

APRENDER BIOLOGÍA JUGANDO VIDEOJUEGOS

JAIME SÁNCHEZ

*Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Chile, Chile*

jsanchez@dcc.uchile.cl

ABSTRACT

Science learning through using games embedded in mobile devices offers opportunities to integrate the technology into education. In this work we present two games for science learning in primary education. The core of games uses problem solving principles and features of strategy games. In order to evaluate the results obtained in each game we administered usability questionnaires and surveys, and recorded direct observation of users. The results indicate a high degree of user's satisfaction with the games and an increased motivation and interest in science. Along with it, the games enhanced interaction between users during the classes. Finally, the use of games for mobile devices can allow the integration of students with visual impairment with sighted learners and thus contributing to provide them more equitable conditions and opportunities.

RESUMEN

El aprendizaje de la ciencia por medio del uso de juegos en dispositivos móviles ofrece oportunidades para integrar la tecnología a la educación. En este trabajo presentamos dos juegos para el aprendizaje de la ciencia de niños de educación primaria. Estos juegos emplean principios de resolución de problemas y características de los juegos de estrategia. Para evaluar los resultados obtenidos en cada uno de los juegos utilizamos cuestionarios de usabilidad, encuestas y registros de observación del trabajo de los usuarios con dispositivos móviles. Los resultados obtenidos indican altos grados de satisfacción de los usuarios con los juegos y un

Sánchez, J. (2007). Aprender Biología Jugando Videojuegos. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 3, pp. 21-43, Santiago de Chile: LOM Ediciones.

incremento de la motivación e interés de parte de los alumnos por la ciencia. Los juegos generan dinámicas de trabajo con bastante interacción entre los alumnos en la clase. Finalmente, el uso de juegos en dispositivos móviles puede permitir la integración de alumnos con y son discapacidad, generando condiciones de mayor equidad y más oportunidades.

KEY WORDS

Juegos, movilidad, aprendizaje de la ciencia, integración

INTRODUCCIÓN

Los juegos han sido históricamente parte de la vida cotidiana de los niños y jóvenes en edad escolar. Con los avances de las Tecnologías de la información y comunicación, TICs, los juegos electrónicos han irrumpido con fuerza, formando parte de las actividades diarias, preocupaciones e intereses de niños y jóvenes. Por ejemplo, una reciente encuesta [1] aplicada en Chile muestra que el 50% de los alumnos de escuelas primarias y secundarias usan Internet para jugar. En Estados Unidos, un estudio [10] realizado en 2004 con una muestra nacional de personas entre los 8 y los 18 años reveló que, en promedio, estas personas usan videojuegos 49 minutos diarios. Esto significa que dedican a los videojuegos levemente más tiempo que el dedicado a la lectura de diarios, revistas o libros (43 minutos) y levemente menos tiempo que el dedicado a hacer tareas en la casa (50 minutos).

La educación en los primeros años de escolaridad pone énfasis en integrar los juegos en la sala de clases. En el marco curricular chileno de enseñanza para niños en edad preescolar se establece explícitamente el juego como un principio pedagógico fundamental [15]. Sin embargo, a medida que se avanza en el sistema escolar, los juegos van siendo desplazados por actividades que, en la tradición escolar, son más adecuadas para formar a los alumnos en la seriedad del trabajo, el rigor del esfuerzo, el cultivo del pensamiento y el control del cuerpo.

Durante las últimas décadas numerosos autores han descrito estilos de aprendizaje de los alumnos que no son integrados, o incluso están en tensión y conflicto, con la tradición escolar. Algunas de las fórmulas para describir estos “nuevos” estilos de aprendizaje han sido las denominaciones nativos digitales [9], aprendices del nuevo milenio [7] y generación M [10]. Estas, y otras fórmulas, tienden a coincidir en que los aprendices de hoy se han socializado en un mundo mediático y están familiarizados con sus lenguajes, tienen un alto consumo de medios de comunicación (audiovisuales y digitales), se sienten cómodos desarrollando diversas tareas simultáneamente, están acostumbrados a la inmediatez y tienen capacidad para aprender procesando rápidamente información paralela y discontinua [7, 10, 11, 12].

En la literatura existe una amplia diversidad de estudios que destacan la importancia

del uso de juegos para fines de aprendizaje, tales como el desarrollo de destrezas de competencia y concentración, motoras, verbales, matemáticas, visuales y de resolución de problemas [6]. La posibilidad de utilizar juegos para el aprendizaje abre variadas oportunidades para brindar una educación acorde a los estilos de vida de los estudiantes, incrementando su motivación y generando espacios atractivos para el estudio [5].

Una de las mayores contribuciones de las TICs a la educación es el soporte que proporcionan para el desarrollo de diferentes habilidades cognitivas, tales como resolución de problemas, análisis, comunicación, colaboración y manejo de información [12]. Algunos autores describen la habilidad de resolver un problema como una actividad fundamental para el proceso de aprendizaje y como una habilidad crucial hoy en día. Las etapas básicas en la resolución de problemas fueron definidas por Polya [8], y consisten en: 1. Entender el problema; 2. Diseñar una cierta estrategia; 3. Aplicar la estrategia y; 4. Revisar los resultados obtenidos. Varios autores se han hecho la pregunta sobre el uso potencial de dispositivos móviles para el aprendizaje [3, 4, 14, 16]. Cortez et. al., desarrollaron una experiencia con el uso de PDA para el aprendizaje colaborativo. La experiencia mostró el beneficio de las características móviles del dispositivo, logrando un proceso de aprendizaje más natural, además de promover conceptos de negociación en la sala de clase [2]. Otros autores [10] argumentan que los dispositivos móviles son herramientas que pueden otorgar una gran ayuda en la resolución in situ de problemas inesperados de la vida diaria.

Este trabajo plantea la tesis que la articulación entre juegos y movilidad ofrece oportunidades para el aprendizaje de la ciencia, mejorando las condiciones de aprendizaje de los alumnos (motivación, compromiso con la tarea, colaboratividad) y contribuyendo al desarrollo de competencias de resolución de problemas. Esto se produce porque los juegos móviles integran características que los hacen adecuados a los estilos de aprendizaje y prácticas habituales de los estudiantes de hoy: desarrollo de tareas simultáneas, rapidez de procesamiento paralelo, instantaneidad de respuestas, integración de multimedios, cooperación y movilidad espacial.

La forma en que los alumnos interactúan en un proceso de aprendizaje es fundamental en nuestro trabajo. Hoy en día son muy importantes los vínculos sociales que se generan entre los compañeros para el aprendizaje. Aprender con otros, y desde otros es indispensable para un nivel de aprendizaje más completo, ya que los estudiantes operan en una sociedad global en que el trabajo colaborativo es esencial.

