



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

SHOOTERS IN THE CLASSROOM: AN ANALYSIS OF THE VIDEOGAME GENRE AS AN EDUCATIONAL TOOL

JUAN JOSÉ ANDREU TAMAYO

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
MIGUEL NUSSBAUM

Santiago de Chile, Noviembre, 2014

© 2014, Juan José Andreu Tamayo



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

SHOOTERS IN THE CLASSROOM: AN ANALYSIS OF THE VIDEOGAME GENRE AS AN EDUCATIONAL TOOL

JUAN JOSÉ ANDREU TAMAYO

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

MIGUEL NUSSBAUM

DENIS PARRA

JORGE VILLALÓN

DIEGO CELENTANO

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Noviembre, 2014

A mis padres, familia, amigos y profesores que me apoyaron durante este trabajo y a lo largo de toda mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron durante el desarrollo de este trabajo. En primer lugar agradecer a mi profesor guía Miguel Nussbaum por su paciencia y apoyo en el transcurso de esta investigación. Adicionalmente agradecerle por los 8 años en los que me incentivó e invitó a participar en proyectos de investigación en el campo de la informática educativa y que me permitieron definir el rumbo de mi carrera y desarrollo profesional.

Por otro lado, agradecer a mis compañeros que me apoyaron de diversas formas a completar este trabajo. Por un lado a Vagner Beserra con quien compartí durante mis años en el Magister y con quien desarrollamos esta investigación. Por otro lado agradecer a Luis Hernán Paul, José Francisco Caiceo y a Sebastián Herbach por toda la ayuda prestada en el desarrollo del videojuego. Agradecer también a Ignacio Gajardo por la implementación del sistema *Multi Mouse* utilizado en el instrumento experimental y a Pablo Salinas por el trabajo de observación en clases.

Adicionalmente a Eduinnova por la facilitación de equipos y tecnologías utilizados durante las sesiones de trabajo experimental; y a los Colegios los Alpes de Maipú y Complejo Educacional Maipú por permitirnos trabajar con sus profesores y alumnos.

Finalmente agradecer a mis padres y hermanos por todo el respaldo durante mis años de carrera.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Motivación	1
1.1.1 Videojuegos como apoyo a las actividades pedagógicas.....	1
1.1.2 El género como característica relevante de los videojuegos educativos	3
1.1.3 Shooters como apoyo a las actividades pedagógicas.....	6
1.1.4 Computador Interpersonal de Pantalla Compartida como herramienta para desarrollo de trabajo colaborativo de bajo costo .	9
1.2 Hipótesis.....	10
1.3 Objetivos	10
1.4 Metodología	10
2. SHOOTERS COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA	14
2.1 Introducción	14
2.2 Modelo de un Shooter Colaborativo para la Educación (ECS).....	14
2.2.1 Modelo propuesto	14
2.2.2 Ordenamiento y Clasificación	16
2.2.3 Mecánica, contenido y jugabilidad	17
3. DESARROLLO DE UN ECS PARA EL REFORZAMIENTO DE LA LENGUA CASTELLANA.....	19
3.1 Visión General	19

3.2	Implementación del modelo	20
3.3	Historia y trama	22
3.4	Diseño de las actividades	23
3.4.1	Elementos del Juego	23
3.4.2	Neoaxis 3D Engine	34
3.4.3	Arquitectura del sistema	37
4.	TRABAJO EXPERIMENTAL.....	44
4.1	Muestra.....	44
4.2	Instrumento Cuantitativo.....	45
4.3	Instrumentos Cualitativos.....	45
5.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	48
5.1	Cuantitativos	48
5.2	Cualitativos	52
6.	CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO	59
	BIBLIOGRAFIA	62
	A N E X O S	68
	Anexo A : PAPER.....	69
	Anexo B : CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PAPER.....	82
	Anexo C : CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PAPER COMO CO-AUTOR	83
	Anexo D : ESTRUCTURA DE ARCHIVO DE ACTIVIDADES	84
	Anexo E : ESTRUCTURA DE ARCHIVO DE LOGS	85

