

Videojuegos móviles para aprender  
y pensar en ciencias  
*Mobile video games for science  
learning and thinking*

JAIME SÁNCHEZ<sup>1</sup>

Departamento de Ciencias de la Computación,  
Universidad de Chile  
[jsanchez@dcc.uchile.cl](mailto:jsanchez@dcc.uchile.cl)

MAURICIO SÁENZ<sup>2</sup>

Departamento de Ciencias de la Computación,  
Universidad de Chile  
[msaenz@c5.cl](mailto:msaenz@c5.cl)

ÁLVARO SALINAS<sup>3</sup>

Departamento de Ciencias de la Computación,  
Universidad de Chile  
[asalinas@c5.cl](mailto:asalinas@c5.cl)

Recibido: 17-11-2007  
Aceptado: 28-12-2007

- 
- <sup>1</sup> Jaime Sánchez recibió los grados académicos de M.A. (1983), M.Sc. (1984) y Ph.D. (1985) por la Universidad de Columbia, Nueva York. Es Profesor Asociado de Interacción Persona-Computador en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Sus intereses en investigación incluyen audio y desarrollo cognitivo, métodos de evaluación de usabilidad, aprendizaje basado en juegos y aprendizaje móvil.
- <sup>2</sup> Mauricio Sáenz es Ingeniero Civil en Computación de la Universidad de Chile y es egresado de Magíster en Ciencias mención Computación en la misma casa de estudios. Trabaja como Coordinador de Ingeniería en el Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento, C5, del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, desarrollando proyectos de investigación en el área de videojuegos y educación.
- <sup>3</sup> Álvaro Salinas obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Sociales (Información y comunicación) y D.E.A. en Comunicación, en la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica. Es además sociólogo de la Universidad de Chile. Actualmente es investigador en el Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento, C5, del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Sus intereses de investigación abordan la relación entre tecnología, cultura y educación.



## Resumen

Este trabajo presenta las características y resultados del uso de un videojuego colaborativo para la resolución de problemas en el currículum de ciencias de octavo año de educación primaria. La metodología incluyó actividades previas con profesores, actividades de aprendizaje en la sala de clases y el uso del juego interactivo para dispositivo móvil. La evaluación de la metodología de trabajo con estos juegos móviles se centró en la usabilidad del software y en los resultados en habilidades de resolución de problemas en los aprendices. En cuanto a la usabilidad, los resultados indican que se logró un alto grado de satisfacción de los usuarios con el producto final, consiguiendo que éstos participaran motivados y activos en las actividades propuestas. Las evidencias indican, además, que la experiencia contribuyó efectivamente al desarrollo de capacidades de resolución de problemas en los alumnos participantes.

**Palabras clave:** Niños, aprendizaje de la ciencia, *handhelds*, videojuegos y aprendizaje, aprendizaje móvil.

## Abstract

This study presents the features and results of the use of a pedagogical methodology based on a problem-solving collaborative mobile videogame for 8th graders science curriculum. The methodology included pre-classroom activities with teachers, classroom learning activities, and a central activity using an interactive videogame for a mobile device. The evaluation study was focused on software usability and the results obtained in the learners performance in problem solving skills after the applying this methodology. Usability results show a high level of users' satisfaction with the videogame used getting them fully engaged and motivated in solving the learning task. Evidence also indicates that this science learning experience with the support of a videogame contributed effectively to the development of the learner's problem-solving skills.

**Key words:** Children, science learning, handhelds, videogames and learning, mobile learning.



## Introducción

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) por sí solas no contribuyen al aprendizaje. Las personas, modelos, metodologías y estrategias son determinantes para realizar cambios, innovación y generar impacto en la enseñanza y el aprendizaje (Sánchez, 2001).

Algunos investigadores han centrado su atención en comprender qué es la integración curricular de TICs (Swan, Holmes, Vargas, 2002), cómo se logra y cuáles son sus efectos (Merrill, Hammons, Vincent, Reynolds, Christiansen, Tolman, 1996). Para Sánchez, integración curricular de TIC es el proceso de “hacerlas enteramente parte del currículo, como parte de un todo, permeándolas con los principios educativos y la didáctica que conforman el engranaje del aprender” (Sánchez, 2003). Esto significa que las TIC se integran tanto a lo que se define como saber escolar relevante y necesario como a las prácticas y recursos disponibles en el contexto escolar.

Una de las principales contribuciones que pueden hacer las TIC a la educación es el desarrollo de habilidades cognitivas de alto orden, tales como resolución de problemas, competencias de comunicación, la gestión de información y el pensamiento crítico (Amory, Naicker, Vincent, Adams, 1999).

