.





**Figura 3. (A) Estudiantes jugando con Museo (B) Estudiantes jugando con Evolución**

El proceso y los resultados de la aplicación de la metodología de videojuegos diseñada fue evaluada utilizando diferentes técnicas. Una encuesta de opinión fue aplicada a los alumnos que participaron en la experiencia antes y después de realizar el estudio.

La muestra consistió de 169 alumnos de 8vo año de educación primaria, con edades entre los 13 y 14 años, provenientes de grupos socioeconómicos bajo y medio. De ese total, 114 alumnos de tres cursos participaron en el estudio con la metodología basada en videojuegos (grupo experimental) (ver Figura 2), mientras que 55 alumnos pertenecientes a dos cursos del mismo nivel no participaron en la intervención (grupo control). Usando una técnica de matching se controlaron las variables, tales como edad, estatus socio-económico y nivel de cultura, así como los resultados educacionales en diferentes test de despeño estándares.

Con el fin de analizar los resultados reales de los estudiantes en los ejercicios de resolución de problemas, más allá de la simple percepción subjetiva, se administró una prueba de eficacia en la resolución de problemas a 6 grupos de 4 estudiantes (ver Figura 3). El test consistió en identificar la ruta más corta entre varios sectores en un plano diseñado. Para cada sector existía una representación por medio de elementos geográficos (isla, montaña, bosques y villas). Los alumnos disponían de un número limitado de ladrillos para construir la ruta entre estos sectores considerando las reglas que se les entregaron por escrito, tales como, no pueden pasar más de dos veces por el mismo lugar, deben utilizar un número máximo de piezas, inicio y fin en la aldea, etc. Los estudiantes tuvieron 10 minutos para completar la tarea. Dos investigadores observaron, y grabaron en video el proceso y los resultados obtenidos por cada grupo.



**(A) Grupo Control**



**(B) Grupo Control**

**Figura 3. Estudiantes trabajando en la prueba de eficacia en la resolución de problemas**

Los videos obtenidos durante las evaluaciones de eficacia en la resolución de problemas, fueron analizados distinguiendo las cuatro etapas principales en el ciclo de resolución de problemas similar a las descritas por Polya [18]: Comprensión del problema, diseño, aplicación y evaluación de una estrategia de resolución. Las variables utilizadas en el análisis fueron: el número efectivo de participantes (miembros del grupo que participaron lingüísticamente o por medio de gestos en el proceso de resolución), la densidad de las interacciones (frecuencia del uso lingüístico y gestual existente entre los participantes del grupo), el tiempo dedicado por cada grupo en cada una de las etapas del proceso de resolución de problemas y el nivel de logro de cada solución propuesta. Cada video fue analizado por tres investigadores diferentes. La puntuación asignada por los investigadores es analizada en el capítulo siguiente sobre los resultados.

## RESULTADOS

La hipótesis de análisis del estudio de la interacción durante una tarea de resolución de problemas consistió en que el grupo que tiene desarrolladas las habilidades de resolución de problemas tendrá un alto nivel de participación entre los miembros del grupo durante el test, y además, este grupo tendrá la habilidad de completar el ciclo completo de las cuatro etapas en el proceso de resolución de un problema.

Diferencias importantes fueron observadas entre el grupo experimental y el grupo control después de aplicar el test de resolución de problemas. El análisis comparativo del número de estudiantes que participaron durante las actividades de resolución de problemas muestra que los alumnos del grupo

experimental tuvieron una mayor participación durante las cuatro etapas del ciclo de resolución de problemas, mientras que los alumnos del grupo control tuvieron una menor participación durante las etapas iniciales del proceso (ver Tabla 1). El grupo experimental mostró una participación en promedio de un 88% de sus miembros, mientras que el grupo control evidenció en promedio un logro del 71%. Esta diferencia no es estadísticamente significativa entre los promedios de los grupos ( $t = 2,020$ ;  $p > 0.05$ ; con un test Levene's test que demuestra la no significancia).

También se encontró un fuerte grado de interacción entre miembros del grupo experimental durante todo el proceso de resolución de problemas en comparación con el grupo control (ver Tabla 2). Esto significa que los estudiantes del grupo experimental tienden a hablar más que los estudiantes del grupo control. La intensidad de las interacciones fue clasificada en 3 niveles: bajo, medio y alto, asignando una escala de 1 a 3 puntos. La intensidad de interacción fue mayor para el grupo experimental presentando una mayor interacción ( $\bar{X} = 1.7$  puntos) que la interacción del grupo control ( $\bar{X} = 1.3$  puntos). Esta diferencia es observada en cada etapa del ciclo de resolución de problemas, especialmente en las etapas de comprensión del problema ( $\bar{X} = 1.67$  puntos y  $\bar{X} = 1.11$  puntos) y diseño ( $\bar{X} = 2.06$  puntos y  $\bar{X} = 1.44$  puntos). Estos datos no presentan diferencias estadísticamente significativas para cada una de las etapas (comprensión  $t = 1.22$ ,  $p > 0.05$ ; diseño  $t = 1.68$ ,  $p > 0.05$ ; aplicación  $t = 2.00$ ,  $p > 0.05$ ; evaluación  $t = 0.328$ ;  $p > 0.05$  y total  $t = 1.91$ ,  $p > 0.05$ ; El test de Levene's fue significativo sólo para la etapa aplicación)