Este trabajo presenta dos experiencias de juegos para el aprendizaje de la ciencia: Evolución y AudioGene. Ambos juegos están orientados a generar espacios motivadores e interactivos para compartir conocimiento, elaborar tareas y motivar

a los alumnos a obtener nuevos conocimientos. También se muestra la evaluación de usabilidad de ambos juegos y su uso para el aprendizaje de la ciencia. Analizamos estos juegos desde el punto de vista de su usabilidad y de las dinámicas de trabajo que facilitan la realización de la clase. Junto con esto, evaluamos el impacto del juego Evolución en la resolución de problemas.

JUEGOS PARA APRENDER CIENCIAS

Las experiencias de las personas son un pilar fundamental en el aprendizaje y ayudan a estructurar y modificar sus modelos mentales. En particular, el aprendizaje de la ciencia requiere aprender haciendo, lo cual implica realizar bastante experimentación y trabajo empírico, aspecto restringido en muchas escuelas por razones económicas y logísticas.

Hemos desarrollado dos juegos para el aprendizaje de la biología: Evolución y AudioGene. Ambos son juegos de estrategia para PocketPC, en que se presenta un problema biológico que debe ser resuelto en tiempo real. Para resolver el problema, los alumnos deben plantear y discutir diferentes estrategias ocupando la metodología de resolución de problemas.

En estos juegos la idea principal es no transmitir conceptos específicos de biología, sino que los alumnos puedan poner en práctica los conceptos que ya han adquirido en la sala de clases, relacionándolos, aplicándolos, analizándolos y evaluándolos.

EVOLUCIÓN

Es un juego cuya finalidad es que los alumnos mantengan y desarrollen 4 clases de animales (peces, anfibios, reptiles y aves), cada una de éstas identificada con 3 especies. La interacción del alumno con el juego se realiza por medio de diferentes acciones las que pueden afectar positiva o negativamente la preservación, desarrollo y evolución de cada una de las especies y modificar el ambiente. El problema de preservación y evolución se resuelve en equipos de 4 alumnos, en que cada uno adopta una determinada clase animal.

Este juego fue diseñado y desarrollado con las características que tienen los juegos de estrategia en tiempo real. El propósito es simular un proceso biológico real, donde el transcurso del tiempo es clave y afecta directamente variables fundamentales de la preservación y evolución de las especies.

Para colonizar los diversos ambientes del software, desarrollarse y evolucionar, los alumnos deben descubrir la “lógica” que tiene el proceso evolutivo en la naturaleza. Esta “lógica” incluye factores y condiciones para que cada una de las especies pueda desarrollarse y colonizar nuevos espacios, viéndose forzados a adaptarse a las nuevas condiciones. Al colonizar estos nuevos espacios y bajo ciertas condiciones, las especies sufren cambios cualitativos que se traducen en evolución.

El juego evolución se lleva a cabo en equipos de 4 alumnos. Cada jugador utiliza una PocketPC y debe lograr en una semana el mejor nivel de desarrollo de la población de la clase biológica y las especies asignadas. En las semanas siguientes de juego los alumnos intercambian las clases biológicas, jugando en el ambiente tal como lo dejó su compañero de equipo. Además, lo que haga un estudiante con una especie repercute directamente en lo que realice su compañero, ya que todas las especies conviven en el mismo sistema ecológico. Estas situaciones obligan a que cada grupo converse, colabore y trabaje en equipo para lograr mantener el equilibrio en el sistema ecológico.

Las acciones que pueden ejecutar los alumnos en el ambiente son: seleccionar, atacar, reproducirse, alimentarse y evolucionar. Además de estas acciones que controla el usuario, hay otras que son controladas por el juego, como lo son la depredación y la mortalidad.

Interacción

El juego ha sido diseñado de modo tal que los alumnos deben atender simultáneamente a varias especies en varios procesos y acciones distintas en diferentes zonas del ambiente. Por ejemplo, una lamprea (especie básica de los peces) puede estar alimentándose en la esquina superior izquierda del ambiente, mientras que un grupo de delfines lucha por la sobrevivencia en la esquina superior derecha. A medida que el número de especies crece en el ambiente, el juego se complejiza, generando una interacción más rica, mayor dinamismo y un reto mayor.

Interfaz Gráfica

El juego presenta una interfaz atractiva, jugable e intuitiva. Esto es esencial para la experiencia de juego y para mantener la atención del aprendiz. Para ello, adaptamos los elementos básicos de los juegos de estrategia de modo tal que la interfaz fuera entendible y reconocible, y que los alumnos puedan centrarse en los conceptos que hay detrás del juego.

La interfaz del juego consiste de un menú principal y el ambiente de juego (Figura 1).



FIGURA 1. INTERFAZ DEL JUEGO EVOLUCIÓN.

AUDIOGENE

Es un juego de rol para aprender ciencias por parte de usuarios videntes y no videntes. El principal propósito del juego es la integración de alumnos legalmente ciegos y videntes.

La metáfora del juego consiste en un mundo virtual en que existen variados conceptos genéticos, como ADN, mutación, genotipo, fenotipo y gen. Los contenidos han sido tomados del currículo de 7mo año de educación primaria hasta 2do de educación secundaria. El juego se desarrolla en equipos de 4 alumnos.

Interacción

El juego se lleva a cabo en un mundo virtual (Figura 2) basado en contenidos de genética y en donde el usuario interactúa por medio de un personaje virtual.

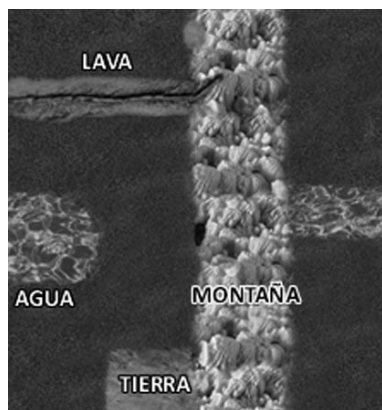


FIGURA 2. MUNDO VIRTUAL DE AUDIOGENE.

La historia del juego se basa en la muerte de un árbol de la vida con ciertas características biológicas, el que debe ser reemplazado por otro árbol con las mismas características usando una combinación de semillas especiales.