Numerosos autores han descrito la resolución de problemas como una actividad fundamental en el proceso de aprendizaje y como una competencia vital en el mundo actual (Polya, 1965). Hay autores que identifican distintos pasos para llegar a resolver un problema, la mayoría coincide en aquellos que Polya describe: entender el problema, diseñar una estrategia de resolución, ejecutar la estrategia, y evaluar los resultados (Polya, 1965).

Una de las prácticas más habituales de los estudiantes cuando usan las TIC es el juego. Sin embargo, aún no se ha explotado todo su potencial educativo. Juegos y educación aparecen como espacios separados a pesar de que las nuevas tecnologías, y particularmente los juegos que se desarrollan con ellas, generan un alto compromiso y motivación de parte de los estudiantes (Klopfer, Yoon, 2005).



Diversos autores analizan el impacto de los juegos en educación. Algunos de ellos señalan que los juegos pueden promover el desarrollo de habilidades cognitivas (Turkle, 1996; Sánchez, 2001).

Otros estudios describen los efectos de los juegos en habilidades sociales (Pellegrini, Blatchford, Kato, Baines, 2004) y de comunicación (McDonald, Hannafin, 2003). Algunos autores sintetizan los efectos de los juegos en educación como una vía para el aumento del aprendizaje, ya que estimulan la observación, la experimentación y la creatividad (Amory, Naicker, Vincent, Adams, 1999). El estudio que se describe aquí utiliza dispositivos móviles en la sala de clases para generar el ambiente de juego.

Para que una tecnología tenga sentido, es fundamental identificar el aporte distintivo que ella hace a sus usuarios (Salinas, Sánchez, 2006). Esto es particularmente importante cuando hay otras tecnologías, como los computadores de escritorio, disponibles en los contextos en donde se instalan las PDA (Personal Digital Assistants). Estos dispositivos han sido descritos como dispositivos de bajo costo, con capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos, móviles, listos para ser usados y dispuestos a integrarse fácilmente con otros dispositivos, como un computador de escritorio (Salinas, Sánchez, 2006).

La masificación de dispositivos móviles que integran funcionalidades y que permiten un alto nivel de procesamiento y de comunicaciones revela un importante potencial del uso de PDA para fines educativos. Su capacidad de procesamiento, la factibilidad de integrar multimedia y las posibilidades de comunicación son factores clave para crear actividades lúdicas y atractivas para los alumnos.

La literatura ha comenzado a estudiar los comportamientos de las personas que transportan cotidianamente materiales de trabajo o entretenimiento (Chipcase, Persson, 2005) como una forma de mejorar los diseños de los usos de los dispositivos móviles como PDA y telefonía móvil (Haddon, 2001). De esta forma, el diseño de dispositivos móviles a partir del uso cotidiano que le dan sus usuarios finales ha permitido avanzar en la construcción de escenarios de uso centrados en el usuario (Kangas, Kinnunen, 2005).



Diversos autores se han interrogado respecto del potencial pedagógico de los dispositivos móviles (Facer, Joiner, Stanton, Reid, Hull, Kirk, 2004). Algunas experiencias desarrolladas en los Estados Unidos han mostrado que las PocketPC son herramientas que permiten realizar las mismas actividades que el papel, pero agregan la posibilidad de trabajo colaborativo, entre otras cosas (Curtis, Luchini, Bobrowsky, Quintana, Soloway, 2002). Se han desarrollado experiencias de uso de la PDA en aprendizaje colaborativo, aprovechando la movilidad del dispositivo para devolver naturalidad al aprendizaje de los alumnos y promover la negociación de sentido del conocimiento en el aula (Cortez, Nussbaum, López, Rodríguez, Santelices, Rosas, Marianov, 2005).

Este trabajo describe y analiza algunos resultados del proyecto Aprendizaje de la Biología con Tecnología Móvil (ABTm). El objetivo del proyecto es diseñar, desarrollar, aplicar y evaluar una metodología pedagógica basada en juegos interactivos para dispositivos móviles (PDA), orientada al desarrollo de habilidades de resolución de problemas en ciencias naturales entre estudiantes de octavo año de educación primaria.

## Aprendizaje de la Biología con tecnología móvil

En el trabajo que aquí presentamos se utilizó la metodología de resolución de problemas. Ésta se enmarca dentro de la corriente constructivista del aprender, para la cual el alumno es el actor principal en el proceso de aprendizaje. Básicamente, la metodología busca que los niños adapten las cuatro etapas fundamentales de la resolución de problemas (Polya, 1965): 1) Comprender el problema; 2) trazar una estrategia de solución; 3) poner en práctica la estrategia, para finalmente; 4) comprobar los resultados.