Diseño	Experimental	9	2,06	,63	,21
	Control	9	1,44	,88	,29
Aplicación	Experimental	9	1,56	,53	,18
	Control	9	1,14	,33	,11
Evaluación	Experimental	9	1,70	,73	,24
	Control	9	1,59	,70	,23
Interacción Total	Experimental	9	1,74	,41	,138
	Control	9	1,32	,52	,17

**Tabla 2. Intensidad de interacción durante las diferentes etapas de resolución de problemas**

Los alumnos del grupo experimental tuvieron más tiempo para resolver el problema que sus compañeros del grupo control: 6 minutos y 48 segundos ( $\bar{X}$  experimental), y 5 minutos y 27 segundos ( $\bar{X}$  control) (ver Tabla 3).

Grupo			Me di a	Std. Devia tion	St d. Er ro r M edi a
Comprensión	Experimental	3	00:21	00:19	00:10
	Control	3	00:00	00:00	00:00
Diseño	Experimental	3	00:19	00:08	00:05
	Control	3	00:46	00:48	00:27
Aplicación	Experimental	3	02:32	01:05	00:37
	Control	3	02:55	01:51	01:04
Evaluación	Experimental	3	03:35	02:58	01:43
	Control	3	01:45	01:26	00:49
Total	Experimental	3	06:48	03:50	02:13
	Control	3	05:27	02:24	01:23

**Tabla 3. Tiempo destinado en las diferentes etapas de resolución de problemas**

Grupo			Me di a	Std. Devia tion	Std. Er ro r Me di a
Participación	Experimental	9	87,92	15,17	5,06
	Control	9	71,53	19,04	6,34

**Tabla 1. Participación de los miembros del grupo durante toda la tarea de resolución de problemas**

Grupo			Me di a	Std. Devia tion	St d. Er ro r M edi a
Comprensión	Experimental	9	1,67	1,00	,33
	Control	9	1,11	,93	,31

También se observa que los alumnos en el grupo experimental tomaron mayor tiempo para evaluar la estrategia planteada. (3:35 minutos, sobre 1:45 minutos del grupo de control). Hemos observado que habitualmente estos estudiantes vuelven a leer las instrucciones de uso, y comprueban que haya cumplido cada una de las instrucciones dadas para elaborar la propuesta de solución al problema. En dos grupos de comparación, los estudiantes no revisaron la hoja de instrucciones en detalle, y básicamente se limitaron a ver si se cumplía con una de las necesidades iniciales (usar un número limitado de bloques). Finalmente, estos grupos concluyeron la evaluación sin llegar a una solución satisfactoria al problema planteado.

En relación al tiempo destinado a resolver el problema, no existen diferencias estadísticamente significativas para cada una y el total de las etapas en el tiempo utilizado para resolver el problema (comprensión  $t = 1.74$ ,  $p > 0.05$ ; diseño  $t = -0.25$ ,  $p > 0.05$ ; aplicación  $t = -0.97$ ,  $p > 0.05$ ; evaluación  $t = 1.22$ ;

$p > 0.05$  y total  $t = 0.48$ ,  $p > 0.05$ ; Levene's test fue significativo sólo para la etapa evaluación).

## CONCLUSIONES

Este estudio revela que la interacción con videojuegos móviles usando una metodología pedagógica específica tiene un impacto en el desarrollo de sus habilidades para resolver problemas.

Los datos obtenidos evidencian que existen diferencias en las habilidades de resolución de problemas entre el grupo experimental y el grupo control. Fundamentalmente, el grupo experimental pudo completar el ciclo de resolución de problema con un mejor nivel de interacción, dedicando más tiempo a la evaluación de estrategias y con una mayor participación.

La capacidad de completar el ciclo de resolución de problemas descrito por Polya fue un resultado crítico. Esto alteró el desempeño en el proceso de completar la prueba, todos los grupos experimentales examinaron verbalmente el trabajo realizado. Muchos de ellos revisaron oralmente las reglas del juego. Otros tomaron la hoja instrucciones y revisaron punto por punto si se había cumplido o no el trabajo solicitado. Como consecuencia, algunos grupos modificaron su trabajo y otros lo mantuvieron.