Para lograr esto, los personajes con los que juega el usuario deben evolucionar a una entidad superior. Esto les permitirá a los jugadores utilizar nuevas habilidades en la búsqueda de las semillas especiales. Las habilidades que pueden obtener corresponden a volar, nadar, excavar y mirar en la oscuridad. Con el concurso de estas cualidades los personajes pueden cruzar la lava, adentrarse en el agua, buscar objetos en la tierra y atravesar las cuevas en las montañas. Cada uno de los personajes en la historia puede adquirir una habilidad, por lo que para lograr el objetivo, deben trabajar en equipo.

La evolución se produce gracias a la adquisición de conocimientos de genética. Este conocimiento se puede obtener de tres formas:

- El jugador navega en el espacio virtual libremente e interactúa con los diferentes personajes con que se vaya encontrando. Estos personajes le entregan información necesaria sobre los conceptos de genética.
- El jugador resuelve misiones específicas del juego. Una misión corresponde a un tour guiado a través de diferentes zonas del entorno virtual donde se desarrollan diferentes tareas. Por cada tarea resuelta, el juego le entrega una recompensa que lo ayuda en su evolución.
- El jugador, en conjunto con los miembros de su equipo, resuelven conjuntamente una misión. Como no todos tienen las mismas habilidades, para poder cumplir estas misiones, deben trabajar conjuntamente, y para ello se deben plantear estrategias de trabajo en equipo.

Al cumplir todas las misiones que se plantean en el juego, los jugadores reúnen todas las semillas y por lo tanto logran el objetivo principal que es tener nuevamente un árbol de la vida.

Interfaz Gráfica

Dado que el juego AudioGene está orientado a dos tipos de usuarios, en el desarrollo se consideró una interfaz gráfica para los usuarios videntes y una interfaz basada en audio para los usuarios legalmente ciegos.

En virtud del tamaño de la pantalla que proporciona una PocketPC, el detalle de los diferentes elementos del software que se pueden presentar es reducido y éstos deben ser seleccionados para evitar una sobrecarga de información.

El desarrollo del motor gráfico se realizó de tal forma que permitiera el manejo de layers. La idea es lograr un feedback visual realista de la interacción con el ambiente virtual, ya que proporciona una sensación de profundidad (Figura 3).

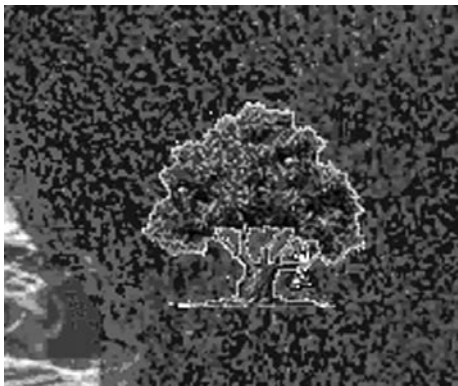


FIGURA 3. FEEDBACK REALISTA EN LA INTERFAZ DEBIDO AL USO DE LAYERS.

Interfaz de Audio

La interfaz de audio está compuesta por dos tipos de sonido: de ubicación y de información.

Los sonidos de ubicación proporcionan orientación espacial. Estos sonidos corresponden a zonas del ambiente donde se encuentra el usuario. Por ejemplo, cuando el usuario está cerca de un lago, se escucha su sonido.

La PocketPC que se utilizó para desarrollar AudioGene es sólo capaz de ejecutar sonidos estéreos. Por este motivo se generó una forma eficiente de entregar a los usuarios una sensación de espacialidad del ambiente. La solución consistió en agregar un sonido constante para identificar la ubicación de objetos situados atrás del usuario y con ello ayudarlo a determinar su ubicación. De esta manera, ocupando las dos fuentes de sonido estéreo disponibles, más esta tercera constante, se representó el espacio completo (Figura 4).



FIGURA 4. SISTEMA DE AUDIO PROPUESTO.

Los sonidos de información son frases pregrabadas con textos de conceptos relacionados con el contenido estudiado. Estos textos son comunicados al usuario por medio de personajes que son manejados por el juego.

Una de las ventajas que tiene la utilización de sonidos pregrabados es la mayor aceptación del usuario, ya que son muy distintos a las voces robotizadas de un Text-To-Speech, razón por lo cual el usuario siente mayor cercanía.

METODOLOGÍA

La metodología de evaluación de los juegos consistió en dos etapas. En la primera se evaluó la usabilidad de los juegos con los usuarios finales, y en la segunda, se analiza la dinámica de trabajo en la sala de clases, en aspectos tales como la motivación y el compromiso de los alumnos por esta nueva forma de aprender, los cambios en las condiciones de aprendizaje (interacción en la sala de clases), los resultados obtenidos en el desarrollo cognitivo y aprendizajes específicos. En el caso particular de AudioGene se midió su impacto en la integración de los alumnos videntes y legalmente ciegos.

EVALUACIÓN DEL JUEGO EVOLUCIÓN

La evaluación de usabilidad del juego se realizó con una muestra de 76 jóvenes de 8vo año de educación primaria, de tres escuelas ubicadas en Santiago de Chile. La selección de la muestra fue intencional y respondió a criterios de diversidad según nivel socio-económico y resultados académicos en una prueba nacional de logro académico en ciencia (SIMCE). Así, se buscaba probar el juego con alumnos de estrato socioeconómico alto, medio y bajo, y con resultados en la prueba SIMCE por sobre y bajo el promedio nacional en ciencias.

Para recoger los datos, se utilizó una pauta de usabilidad para software en PocketPC. Esta pauta consta de 21 afirmaciones, donde el usuario final evalúa según una escala Likert de 5 parámetros, desde “muy de acuerdo” a “muy en desacuerdo”. Cada una de estas respuestas se asocia a un puntaje en una escala de 5 a 1 respectivamente.

Los resultados obtenidos se pueden agrupar en 5 categorías, (1) Satisfacción del Juego, (2) Control del Juego, (3) Uso del Juego, (4) Calidad de los Sonidos del Juego y (5) Calidad de Imágenes y Color del Juego.

La evaluación de usuario final se realizó siguiendo las siguientes etapas: introducción al software, interacción con el software, aplicación de la pauta de usuario final de usabilidad para pocketPC y evaluación. A los alumnos se les entregó instrucciones sobre lo que deben realizar como equipo en el juego. En una sesión de 30 minutos cada grupo de usuarios jugó con Evolución. Una vez que concluyó la sesión, se les solicitó responder la encuesta de usuario final.

Para analizar la dinámica de trabajo en la sala de clases de ciencias con el juego

Evolución se trabajó con una muestra distinta, compuesta por 323 alumnos de 8vo año de educación primaria de 8 cursos de 5 escuelas subvencionadas y municipales de la ciudad de Santiago. Estas escuelas fueron escogidas intencionalmente, de modo de resguardar diversidad en cuanto a grupo socioeconómico y resultados en la prueba SIMCE de ciencias. Para fines de comparación se seleccionó usando la técnica de pareo, un grupo de 3 cursos de 3 establecimientos con las mismas características de grupo socioeconómico y resultado SIMCE que aquellos participantes en el estudio.