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-1: Estudios de videojuegos como herramienta educativa, por categoría	5
Tabla 2-1: Tipos de estrategias de fragmentación según West et al. (1991).....	16
Tabla 2-2: Ejemplos de actividad por tipo de estrategia y asignatura.....	18
Tabla 3-1: Ejemplo de pregunta.....	22
Tabla 3-2: Herramientas utilizadas provistas con el framework.....	35
Tabla 3-3: Descripción de clases implementadas en el videojuego.....	38
Tabla 4-1: Características de los alumnos.....	44
Tabla 4-2: Características evaluadas por los observadores.....	47
Tabla 5-1: Medias y desviación estándar para el pre y post-test.....	48
Tabla 5-2: Resultados del t-test de una cola con $\alpha=0.05$	49
Tabla 5-3: Resultados del análisis ANOVA	49
Tabla 5-4: Selección de preguntas del cuestionario de interés y motivación	57

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1: Personajes diseñados para el videojuego	24
Figura 3-2: Ventana de selección de personajes	24
Figura 3-3: Color asignado a cada jugador	25
Figura 3-4: Asteroides diseñados	26
Figura 3-5: Generador de Rayos de Absorción y ubicación en el personaje	28
Figura 3-6: Nexo jugador-asteroide	29
Figura 3-7: Reservas de Combustible y los cristales que contienen	30
Figura 3-8: Consola y puntero.....	31
Figura 3-9: Elementos bloqueantes: puertas, zonas láser y tuberías de vapor	32
Figura 3-10: Interfaz gráfica	33
Figura 3-11: Estado del personaje.....	33
Figura 3-12: Narrativa desplegada en pantalla.....	34
Figura 3-13: Diagrama de clases del sistema.....	42
Figura 5-1: Respuestas correctas vs Tiempo.....	51
Figura 5-2: Respuestas correctas promedio vs Respuestas totales promedio	52
Figura 5-3: Conductas Disruptivas por intervalo de tiempo	53
Figura 5-4: Conductas Post-Feedback por intervalo de tiempo	53

Figura 5-5: Grado de Interés por intervalo de tiempo.....	54
Figura 5-6: Modo de Interacción por intervalo de tiempo	55
Figura 5-7: Solicitud de Ayuda por intervalo de tiempo.....	56

RESUMEN

En los últimos años el aprendizaje mediante videojuegos se ha convertido en un área de investigación sumamente atractiva dado su amplio campo de aplicación y potencialidades en la sala de clases. Diversos estudios, que han utilizado videojuegos como herramienta educativa, han demostrado los beneficios de la implementación de mecánicas de juego específicas para la educación, pero han sido negligentes con las mecánicas de tipo *shooter* por considerarlas generalmente violentas.

Tomando lo anterior en consideración, este estudio analiza cómo la mecánica *shooter* pudo ser utilizada con fines educativos haciendo uso de trabajo colaborativo en aula, y se propone un modelo para el desarrollo de un *shooter* colaborativo basándose en la idea de que éstos no son intrínsecamente violentos y no necesariamente vuelven a los jugadores agresivos.

Con el objetivo de validar el modelo propuesto, se desarrolló un videojuego educativo para el reforzamiento de la gramática castellana en alumnos de 4º Básico. Los resultados evidencian aprendizaje efectivo de los estudiantes, además de motivarlos y mantenerlos comprometidos con la actividad. El estudio finaliza con la conclusión de que las mecánicas *shooter* pueden ser empleadas como herramienta educativa sin generar resultados adversos.

Este estudio fue parcialmente financiado por CONICYT- FONDECYT 1120177.

Palabras clave: Videojuegos educativos, aprendizaje basado en juegos, diseño de videojuegos, *shooter*, reforzamiento de la gramática.