El grupo de control tuvo un comportamiento diferente. Una vez que ellos identificaban la ruta más corta entre varios sectores en el diseño planteado, ellos permanecían en silencio esperando instrucciones de los profesores facilitadores. Esto ocurrió incluso cuando la solución no cumplía los requerimientos especificados. Otros grupos control modificaron su trabajo después de un rato sin realizar interacción entre los miembros del grupo.

A pesar de que no fue posible encontrar diferencias estadísticamente significativas, los resultados preliminares obtenidos son un reto para continuar y ampliar el estudio a más largo plazo. Por la corta duración de la intervención, el hecho de que los estudiantes hayan logrado completar el ciclo de resolución de problemas es relevante ya que puede significar que lograron una auto-regulación. Adicionalmente, existen ganancias en la comunicación y coordinación de los alumnos, dos de seis de las habilidades identificadas por O'Neil et al. [15]: adaptabilidad, coordinación, toma de decisiones, interpersonal, liderazgo, y comunicación.

Los autores piensan que el incremento del tiempo utilizado para jugar y resolver problemas puede mejorar las habilidades de los estudiantes. Para entender claramente la relación entre las variables usadas, un nuevo estudio se está realizando en la actualidad con una duración de 12 semanas, aplicando test de desempeño a una muestra mayor y considerando un mayor número de jueces en la evaluación.

## DISCUSIÓN

Integrar videojuegos móviles en la educación no es una tarea fácil de llevar a cabo. Ello implica realizar un intento de articular conceptos lúdicos con conceptos complejos, rapidez con reflexión. El videojuego que se presenta aquí integra estos conceptos a un nivel procedimental: estudiantes manipulan variables para lograr la evolución de sus especies. No obstante, el nivel declarativo fue gestionado por el profesor después de cada sesión de juego. Para realizar esto, los profesores organizaron búsquedas por internet, discusiones de conceptos y sistematización de la información con sus estudiantes. El estudio reveló que ambos, profesores y alumnos, consideraron que el estudio contribuyó al aprendizaje de la ciencia. Por lo tanto, los procesos de jugar y aprender encontraron un espacio de crecimiento mutuo. Sin embargo, una línea futura de estudio sería encontrar modos de mejorar la integración de eventos declarativos y procedurales.

Una característica importante de nuestro enfoque en el estudio fue que no nos centramos en la tecnología, sino más bien en su integración en el curriculum. Esto implica un esfuerzo desde el comienzo para integrar elementos pedagógicos dentro del diseño del videojuego. Esta tarea no es fácil dado que fuerza para que los equipos de desarrollo de videojuegos y el equipo de diseño pedagógico trabajen realmente en equipo. Ambos equipos tienen diferentes formas de pensar y prioridades. Para resolver estos temas, hay que mantener siempre una claridad en el objetivo que se persigue con el estudio, esto es, desarrollar una metodología para el aprendizaje de la ciencia jugando videojuegos móviles.

Finalmente, los autores piensan que el desarrollo de videojuegos con un propósito educacional es una tarea estimulante y gratificante. Este trabajo ha sido guiado por el interés de desarrollar videojuegos con una lógica muy parecida a la mayoría de los videojuegos atractivos que encontramos en el mercado, pero embebido con contenido y propósito de aprendizaje. Como trabajo futuro es necesario continuar con el estudio de aprendizaje embebido en videojuegos, teniendo en cuenta que el buen desempeño en el juego puede ser posible cuando el contenido está bien aprendido. Al mismo tiempo, el hecho de proporcionar una "realidad espacial del aprendizaje" (desligándose de lugares específicos como el aula y otorgando movilidad a los estudiantes que desean moverse por naturaleza) abre nuevas posibilidades para moldear el aprendizaje a las formas naturales de ser y pensar de los estudiantes.

## AGRADECIMIENTOS

This report was partially funded by the Project SOC 06/05- 2 and PBCT-CONICYT, Project CIE-05, University of Chile.