Para recoger los datos se utilizaron distintas técnicas. Durante las sesiones de juego los investigadores realizaron observación no participante, registrando la interacción de los alumnos y el profesor, y la relación que establecían con la interfaz y los contenidos del juego. Al finalizar el estudio se aplicó una encuesta de opinión a los alumnos participantes en la experiencia que contenía además una escala de percepción de competencias de resolución de problemas. Este instrumento fue aplicado también al grupo control, que no participó en ninguna de las actividades del estudio.

EVALUACIÓN DEL JUEGO AUDIOGENE

La evaluación final de usabilidad se realizó con tres grupos, conformados por 1 niño legalmente ciego y 3 niños videntes del mismo curso. La muestra total fue de 9 usuarios videntes y 3 usuarios con discapacidad visual. De estos últimos, 2 eran ciegos totales y uno tenía visión residual. Los niños videntes tenían edades entre los 8 y 14 años y los no videntes tenían edades entre los 8 y 12 años. Dos grupos estuvieron conformados sólo por hombres del Liceo Lastarria y el tercer grupo era de mujeres del colegio La Maisonette, ambos situados en Santiago de Chile y con planes de integración de niños con discapacidad. Todos los niños y niñas vivían en Santiago de Chile. Junto con los niños, participaron dos facilitadores quienes, además de orientar y ayudar en las tareas que realizaron los niños, observaron su comportamiento mientras jugaban con AudioGene.

Se utilizó una pauta de evaluación de usuario final de software [13], la que se aplicó al final del proceso de evaluación. Esta pauta consiste básicamente en evaluar la aceptación del juego y consiste de 18 afirmaciones, en que el usuario responde de acuerdo a una escala de 10 puntos (1 mínimo y 10 máximo). Los resultados obtenidos fueron agrupados en 4 categorías: (1) Satisfacción del juego, (2) Control y uso del juego, (3) Calidad de los sonidos del juego y (4) Calidad de las imágenes y color de las interfaces del juego. Además la pauta poseía 5 preguntas abiertas que ayudan a identificar detalles específicos de la usabilidad del juego.

Para evaluar la usabilidad se formaron tres grupos de 4 alumnos (Figura 5). Cada grupo estaba conformado por un usuario con discapacidad visual y 3 usuarios

videntes. Una vez que a los alumnos se les hizo entrega de los dispositivos PocketPC, los facilitadores dieron las instrucciones acerca de lo que debían realizar como equipo de trabajo para lograr la meta del juego. En una sesión de 30 minutos cada grupo de usuarios jugó y resolvió una tarea en equipo. Una vez finalizada la experiencia, se les solicitó responder la encuesta de usuario final.

La sesión de evaluación de usabilidad consistió en las siguientes etapas: introducción al software, interacción con el software, recopilación de registros anecdóticos, aplicación de la evaluación de usabilidad, registro fotográfico y video, reportes de la sesión y rediseño de la aplicación.



FIGURA 5. NIÑOS JUGANDO CON AUDIOGENE.

Para analizar la dinámica en la sala de clases durante el juego se incluyeron preguntas abiertas y cerradas en el cuestionario de usabilidad y se hizo un registro de observaciones de los facilitadores que acompañaron a los grupos.

RESULTADOS DEL JUEGO EVOLUCIÓN USABILIDAD

La satisfacción general del juego medida por el cuestionario de usabilidad es alta, con un promedio de 4.2, sobre un total de 5, entre las distintas dimensiones evaluadas (Figura 6). El área con mayor aceptación es la relacionada con las imágenes y el

color del juego, lo que revela una interfaz atractiva y entretenida para los usuarios. Los sonidos del juego fueron también evaluados con alto puntaje, ya que para los participantes eran agradables e identificables. No se observaron diferencias importantes entre hombres y mujeres.

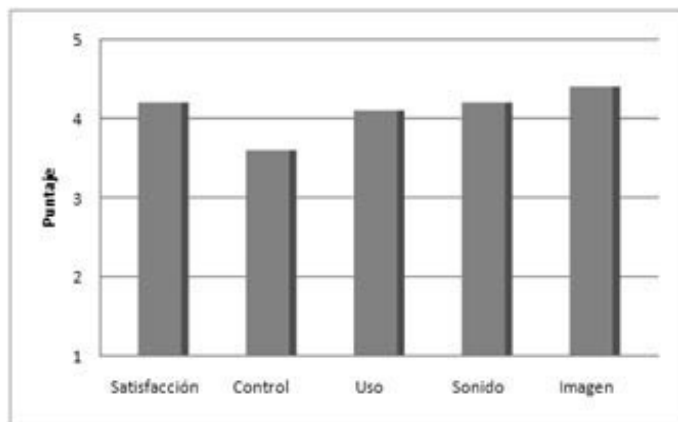


FIGURA 6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL JUEGO EVOLUCIÓN.

En la figura 6 se aprecia también que el uso del juego es ampliamente aceptado, obteniendo 4.0 puntos de un total de 5. Los usuarios apreciaron que el juego es interactivo, fácil de interactuar y usar, motivador y con una interfaz que le permite realizar diversas acciones de manera sencilla y rápida. Esto significa que las interfaces y la forma de interacción del juego representan adecuadamente las necesidades de este tipo de usuario.

Los sonidos e imágenes utilizados en el juego fueron bien recibidos por los alumnos, obteniéndose una alta aceptación (Figura 6).

Las diferencias en la evaluación de usabilidad entre hombres y mujeres fueron mínimas. Las mayores diferencias fueron en las áreas de satisfacción, uso y de control del juego, donde para cada una de ellas los hombres asignaron un puntaje de 4.4 mientras que las mujeres asignaron 4.0.

En el cuestionario de usabilidad además se consultó a los usuarios sobre si volverían a jugar el juego y si lo recomendarían a otros jóvenes. La aceptación de estos aspectos es alta, obteniéndose 4 puntos sobre un total de 5. Esta aceptación se presentó tanto en hombres como en mujeres.

DINÁMICA DE TRABAJO EN LA SALA DE CLASES

Durante la aplicación del juego Evolución los alumnos debían interactuar durante una sesión de 90 minutos semanales con la PocketPC. Luego de cada sesión de juego tenían una sesión de trabajo con el profesor. En esta sesión los alumnos desarrollaban actividades complementarias que apuntaban a sistematizar, profundizar y discutir los conceptos y procesos que ellos experimentaban en el juego.