ABSTRACT

In recent years, learning through videogames has become an extremely attractive research field thanks to its broad scope and potential in the classroom. Several studies, that implemented video games as an educational tool, have shown the benefits of using specific game mechanics in educational scopes, but have neglected shooter mechanics because they are considered violent.

Taking the above into consideration, this study analyzes how shooter mechanics could be used in educational environments using collaborative work in the classroom, and describes a model for the development of collaborative shooters based on the idea that they are not inherently violent and do not necessarily turn players aggressive.

In order to validate the proposed model, an educational game for reinforcing Spanish grammar in 4th grade students was developed. The results show effective learning, motivation and engagement of students with the activity. The study ends with the conclusion that shooter mechanics can be used as an educational tool without generating adverse outcomes.

This study was partially funded by CONICYT-FONDECYT 1120177.

Keywords: Educational videogames, game-based learning, videogame design, shooter, grammar reinforcement.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación

En los últimos años, la implementación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la sala de clases han impactado fuertemente los procesos de aprendizaje y reforzamiento de los alumnos y profesores. Nuevas tecnologías de hardware y software han permitido generar nuevas formas de interactuar con los dispositivos en el aula gracias a sus capacidades de computación, conexión entre dispositivos, movilidad y bajo costo. Según Säljö (1999) estas tecnologías permiten cambiar la forma en que las personas aprenden, potenciando la forma en la que nos comunicamos y utilizamos nuestros recursos intelectuales. En este sentido, una de las tecnologías de la que se tiene grandes expectativas es el desarrollo de videojuegos educativos dado su amplio campo de aplicación y potencialidades en la sala de clases (Johnson et al, 2012).

1.1.1 Videojuegos como apoyo a las actividades pedagógicas

Según Juul (2003) el concepto de juego podría ser definido como un sistema formal basado en reglas con un resultado variable y cuantificable, en donde a los diferentes resultados se le asignan diferentes valores, en el cual el jugador ejerce esfuerzo con el fin de influir en el resultado mediante el cumplimiento de tareas y en el que las consecuencias de la actividad son opcionales y negociables. Los juegos permiten a los niños adquirir habilidades sociales y constituyen una parte importante del su desarrollo cognitivo (Huizinga, 1950; Provost, 1990). Según Vigotsky (1979), los

niños aprenden jugando, desarrollando y expandiendo su zona de desarrollo próximo. Piaget (1952) señala en su teoría de las etapas desarrollo cognitivo que los niños comienzan a aprender mediante el juego a la edad de 2 años durante una etapa llamada Pre-operatoria. Durante esta etapa los niños son egocéntricos y tienen dificultades con problemas lógicos y para tomar el punto de vista de otras personas. No es hasta que cumplen 7 años, durante la etapa de Operaciones Concretas, que los niños se vuelven Sociocéntricos, y donde el juego se vuelve una herramienta importante para desarrollar habilidades blandas como las relaciones interpersonales y comunicacionales; así como la colaboración como mecánica de juego.

El concepto de videojuego podría ser definido como un artefacto en un medio visual y digital, destinado como un objeto de entretenimiento, que implementa un sistema de reglas definidas y/o ficción interactiva (Tavinor, 2008; Tavinor, 2009). Así, un videojuego educativo se definiría como un sistema formal en un medio visual y digital, basado en reglas con resultado variable y cuantificable, y definidas por un contenido curricular y mecánicas pedagógicas subyacentes; donde el jugador debe solucionar problemas con el objetivo de cumplir tareas y donde el fin último esperado es el aprendizaje o reforzamiento de contenidos.