A los alumnos se les plantea un problema biológico, el que deben resolver en un juego de estrategia en tiempo real para dispositivos pocketPC de nombre Evolución. En el juego deben mantener y desarrollar cuatro clases de animales (peces, anfibios, reptiles y aves), con tres especies cada una. La interacción se realiza a través de diversas acciones que inci-



den de manera positiva o negativa en la preservación y desarrollo de cada una de las especies en medios ambientes cambiantes y desconocidos. El problema lo deben resolver alumnos en equipos de 4 integrantes, en que cada uno adopta semanalmente una especie.

La aplicación en las escuelas constó de tres grandes etapas: salida a terreno al zoológico, trabajo en el aula y actividad final.

### *Salida a terreno al zoológico*

La primera parte del estudio significó trasladar a los alumnos a un zoológico con la finalidad de que éstos comprendan conceptos que son claves en el desarrollo de las etapas sucesivas del estudio. En esta actividad, así como en las que le siguen, los alumnos debían resolver un problema que es funcional a la resolución del problema mayor del juego. En esta etapa los alumnos interactuaban con un software trivía para pocketPC de nombre BuinZoo, elaborado especialmente para este estudio, el que los guía y propone acertijos que deben ser resueltos durante la visita al zoológico.

Para resolver los acertijos el alumno debe recorrer el zoológico en busca de información, ayudándose además de la guía y apoyo que el mismo BuinZoo le proporciona. Cada integrante de un grupo de alumnos resuelve acertijos distintos que se complementan con los de sus compañeros para resolver el problema planteado.

Cuando un alumno finalizaba su tarea, podía ayudar a sus compañeros de equipo, después los alumnos se reunían y compartían información relevante del trabajo desarrollado. Finalmente, cada equipo exponía sus principales conclusiones al problema planteado a través de un plenario moderado por el profesor.

### *Trabajo en el aula*

Después de la visita al zoológico utilizando BuinZoo, los alumnos debían jugar durante 4 semanas con el software principal del estudio, Evolución. En este período los alumnos trabajaron en los mismos equipos de 4



integrantes que se organizaron para la visita al zoológico. Cada integrante del grupo debía desarrollar durante una semana una de las clases de seres vivos (peces, anfibios, reptiles y aves). A la semana siguiente, cada alumno recibía una pocketPC con una clase biológica diferente, desarrollada por alguno de sus compañeros de grupo. De este modo, el desempeño de cada miembro dependía del trabajo previo de sus compañeros.

Durante esta etapa se realizaron dos actividades en la sala de clases:

1. Juego con la PDA: los alumnos debían jugar durante la sesión de 90 minutos con la pocketPC. Durante este tiempo los alumnos debían trabajar con las especies biológicas y exploraron las posibilidades que les ofrece la manipulación de las variables clave para la evolución. Junto con esto el alumno seguía, evaluaba, compartía y analizaba las estrategias individuales y grupales con el resto de su equipo. Clase a clase los alumnos fueron diseñando, implementando y evaluando las estrategias diseñadas con la finalidad de resolver el problema.
2. Acercamiento a los conceptos: las clases que siguen a la sesión de juego fueron planificadas de modo tal que el profesor sistematiza los fenómenos observados por los alumnos durante el juego y entrega contenidos clave que permiten comprender e interpretar el fenómeno de la evolución. Estos contenidos permiten además mejorar el desempeño de los alumnos en el mismo juego.

### *Actividad final*

Con el objetivo de conocer los resultados del trabajo realizado durante las etapas precedentes, se implementó un sistema web que permite a los alumnos participantes en el proyecto observar una simulación del proceso evolutivo de las especies en los medios ambientes que ellos desarrollaron. La simulación, usando parámetros simplificados, muestra qué habría pasado con las especies desarrolladas por los alumnos en una escala de tiempo mayor. De este modo, un medio ambiente con diversidad biológica y suficiente número de individuos bien desarrollados permite la sostenibilidad de ese ambiente en el tiempo. La idea de este sistema es que los alumnos realicen un seguimiento día a día del estado del ecosistema resultante de las actividades con el juego.

## Software desarrollado

### *Buinzoo*

BuinZoo es un juego de trivia guiado por la pocketPC que se utiliza en un zoológico. El dispositivo hace preguntas y entrega parte de la información que ayuda a responderlas. Esta información está contenida en un mapa del zoológico con las zonas y jaulas que deben visitar y en una sección de recursos de texto e imagen que los niños pueden consultar sobre los animales observados.