En la primera sesión del juego, y luego de recibir instrucciones básicas sobre su funcionamiento, los alumnos debían discutir una estrategia para resolver el problema propuesto. Al inicio de cada sesión, los alumnos revisaban la estrategia y la modificaban si era necesario. Durante este tiempo los alumnos compartían además estrategias individuales e información que permitiera mejorar el desempeño grupal.

En la observación de las actividades de aprendizaje se apreció que los alumnos con frecuencia interactuaban con sus compañeros de grupo, al tiempo que mantenían el juego activo. Durante el juego era frecuente ver a los alumnos trabajar simultáneamente con varios grupos de individuos de cada especie biológica, haciendo que unos se alimentaran mientras otros se desplazaban y algunos se reproducían. A pesar que en el juego la opción de pausa estaba disponible en cualquier momento, los alumnos la usaron escasamente.

La metodología utilizada implicó dedicar unos minutos de trabajo grupal al inicio y al final de la sesión. Estos momentos eran dedicados a la planificación y evaluación de las estrategias grupales e individuales. Sin embargo, la interacción entre los alumnos desbordó estos momentos y se prolongó durante mucho más tiempo: los alumnos compararon el trabajo de cada uno, se solicitaron ayuda y apoyaron dando indicaciones para resolver problemas durante el juego, todo esto mientras jugaban con Evolución.

El juego promovió entre los alumnos la necesidad de atender simultáneamente distintos procesos biológicos, les entregó una interfaz atractiva, altamente visual, basada en un dispositivo móvil que les permitía desplazarse e interactuar sin cables o pantallas que interfirieran.

En la encuesta consultamos a los alumnos por el compromiso y la motivación que la experiencia en su conjunto despertó en ellos. Más del 75% de los alumnos indicaron que estaban de acuerdo o muy de acuerdo con que el juego los había incentivado a investigar por su propia cuenta sobre la evolución de las especies y que habían conversado mucho con sus compañeros para resolver los problemas planteados (Figura 7).

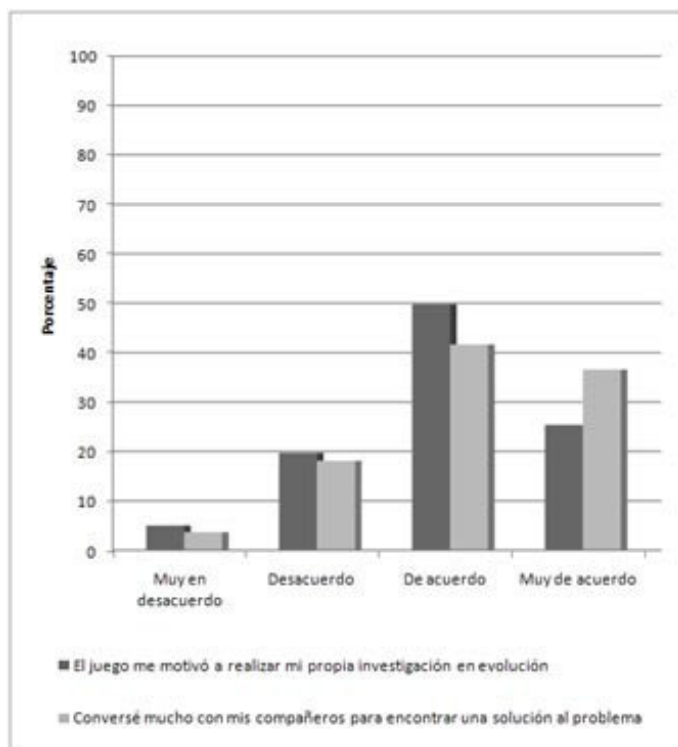


FIGURA 7. MOTIVACIÓN GENERADA POR EL JUEGO EVOLUCIÓN

RESULTADOS EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Como se presenta en la figura 8, el promedio de puntaje obtenido en cada sub-escala varió entre 3.6 y 4.2 puntos. En cada sub-escala, el grupo experimental obtuvo una ganancia en comparación con el grupo control. La dimensión de resolución de problemas que obtuvo mejores resultados fue “estrategia”. Sin embargo, la dimensión que obtuvo mayores ganancias entre los grupos fue “planificación”. Esta dimensión fue precisamente la que presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Esto significa que, al controlar otras variables, las actividades realizadas en el estudio podrían mejorar estrategias de planeamiento en resolución de problemas. En el índice de evaluación de la estrategia para la vida diaria, las diferencias no fueron significativas por un estrecho margen.

Hemos realizado un análisis de varianza entre grupos y calculado su significación estadística. Para el “Índice de planificación en la vida cotidiana” encontramos un ANOVA significativo estadísticamente ($p < 0.001$).

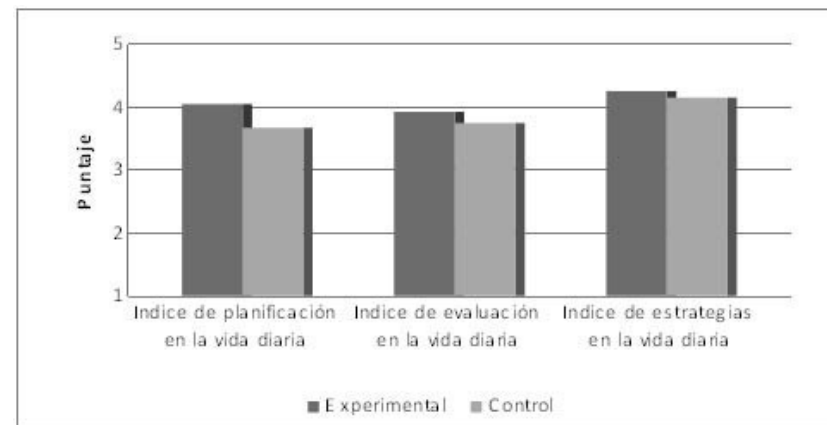


FIGURA 8. RESULTADOS OBTENIDOS EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA VIDA DIARIA

Las diferencias en la planificación para la resolución de problemas, significan que los alumnos participantes en el estudio perciben tener mayores capacidades para organizar, anticiparse y definir previamente pasos para completar el ciclo de resolución de problemas.

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 TICs. Para ninguna de estas variables se encontraron relaciones estadísticamente significativas que permitieran pensar que estas variables podrían explicar las diferencias en resolución de problemas.