## REFERENCIAS

- [1] Chan, T., Roschelle, J., Hsi, S., Kinshuk, Sharples, M., Brown, T., et al. (2006). One-to-one technology-enhanced learning: An opportunity for global research collaboration. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 1(1), pp. 3-29.
- [2] Cortez, C., Nussbaum, M., López, X., Rodríguez, P., Santelices, R., Rosasw, R., Marianovz, V. (2005). Teachers' support with ad-hoc collaborative Networks. *Journal of Computer Assisted Learning* 21, pp. 171-180.
- [3] Csete, J., Wong, Y., Vogel, D. (2004). Mobile devices in and out the classroom. In: Cantoni, L., McLoughlin (eds.) *Proceedings of ED-MEDIA 2004*, pp. 4729-4736.
- [4] Curtis, M., Luchini, K., Bobrowsky, W., Quintana, C., Soloway, E. (2002). Handheld use in K-12. A descriptive account. In: *Proceedings of the WMTE'02*, pp. 22-30.
- [5] Eriksson, Y., & Gårdenfors, D. (2004). Computer games for children with visual impairments. *Proceedings of the 5th International conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 20-22 September, 2004, New College, Oxford, UK, pp. 79-86.
- [6] Friedman, R. S., & Deek, F. P. (2002). The integration of problem-based learning and problem-solving tools to support distributed education environments. *Proceedings of 32nd Annual Frontiers in Education*, 2002. FIE 2002, pp. F3E17- F3E22
- [7] Harskamp, E., & Suhre, C. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49(3), pp.822-839
- [8] Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), pp. 235-266.
- [9] James, J., Beaton, B., Csete, J., Vogel, D. (2003). Mobile educational games. In: Lassner, D., McNaught, C. (eds.) *Proceedings of ED-MEDIA 2003*, pp. 801-802.
- [10] Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's Tech Savvy Youth *TechTrends. Linking Research & Practice to Improve Learning*, 49(3), pp. 33-41.
- [11] Lim, C., Nonis, D., Hedberg, J. (2006). Gaming in 3D multi-user virtual students in Science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 37(2), pp. 211-231.
- [12] Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). Problem-solving transfer. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 47-62). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- [13] O'Hara, K., Kindberg, T., Glancy, M., Baptista, L., Sukumaran, B., Kahana, G., Rowbotham, J. (2007). Social practices in location-based collecting, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. San Jose, California, USA: ACM, pp. 1225-1234.
- [14] O'Neil, H., & Schacter, J. (1997). Test specifications for problem-solving assessment (report). Los Angeles, California: Center for the Study of Evaluation. National Center for Research and Student Testing, University of California.
- [15] O'Neil, H., Herl, H., Chung, G., Bianchi, C., Wang, S.-I., Mayer, R., Yeh Lee, C., Choi, A., Suen, T., Tu, A. (1999). Final report for validation of problem-solving measures. Los Angeles, CA: Center for the study of evaluation, National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing.
- [16] Pedró, F. (2006). The new millennium learners: Challenging our views on ICT and learning: OECD-CERI, pp. 1-17.
- [17] Pellegrini, A., Blatchford, P., Kentaro, B. (2004). A Short-term Longitudinal Study of Children's Playground Games in Primary School: Implications for Adjustment to School and Social Adjustment in the USA and the UK. *Social Development* 13(1), pp. 107-123.
- [18] Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- [19] Salinas, A., & Sánchez, J. (2006). PDAs and ubiquitous computing in the school. Paper presented at the Human Centered Technology Workshop 2006, Pori, Finland, pp. 249-258.
- [20] Sánchez, J., Salinas, A., Sáenz, M. (2007). Mobile Game-Based Methodology for Science Learning. In J. Jacko (Ed.): *Human-Computer Interaction, Part IV, HCII 2007, LNCS 4553*, pp. 322-331, 2007 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.
- [21] Savill-Smith, C., & Kent, P. (2003). The use of palmtop computers for learning (report). London, UK: Learning and Skills Development Agency.
- [22] Stanton, D., & Neale, H. (2002). Designing mobile technologies to support collaboration. *Equator Annual Conference*. 24-25 October, 2002.
- [23] Sugrue, B. (1994). Specifications for the design of problem-solving assessments in science (Report). Los Angeles, CA: CRESST/University of California, Los Angeles.
- [24] Syvanen, A., Beale, R., Sharples, M., Ahonen, M., & Lonsdale, P. (2005). Supporting pervasive learning environments: Adaptability and context awareness in mobile learning. Paper presented at the IEEE International workshop on wireless and mobile technologies in education (WMTE'05), pp. 251-253.
- [25] Tatar, D., Roschelle, J., Vahey, P., & Penuel, W. (2003). Handhelds go to school: Lessons learned. *IEEE Computer*, 36(9), pp. 30-37.

- [26] Thom-Santelli, J., Toma, C., Boehner, K., & Gay, G. (2005). Beyond just the facts: Museum detective guides. Re-thinking technology in museums. Paper presented at the Experiential Approaches Workshop, Limerick, Ireland.
- [27] Vahey, P., Tatar, D., & Roschelle, J. (2007). Using handheld technology to move between private and public interactions in the classroom. In M. Van't Hooft & K. Swan (Eds.). *Ubiquitous computing in education: Invisible technology, visible impact*. Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 187-210.
- [28] Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific America*, 265(9), pp. 66-75.