El modo de operar la trivia es sencillo. Son 3 interfaces: A) preguntas, B) mapa y C) recursos (ver Figura N° 1). La información contenida en el mapa y en la sección de recursos se modifica según la pregunta. De este modo, el mapa entrega información que ayuda al niño a ubicar las jaulas a visitar, al tiempo que la sección recursos les proporciona información que los alumnos no pueden obtener con la observación directa de los animales (detalles de fisiología, procesos de cambio, información del hábitat original, etc.). La interfaz recursos contiene una barra de navegación que permite avanzar o retroceder en los recursos que se presentan, posibilitando al niño revisar las veces que quiera las fichas de los diferentes animales.

En total, cada alumno debe responder 11 preguntas y cada una de ellas tiene un puntaje de 100 puntos si es contestada correctamente en un primer intento. Para penalizar las respuestas al azar o sin suficiente reflexión, el software descuenta 20 puntos por cada intento fallido. Cada alumno tenía un grupo distinto de preguntas.

### *Evolución*

El videojuego *Evolución* fue diseñado y desarrollado con características de los juegos de estrategia en tiempo real. La idea es simular procesos biológicos reales, donde el paso del tiempo es una variable vital, ya que incide en la mortalidad y la alimentación de los seres vivos. Este tipo de juegos permite además, desarrollar sincrónicamente la acción entre las distintas unidades del usuario y el adversario.





FIGURA Nº 1  
INTERFAZ DE BUINZOO



Cada grupo de 4 alumnos debían mantener y desarrollar 3 especies de 4 clases (peces, anfibios, reptiles y aves), manipulando variables clave para la preservación y desarrollo de cada especie en un ambiente desconocido y variable. El propósito del juego es mantener un ambiente equilibrado. La complejidad del problema es creciente, ya que los grupos de alumnos comienzan con un número pequeño de individuos biológicos y una serie de acciones con efectos desconocidos y no inmediatos.

La evolución de las especies puede suceder en algunas direcciones predefinidas. Cada clase tiene una especie base que puede evolucionar en una especie dentro de la misma clase, o bien en una clase diferente. Por ejemplo, una lamprea es la especie básica de la clase pez, la que puede evolucionar en tiburón o pez espada según las condiciones del ambiente.

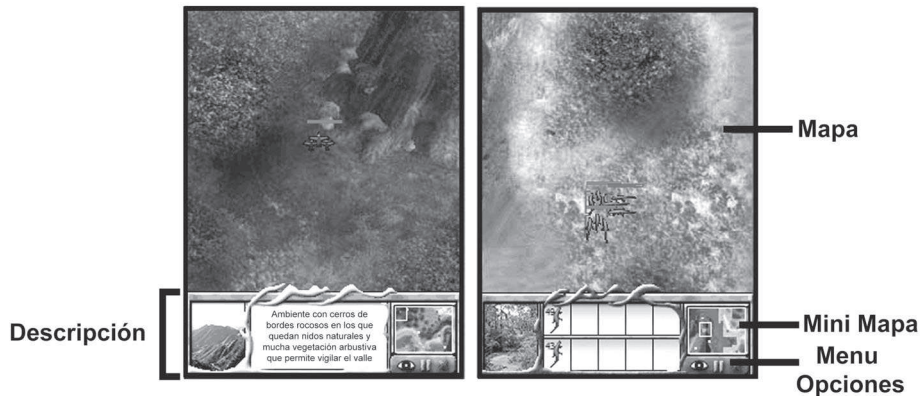
Para colonizar los diversos medios ambientes, los alumnos deben descubrir la lógica evolutiva en la base del juego. Esto es, un medio ambiente permite el desarrollo de una especie hasta un punto límite. Cuando la especie alcanza ese punto, el incremento de la población se hace imposible (escasea el alimento, disminuyen los individuos). La opción que les queda a los individuos de esa especie es explorar nuevos ambientes, pero que tienen características diferentes a los ambientes naturales de la especie, que los hacen no aptos para la especie. Este cambio de ambiente exige a la especie evolucionar para adaptarse. Al colonizar esos nuevos espacios con un número determinado de individuos se produce un cambio (evolución) a una nueva especie.

La interacción del usuario en *Evolución* presenta diferentes componentes. El ambiente está compuesto por reglas que determinan el comportamiento natural de los animales presentes. Incluye las variables de ambiente, que definen el tipo y comportamiento de las especies que lo componen. El alumno, mediante acciones simuladas (mortalidad, reproducción, alimentación y predación), genera cambios en el estado del ambiente restringidos por las reglas definidas.