Para profundizar sobre cómo la participación en el estudio incide en el puntaje en resolución de problemas, se analizaron variables relacionadas con el proceso y el tipo de participación de los alumnos en el proyecto. Se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el puntaje en la escala de resolución de problemas, el interés de los alumnos sobre el estudio y el compromiso de los alumnos con la tarea encomendada.

Un análisis de la diferencia de las medias revela que mientras mejor opinión tuvieron los alumnos al finalizar el estudio, mejor puntaje se obtuvo en la escala de resolución de problemas (Figura 9). El análisis de varianza (ANOVA entre grupos) para la relación entre estas dos variables fue significativo ($p = 0.023$).

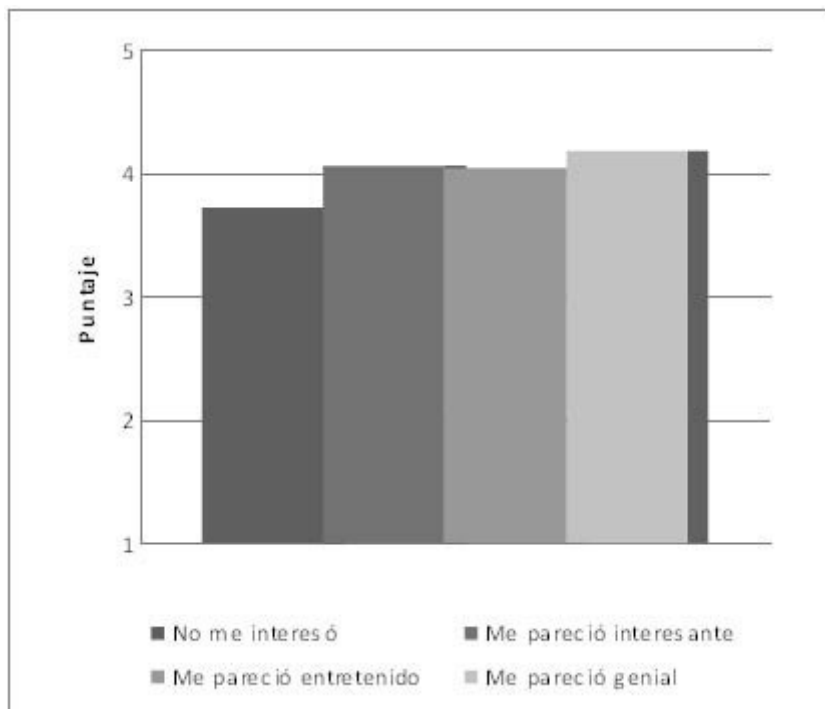


FIGURA 9. RESULTADO (MEDIAS) EN LA ESCALA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SEGÚN OPINIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE EL ESTUDIO

Al mismo tiempo, 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 afirmaciones: “el juego me incentivó a investigar por mi propia cuenta sobre evolución” y “conversé mucho con mis compañeros para resolver los problemas que nos planteaba el juego”. El análisis de diferencia de medias reveló que, mientras más incentivo sintieron los alumnos para investigar por su propia cuenta, mejor puntaje lograron en la escala de resolución de problemas (Figura 9). El análisis de varianza (ANOVA entre grupos) entre estas variables mostró ser significativo estadísticamente ($p < 0.000$) y la correlación (R de Pearson) fue de 0.14. La relación fue 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 (Figura 10). El análisis de varianza fue estadísticamente significativo ($p < 0.000$) y la correlación (R de Pearson) fue de 0.34.

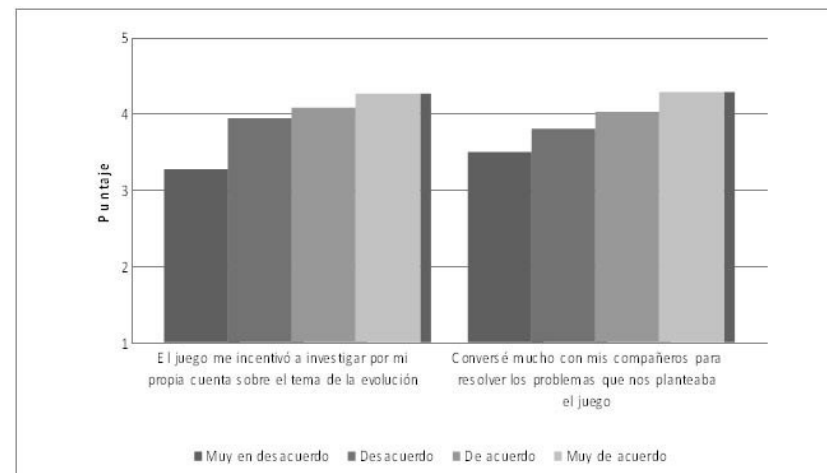


FIGURA 10. RESULTADOS (MEDIAS) EN LA ESCALA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SEGÚN COMPROMISO DE LOS ALUMNOS CON EL JUEGO

Sintetizando, la participación en el estudio incrementó el puntaje de los alumnos en la escala de resolución de problemas, lo que es significativo estadísticamente para la dimensión planificación. Encontramos además que, mientras más compromiso tuvieron los alumnos con el trabajo encomendado y mientras mejor opinión tuvieron del estudio, mejor puntaje obtuvieron en la escala.

RESULTADOS DEL JUEGO AUDIOGENE

USABILIDAD

El juego en general tuvo una alta aceptación en las cuatro categorías tanto para usuarios ciegos (Satisfacción; 8.4; Control y Uso: 9.2; Sonido: 8.9) como videntes (Satisfacción; 8.3; Control y Uso: 8.8; Sonido: 8.6; Imagen: 9.3). Además, ambos grupos tienden a puntuar de manera parecida los distintos aspectos del juego (Figura 11).

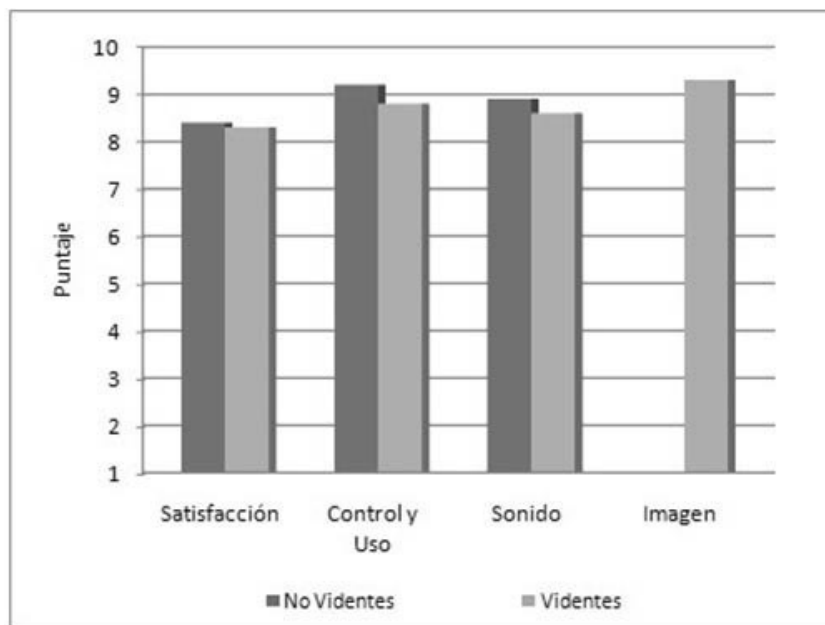


FIGURA 11. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL JUEGO AUDIOGENE

En un análisis detallado de las preguntas que conforman la categoría “Satisfacción con el juego”, se aprecia que las afirmaciones que obtuvieron mayor puntaje, tanto en usuarios no videntes como videntes, corresponden a “Volvería a jugar con el software” (9.3 y 9.7, respectivamente) y “El software es entretenido” (10 y 9.8, respectivamente). La afirmación, “El software tiene distintos niveles de dificultad” obtuvo un muy bajo puntaje, 5.7 para ciegos y 6.3 para videntes, lo que revela que los alumnos esperan más niveles de dificultad, por lo que se recomienda hacer tareas con complejidad creciente a medida que los usuarios van resolviendo problemas. En la categoría “Control y uso del juego” la afirmación que obtuvo mayor puntaje, indistintamente del tipo de usuario, fue “El software es fácil de utilizar” (10 para usuarios no videntes y 9.4 para usuarios videntes). Este resultado en particular denota la facilidad de uso que se logró con la interfaz propuesta. Las imágenes y el audio que se proponen en el juego no son un impedimento para que los niños realicen las actividades propuestas.

La afirmación “Los sonidos del software me transmiten información”, fue la que obtuvo mayor puntaje de parte de los usuarios ciegos, 9.7 para ciegos y 7.3 para videntes. Esto revela una buena elección de los sonidos que se utilizan en el juego,

ya que son útiles para que los usuarios ciegos resuelvan sus tareas.

En general, las respuestas obtenidas en las preguntas abiertas del cuestionario se centran en que los sonidos son adecuados, identificables y claros. Los usuarios destacan que la aplicación les permite trabajar a todos juntos y que pueden interactuar videntes y no videntes. Un alumno vidente valora el juego “para hacer trabajos en conjunto con mis compañeros no videntes”.

Las respuestas tienden a apoyar la orientación del juego al aprendizaje (el software sirve “para interactuar con mis compañeros y aprender”), y en algunos casos específicos para ciencias (el software sirve “para aprender cosas sobre ciencia”).

Los usuarios muestran gran interés en el hecho que en el juego los personajes pueden ganar habilidades, y por medio de esto resolver tareas en conjunto. Frente a la pregunta ¿qué te gustó del software?, una niña vidente señaló: “que es entretenido, interactivo y uno puede aprender más y me divertí mucho, ya que tenía una misión con mis compañeros”. Otra niña señaló: “Me gustó que pudieramos obtener poderes, porque las preguntas eran difíciles y era como un reto”.

Otro aspecto destacable es lo motivador que resultó jugar con dispositivos como la PocketPC, que los niños asociaban a agendas electrónicas y otros fines.

DINÁMICA DE TRABAJO EN LA SALA DE CLASES

Para conocer la opinión de los niños respecto del uso de una herramienta como AudioGene para el aprendizaje y la integración, se utilizó un cuestionario con preguntas abiertas, tales como: ¿Cómo juegan entre ustedes?, ¿Qué les pareció AudioGene?, ¿Qué les pareció esta nueva forma de aprender?, ¿Te gustaría más juegos de este tipo?

En respuesta a estas preguntas abiertas los niños describieron algunas características de los juegos realizados en entre videntes y no videntes. Para lograr jugar fútbol, por ejemplo, envuelven la pelota en bolsas plásticas con el objetivo de emitir sonidos mientras está en movimiento. Gracias a este sonido, los niños con discapacidad visual son capaces de seguir la trayectoria de la pelota y jugar sin problemas. La mayoría de los niños dicen no tener juegos en común, videntes y no videntes.

Todos los niños encontraron el juego AudioGene divertido y motivador. En general los niños se centraron en el hecho de que AudioGene les permitió realizar tareas de forma conjunta con sus compañeros. A las niñas videntes les pareció tremendamente valioso poder jugar con su compañera ciega. Opinión parecida tuvieron los niños no videntes. A ellos les pareció interesante trabajar conjuntamente con niños videntes con el apoyo de la tecnología, y que puedan ser un integrante más de un grupo de trabajo.

Ante la pregunta, ¿Te gustó jugar con tu amiga? Todo el equipo estuvo de acuerdo

que fue una muy buena experiencia jugar en conjunto, donde todos pudieron participar y lograr el objetivo planteado como equipo, teniendo además que realizar tareas por separado.

Los niños encontraron que esta forma de aprender usando juegos es mucho más entretenida que andar con libros, y mucho más motivadora. Una niña ciega agregó, “Se lo voy a proponer a la madame (profesora)...”.

Los niños plantean que una de las ventajas del juego es que todos pueden estar juntos interactuando, jugando y aprendiendo. Una niña ciega integrada afirmó: “Bueno, porque todas podemos estar, y es muy entretenido jugarlo. En el sentido de que enseña que todos en el mundo somos diferentes, no hay nadie igual a uno. Unos pueden atravesar la lava, otros pueden atravesar el agua, pero los que podemos atravesar la lava no podemos atravesar el agua...”. La idea que señala la alumna es que la metáfora del juego enseña que todas las personas son diferentes, con distintas cualidades y virtudes. Uno de los niños apoyó la idea de generar y tener más juegos integradores, y concluyó tajantemente “...no podemos vivir en un mundo donde todos sean videntes, o en un mundo donde todos sean racistas, y digan no, los videntes para acá y los ciegos que se pongan a pedir plata”.