El juego presenta una interfaz atrayente, lúdica e intuitiva, siendo un elemento clave para la experiencia del juego, ya que es muy importante para mantener la atención del usuario. Para esto se reutilizaron conceptos gráficos y de interacción de este tipo de juego, favoreciendo la comprensión de la interfaz. La interfaz del juego se divide en 4 partes principales (ver Figura N° 2): 1. **Descripción:** En este sector se muestran descripciones de ayuda al usuario. Estas descripciones son dinámicas según el contexto en que se encuentre el juego. 2. **Mapa:** En esta zona se pueden observar los eventos y realizar todas las acciones que permite el juego



FIGURA Nº 2  
INTERFAZ DEL JUEGO *EVOLUCIÓN*



(alimentar, predar, mover, reproducir y evolucionar unidades). 3. **Minimapa:** Esta es una visión general del mapa completo y de todas las unidades. Las unidades del usuario, las enemigas, y los nidos son representados por un cuadrado de color verde, rojo y blanco respectivamente. 4. **Menú de opciones:** Estas opciones permiten mostrar las zonas de evolución en el Minimapa, pausa/play del juego, enviar al menú del juego.

## Metodología de investigación

### *Muestra*

En este estudio participaron 5 escuelas. En algunas se trabajó con un curso, mientras que en otras se incorporaron dos y hasta tres cursos del mismo nivel. En total se trabajó con 8 cursos, con 323 alumnos y 5 profesores. Los alumnos eran de octavo año de Educación Primaria, con edades que fluctuaron entre 13 y 14 años.

Todos los establecimientos educacionales están ubicados en la ciudad de Santiago de Chile, y fueron escogidos de modo intencional. Se incorporaron al proyecto escuelas que atienden alumnos provenientes de

sectores socioeconómicos bajos y medios, y que obtienen distintos resultados en las pruebas nacionales que miden conocimientos en el área de ciencias (SIMCE). De este modo es posible controlar el efecto “rendimiento” sobre los resultados del proyecto. En Chile los resultados de estas pruebas están fuertemente correlacionados con el estrato socioeconómico de los alumnos. Por esta razón es que aquellos establecimientos seleccionados por tener un puntaje del sistema nacional de evaluación SIMCE superior al promedio tienen, al mismo tiempo, un estrato socioeconómico levemente superior a aquellos que tienen puntaje SIMCE inferior.

Para comparar los resultados obtenidos por los alumnos participantes en el proyecto se seleccionaron 5 cursos de establecimientos con características equivalentes a los cursos participantes. Esta selección operó por pareo, empleando las variables de nivel socioeconómico y rendimiento escolar en ciencias. Este grupo de comparación estaba compuesto por 134 alumnos.

### *Instrumentos*

Para medir las competencias de resolución de problemas en los alumnos se empleó una encuesta que contiene una escala de 3 dimensiones: planificación para la resolución de problemas, puesta en práctica y evaluación de la estrategia implementada. Esta escala mide la percepción que los alumnos tienen sobre la frecuencia con que ellos despliegan acciones típicas para resolver problemas en su vida cotidiana. La escala está compuesta por 15 ítems cuyos puntajes oscilan entre 1 y 5, de modo tal que, a mayor puntaje, más frecuentemente se realizan acciones típicas para resolver problemas.

Esta escala de resolución de problemas se aplicó al grupo experimental compuesto por 323 alumnos y al grupo de comparación compuesto por 134 alumnos que no participaron en ninguna de las actividades del proyecto.

Además de medir la percepción que los alumnos tienen de sus propias habilidades de resolución de problemas, se hizo una medición del desem-

peño efectivo que los alumnos tuvieron en una situación problemática. Este test situaba a los alumnos durante 10 minutos frente a un problema a resolver. En ese tiempo ellos debían unir una cantidad determinada de puntos en un mapa, respetando una serie de restricciones dadas por escrito. El proceso y los resultados obtenidos fueron observados por dos investigadores y además fueron registrados en video y audio para su análisis posterior.

En la aplicación del test de desempeño participaron dos grupos seleccionados al azar de cada uno de los cursos del grupo experimental y del grupo control. Estos grupos estaban compuestos por 4 alumnos cada uno, de modo tal de mantener la estructura grupal con la cual los alumnos trabajaron durante todo el proyecto.

Para el análisis de proceso observamos el desarrollo de la mayoría de las sesiones realizadas en el zoológico y en los establecimientos durante el juego *Evolución*.

Adicionalmente se aplicaron entrevistas a alumnos y profesores participantes. Para los primeros se seleccionaron dos alumnos por curso, utilizando el criterio de saturación de la información. En el grupo de profesores se entrevistó a 4 de los 5 profesores participantes.

### *Procedimiento*

En las primeras sesiones con el uso de la pocketPC por parte de los alumnos, un facilitador entregó instrucciones generales sobre los objetivos de la actividad, la metodología empleada y las indicaciones generales sobre el uso de las PDA, considerando que muchos alumnos nunca habían manipulado uno de estos dispositivos.

Luego de esto los alumnos interactuaron con la pocketPC y realizaron las tareas que el juego les indicaba en sesiones de 90 minutos aproximadamente. Al final de 4 sesiones de juego, los alumnos contestaron los diferentes instrumentos elaborados para medir competencias de resolución de problemas.

## Resultados

En general, apreciamos que los alumnos tenían una enorme facilidad de uso de la pocketPC. Las instrucciones generales que se dieron al inicio de la actividad fueron fácilmente comprendidas. Cuando los alumnos tenían un problema, consultaban a los facilitadores o a sus compañeros, o bien exploraban por sí mismos y rápidamente resolvían las dudas o problemas encontrados.

Esta facilidad de uso es producto del diseño de la interfaz del juego y también de la familiaridad que los alumnos tenían con la tecnología. Muchos de ellos tienen computador en sus casas y todos tienen acceso a computador e Internet en la escuela. Muchos juegos a los que tienen acceso en su computador son similares al modo de interacción y forma de juego que tiene *Evolución*. Además, están familiarizados con juegos de trivia existentes en equipos de teléfonos celulares.

Durante la visita al Zoo los alumnos trabajaron individualmente o en pares. Cuando se encontraban durante el recorrido, muchos se detenían para comentar con sus compañeros el estado de avance de su juego, los resultados que habían obtenido y algunas de sus observaciones. En muchos casos observamos que cooperaban entre sí, dando indicaciones de dónde encontrar determinado animal o resolviendo juntos dudas de comprensión de determinadas preguntas. En varios casos observamos alumnos que, frente a una jaula, discutían sobre la información y analizaban las mejores alternativas de respuesta posibles. Es importante señalar que el juego no tenía previsto promover a esa altura la colaboración entre los alumnos. Con todo, ésta emergió espontáneamente en la práctica de los alumnos.

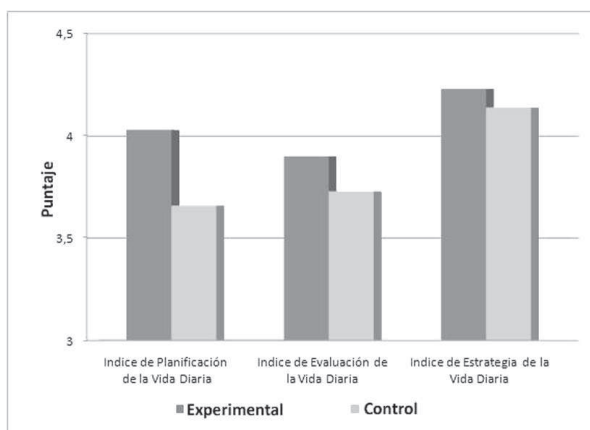
### *Habilidades de resolución de problemas*

Los puntajes promedio obtenidos en cada una de las subescalas de la medición de resolución de problemas osciló entre los 3.6 y los 4.2 puntos (ver Figura N° 3). En cada una de las subescalas, el grupo experimental



obtuvo puntajes levemente superiores al grupo control. La dimensión donde los dos grupos obtuvieron mayores puntajes es “estrategia”, pero la escala donde hay mayor diferencia entre ellos es en “planificación”. Es justamente en esta subescala donde la diferencia entre los grupos control y experimental es estadísticamente significativa. Esto significa que, controlando otras variables, el uso de *Evolución* incidiría en una mejora en la planificación para resolver problemas. En el índice de “evaluación en la vida cotidiana” las diferencias no son significativas por un escaso margen.

FIGURA N° 3  
PUNTAJE EN LAS SUBESCALAS DE RESOLUCIÓN  
DE PROBLEMAS EN LA VIDA COTIDIANA



Las diferencias en planificación para la resolución de problemas significan que los alumnos participantes en el proyecto percibieron tener mayores capacidades para organizar, anticiparse y definir previamente las etapas para completar el ciclo de resolución de problemas.

En las entrevistas varios alumnos describieron cómo el juego les incitó a evaluar estrategias y planificar nuevas para tener más éxito: “Me gustó porque igual es complicado porque a la primera fue como ¿qué hago?, ¿lo alimento, lo voy a atacar, me mataron?, e igual es bacán (excelente) porque uno tiene que pensar bien las cosas que va a hacer” (alumno). Un

elemento que es destacable es que esas estrategias eran evaluadas y planificadas integrando conceptos científicos: “Cualquiera pensaría apenas empieza a jugar el juego que uno tiene que simplemente evolucionar y ya... el más fuerte y no hay problema. Pero no, porque hay que tener distintas especies y eso es algo que hemos pasado en naturaleza (contenido del curso) y eso hay que ponerlo en práctica: la selección natural que obviamente es más fuerte, no puedes enviar a uno que tiene así un poco de energía a atacar a otro ser porque se va a morir y por eso hay que estar preocupándose de todas las especies, que todas estén bien alimentadas, que haya harta diversidad” (alumno).