Ante la pregunta, ¿Jugarían de nuevo con AudioGene? Todos los niños respondieron afirmativamente a esta pregunta, lo que nos motiva e impulsa a seguir trabajando con esta herramienta y determinar más clara y profundamente su impacto en el aprendizaje de la ciencia de niños ciegos.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron y analizaron dos experiencias de juegos para el aprendizaje de ciencia: Evolución y AudioGene. Ambos juegos están orientados a generar espacios motivadores de aprendizaje para compartir conocimiento, elaborar tareas y motivar a los alumnos a construir nuevos conocimientos. En este trabajo se presentan las evaluaciones de usabilidad de ambos entornos interactivos y su uso para fines de aprendizaje. El análisis de los juegos se realizó desde el punto de vista de su usabilidad, dinámicas de trabajo que facilitan la clase, y en el caso de Evolución, su impacto en resolución de problemas.

Creemos que es importante generar más espacios interactivos donde los niños ciegos se sientan motivados para aprender y desarrollar el conocimiento. Para ello, las nuevas tecnologías pueden ser un gran aporte, sobre todo desde la perspectiva de la interacción, acceso, comunicación y formas de trabajo colaborativo.

Estas nuevas formas de aprender deben ser asequibles a todos los usuarios, sin exclusión alguna. Los juegos interactivos presentados en este reporte proveen la posibilidad de generar estos espacios, en que niños con diferentes cualidades y

aptitudes trabajan conjuntamente y motivados por lograr una meta de aprendizaje. Incluso con AudioGene se abre las puertas para integrar a usuarios con discapacidad visual y usuarios videntes. Esto implica atender una necesidad educacional y social creciente de integración de alumnos no videntes con alumnos videntes.

El éxito de los juegos reside en que fueron inspirados en características que le son propias a este tipo de software: imagen y sonidos atractivos, interactividad, y tareas simultáneas. Además, los sonidos y las imágenes utilizadas no son un mero adorno en el juego, sino que transmiten información relevante del juego.

En los datos obtenidos durante la observación de los niños jugando se pudo apreciar su comodidad y familiaridad con actividades multitareas, dispositivos multimediales y procesos interactivos y rápidos.

De los comentarios realizados por los niños, rescatamos el hecho de que el juego permite que alumnos con discapacidad visual trabajen integrados a sus pares videntes y se sientan parte de su comunidad y sociedad. Esto es importante para lograr aprendizaje más significativo, no sólo de contenidos sino de habilidades de trabajo en equipo.

AudioGene ayudó a generar un ambiente de trabajo escolar donde se olvidan las diferencias y los niños interactúan libremente entre ellos, aportando con ideas para resolver el problema y se construye conocimiento entre los participantes del equipo.

Los juegos fueron muy motivadores para los usuarios, produciendo satisfacción y deseos de comentarlos e incluso recomendarlos a otros compañeros.

La literatura acerca del uso de juegos en educación pone hincapié en el compromiso que presentan los alumnos por realizar las tareas asignadas. Los profesores y alumnos que participaron de las experiencias están de acuerdo en que el juego genera un compromiso de parte de los alumnos, incluso cuando la tarea que deben resolver es compleja. Esto no es menor si consideramos que los alumnos en general son poco tolerantes a la frustración y la realización de tareas complejas. Con los juegos se logra que los niños asuman un rol activo y constructivo, aprendiendo interactiva y motivadamente.

En Evolución se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el compromiso de los alumnos con la tarea encomendada y el interés mostrado por el proyecto al finalizar las actividades, con el puntaje obtenido en la escala de resolución de problemas. No encontramos otras variables asociadas que pudieran explicar las variaciones de puntaje, de modo tal que hay evidencia razonable para señalar que la participación en el estudio y el compromiso de los alumnos con las tareas incidieron efectivamente en su capacidad para resolver problemas.

La metodología utilizada ha tenido impacto en los alumnos en el desarrollo de

habilidades de resolución de problemas, pero los resultados indican que el impacto mayor se produjo sólo en la planificación, una de las dimensiones de las tres analizadas.

Creemos que es valorable e importante seguir trabajando en la línea de conocer el impacto de los juegos en el aprendizaje de los jóvenes, abocándonos no sólo a contenidos sino a habilidades que permiten aprender de mejor manera los contenidos, como lo son la capacidad de resolver problemas y de colaborar en equipo. Finalmente, el hecho que los juegos estén empotrados en tecnología móvil agrega la opción de salir de la sala de clases, aprovechando otros espacios como museos, zoológicos y plazas, para realizar actividades de aprendizaje aún más innovadoras y estimulantes para los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, FONDECYT, proyecto 1060797 y por el Programa Alianza para la Educación, Microsoft Corporation, Aprendizaje de la Biología con Tecnología Móvil “ABTm - Microsoft 2006”.

REFERENCIAS

- [1] Adimark, VTR, & EducarChile. (2006). *Índice de generación digital 2006*. Accesado 27 de julio de 2007, <http://www.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/IGD%202006%20seminario.ppt>
- [2] Cortez, C., Nussbaum, M., López, X., Rodríguez, P., Santelices, R., Rosasw, R., Marianovz, V.: *Teachers' support with ad-hoc collaborative Networks*. *Journal of Computer Assisted Learning* 21, 171–180 (2005)
- [3] Csete, J., Wong, Y., Vogel, D.: *Mobile devices in and out the classroom*. In: Cantoni, L., McLoughlin (eds.) *Proceedings of ED-MEDIA 2004*, pp. 4729–4736 (2004)
- [4] Curtis, M., Luchini, K., Bobrowsky, W., Quintana, C., Soloway, E.: *Handheld use in K-12. A descriptive account*. In: *Proceedings of the WMTE'02*, pp. 22–30 (2002)
- [5] 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 (2003)
- [6] McDonald, K. K., & Hannafin, R.D. (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*, 55(4), 459-472
- [7] Pedró, F. (2006). *The new millennium learners: Challenging our views on ict and learning: OECD-CERI*.
- [8] 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

- [9] Polya, G.: *How to Solve It*, 2nd edn. Princeton University Press, Princeton, NJ (1957)
- [10] Prensky, M. (2001). *Digital natives, digital immigrants*. *On the Horizon*, 9(5), pp. 1-6.
- [11] Rideout, V., Roberts, D., & Foehr, U. (2005). *Generation m: Media in the lives of 8-18 year-olds*. Menlo Park, CA: Henry Kayser Family Foundation.
- [12] Sánchez, J. (2003). *End-user and facilitator questionnaire for Software Usability. Usability evaluation test*. University of Chile.
- [13] 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
- [14] *Unidad de Curriculum y Evaluación Ministerio de Educación*. (2001). *Bases curriculares de la educación parvularia*. Santiago de Chile: Mineduc.
- [15] Salinas, A., & Sánchez, J. (2006, June 11-13, 2006). *Pdas and ubiquitous computing in the school*. Paper presented at the *Human Centered Technology Workshop 2006*, Pori, Finland.