Se analizaron varias hipótesis que podrían explicar las diferencias en la escala de resolución de problemas: la escolaridad de los padres, el rendimiento escolar de los alumnos y la familiaridad con las TIC. Para ninguna de estas variables se encontraron relaciones estadísticamente significativas que permitieran pensar que estas variables podrían explicar las diferencias en resolución de problemas.

Se encontró que, mientras más compromiso demostraron los alumnos con el juego, mejor puntaje en resolución de problemas. El compromiso con el juego fue medido con dos preguntas: “el juego me incentivó a investigar por mi propia cuenta sobre evolución” y “conversé mucho con mis compañeros para resolver los problemas planteados”. En estos casos la relación encontrada tenía un mejor nivel de significación que para el caso de la opinión de los alumnos sobre el proyecto. El análisis de diferencia de medias mostró que, mientras más incentivo percibieron los alumnos para investigar por su propia cuenta, mejor puntaje en la escala de resolución de problemas. El análisis de varianza (Anova entre grupos) entre estas variables fue significativo ( $p \leq 0.001$ ) y la correlación (R de Pearson) fue de 0.14. La relación fue incluso más fuerte entre resolución de problemas y la discusión entre los alumnos para resolver los problemas planteados. En este caso, mientras los alumnos más declaraban haber discutido con sus compañeros, mejor puntaje en la escala. El análisis de varianza fue significativo ( $p \leq 0.001$ ) y la correlación (R de Pearson) fue de 0.34.

En la observación pudimos apreciar inicialmente que los alumnos se expresaban usando términos propios e inexactos, pero con el desarrollo





del estudio y sobre todo con el trabajo de sistematización y profundización del profesor, la conversación integró conceptos científicos con gran propiedad. Los alumnos tendían a conversar de ciencia en el contexto de la clase pero más allá de ésta también: “hoy día uno (alumno) me decía ‘yo me di cuenta de que logré que se reprodujeran harto, tenía como una pared de especies, pero se me empezaron a morir, y ¿por qué se empezaron a morir?, ¿por qué se murieron?... de hambre, porque no tenían qué comer’ ¿Y qué conclusión puedes sacar tú de ahí? Que hay que tener con qué alimentar a las especies. No se trata de tener mucho, que es la pregunta cuando se rompe el equilibrio ecológico, cuando hay muchos de una especie no están los depredadores que va a pasar con esa especie; se va a reproducir en forma desorbitada y sencillamente se va a convertir en una plaga, entonces bueno, algunos han comprendido esa parte” (profesora).

## Conclusiones

En términos globales, los usuarios se mostraron satisfechos con el proyecto. Entre las cosas que los usuarios destacaron están su aporte al aprendizaje, la novedad de la tecnología empleada y su movilidad, que permite aprovechar espacios como el zoológico para fines curriculares.

Un aspecto especialmente destacable es el compromiso que adquirieron los aprendices con la tarea a desempeñar. La bibliografía sobre el uso de juegos en educación destaca el compromiso con la tarea como un aspecto importante y una de las principales contribuciones de los juegos al aprendizaje. Los profesores y alumnos participantes en el proyecto reiteraron que ese compromiso se produjo, incluso en momentos en que la tarea era compleja y pesada para los alumnos. Esto es tanto más interesante cuando los alumnos participantes en muchas ocasiones tienen escasa tolerancia al trabajo duro y a la frustración que traen consigo las tareas más difíciles. Pensamos que esta es una pista de enorme valor e interés de continuar indagando: cómo los juegos en educación pueden incrementar la capacidad de trabajo y resolución de problemas complejos, al tiempo que permiten un manejo y gestión de la frustración en los alumnos. En una de las visitas al zoológico una visitante se acercó a un miembro del equipo de investigación para preguntar cómo lográbamos que los

alumnos trabajaran tan concentrados y bien, aun en un contexto de escaso control directo de nuestra parte hacia los alumnos. La respuesta estaba en la actividad propuesta con la pocketPC: los alumnos trabajaban no porque tuvieran una evaluación de por medio, o porque hubiera alguien controlando su trabajo. Trabajaban porque estaban interesados en trabajar.

Encontramos también que la metodología que hemos desarrollado tiene impacto sobre las habilidades de resolución de problemas en los aprendices. Con todo, ese impacto es significativo sólo en una dimensión de las tres analizadas. Nuestra interpretación de esto es que la aplicación fue breve en el tiempo, como para lograr impacto en todas las dimensiones de la resolución de problemas. Otra pista de exploración futura tiene que ver con cómo lograr mayor impacto en la resolución de problemas.

La línea de trabajo desarrollada en este proyecto, que nos parece fructífera y estimulante, es el desarrollo de juegos con fines educativos utilizando dispositivos móviles. Nuestro trabajo se ha guiado por el interés de desarrollar un juego con una lógica cercana a los juegos del mercado más atractivos, integrando contenidos de aprendizaje. Pensamos que es necesario continuar en la línea de desarrollar juegos empotrando en ellos el aprendizaje. Esto significa que un buen desempeño en el juego es posible cuando se aprenden los contenidos que interesan. Al mismo tiempo, pensamos que la posibilidad de darle naturalidad espacial al aprendizaje (desligándolo de espacios específicos como la sala de clases y otorgándoles movilidad a alumnos que por naturaleza quieren moverse) abre posibilidades para un aprendizaje más ajustado a las características de los aprendices.

## Agradecimientos

Este reporte fue parcialmente financiado por el Programa Alianza para la Educación, Microsoft Corporation, Aprendizaje de la Biología con Tecnología Móvil "ABTm - Microsoft 2006", y el proyecto Integración Curricular de Dispositivos Móviles. Análisis y Modelos Óptimos para el Sistema Educativo Chileno SOC 06/05-2, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile.



## Referencias

- AMORY, A.; NAICKER, K.; VINCENT, J. y ADAMS, C. (1999). The Use of Computer Games as an Educational Tool: Identification of Appropriate Game Types and Game Elements. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 30 (4), pp. 311-321.
- CHIPCASE, J. y PERSSON, P. (2005). What, how and why people carry what they do. *Proceedings of the Designing for User Experience Conference, DUX05*, URL: <http://www.dux2005.org>, Accessed 17 March 2006.
- CORTEZ, C.; NUSSBAUM, M.; LÓPEZ, X.; RODRÍGUEZ, P.; SANTELICES, R.; ROSAS, R. y MARIANOV, V. (2005). Teachers' support with ad-hoc collaborative Networks. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 21, pp. 171-180.
- CURTIS, M.; LUCHINI, K.; BOBROWSKY, W.; QUINTANA, C. y SOLOWAY, E. (2002). Handheld use in K-12. A descriptive account. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, pp. 22-30.
- FACER, K.; JOINER, R.; STANTON, D.; REID, J.; HULL, R. y KIRK, D. (2004). Savannah: mobile gaming and learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 20, pp. 399-409.
- HADDON, L. (2001). Domestication and Mobile Telephony. Paper presented at the conference *Machines that Become Us Rutgers University*, New Jersey, US, 18-19 April 2001. URL: <http://members.aol.com/leshaddon/Domestication.html> Accessed 17 March 2006.
- KANGAS, E. y KINNUNEN, T. (2005). Applying user/centered design to mobile application development. *Communications of the ACM*, Vol. 48 (7), July 2005, pp. 55-59.
- KLOPFER, E. y YOON, S. (2005). Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's tech Savvy Youth. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, Vol. 49 (3), pp. 33-41.
- MCDONALD, K. y HANNAFIN, R. (2003). Using web-based computer games to meet the demands of today's high stakes testing: A mixed method inquiry. *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 55 (4), pp. 459-472.
- MERRILL, P.; HAMMONS, K.; VINCENT, B.; REYNOLDS, P.; CRISTIENSEN, L. y TOLMAN, M. (1996) (Third Edition). *Computers in Education*. Boston: Allyn & Bacon.



- PELLEGRINI, A.; BLATCHFORD, P.; KATO, K. y BAINES, E. (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*. Vol. 13 (1), pp. 107-123.
- POLYA, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- SALINAS, A. y SÁNCHEZ, J. (2006). PDAs and Ubiquitous Computing in the School. *Human Centered Technology Workshop 2006*. Pori, Finland, June 11-13, pp. 249-258.
- SÁNCHEZ, J. (2001). *Aprendizaje visible, tecnología invisible*. Santiago: Dolmen Ediciones.
- SÁNCHEZ, J. (2003). Integración curricular de TICs: Concepto y Modelos. *Revista Enfoques Educativos*. Vol. 5 (1), pp. 51-65.
- SWAN, K.; HOLMES, A. y VARGAS, J. (2002). Situated Professional Development and Technology Integration: The Capital Area Technology and Inquiry in Education (CATIE) Mentoring Program. *Journal of Technology and Teacher Education*. Vol. 10 (2), pp. 169-190.
- TURKLE, S. (1996). *Life on the Screen*. New York: Simon and Shuster.