Si bien en los últimos años, gracias al crecimiento exponencial de la industria de los videojuegos, la implementación de videojuegos educativos se ha vuelto una importante área de investigación, en la práctica los estudios han captado poca evidencia de que este tipo de actividades genere una diferencia significativa en el

proceso de aprendizaje (Tüzün et al, 2009; Randel et al, 1992; Kebritchi et al, 2010; Connolly, 2012). Según Malone (1981), Malone y Lepper (1987), Lepper y Malone (1987), Rieber (1996), Garris et al (2002) y Dickey (2005) los videojuegos permiten motivar a los alumnos y mantener su atención. Kaptelinin y Cole (1997), y Nussbaum et al (2009) señalan como característica positiva el fomento de la colaboración entre los alumnos. Adicionalmente, Garris et al (2002) destaca la potenciación del aprendizaje activo como beneficio resultante de jugar un videojuego educativo.

1.1.2 El género como característica relevante de los videojuegos educativos

Con el objetivo de definir los juegos en función de un estilo común o un set de características definidas en términos de la perspectiva, *jugabilidad*, interacción y objetivos, entre otros; los videojuegos han sido categorizados en géneros. Griffiths (1999) identificó nueve géneros de videojuegos, cada uno con sus propias cualidades distintivas:

- *Sport Simulations*: Simulan deportes como fútbol, golf, etc.
- *Racers*: Puede considerarse como simuladores de deporte que involucran carreras de vehículos a motor.
- *Adventures*: Utiliza entornos de fantasía en el que el jugador puede escapar a otros mundos y asumir nuevas identidades.
- *Puzzlers*: Emplean acertijos que deben ser resueltos utilizando pensamiento activo.

- *Platformers*: Involucran correr y saltar entre plataformas.
- *Platform Blasters*: *Platformers* que involucran disparar a blancos específicos.
- *Beat 'em Up*: Peleas. Involucran violencia física mediante el uso de golpes (puñetazos y patadas).
- *Shoot 'em up*: *Shooters*. Utilización de armas de largo alcance para disparar a objetivos. Usualmente involucran matar o destruir enemigos.
- *Weird Games*: Misceláneos, no se ajustan a las categorías anteriores.

Según Wiklund (2006) esta categorización es un factor que incide en el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante videojuegos, debido principalmente a gustos personales, mecánicas y métodos pedagógicos. Diversos estudios han demostrado los efectos positivos de la utilización de videojuegos en procesos de aprendizaje que pueden ser categorizados en los tipos anteriormente descritos. Algunos de estos estudios pueden observarse en la Tabla 1-1: la primera columna muestra las categorías de Griffiths, y la segunda los estudios relevantes que estudian videojuegos del tipo correspondiente como herramienta educativa con resultados positivos en el proceso de aprendizaje. Por simplicidad se agrupó la categoría de *Platformers* y *Platform Blasters* debido a su similitud y dificultad para clasificarlos adecuadamente. De la misma manera, se eliminó la categoría de *Weird Games* debido a que no poseen reglas y/o características comunes que permitan evaluarlos correctamente.

Además de la clasificación por género, los videojuegos pueden ser categorizados según la interacción entre los participantes (Volda et al, 2010): individuales y de grupo (competencia, cooperación y colaboración). A nivel educativo, diversos estudios (Zagal et al, 2000; Zagal et al, 2006, Underwood et al, 2010; Villalta et al, 2011) han demostrado los beneficios de la colaboración en actividades educativas por sobre la competencia y la cooperación, ya que permiten potenciar habilidades interpersonales, el intercambio de información, comprobar su aprendizaje y reflexionar en lo aprendido (Susaeta et al, 2010).

Tabla 1-1: Estudios de videojuegos como herramienta educativa, por categoría.

Categoría	Estudios/Videojuegos como herramienta educativa
<i>Sport Simulations</i>	Hayes et al, 2007 (Madden NFL 2005, Mario Series, Flight Simulator);
<i>Racers</i>	Coller, B.D. y Shernoff, D. J., 2009 (NIU-Torcs); Holbert, R. y Wilensky, U., 2010 (FormulaT Racing)
<i>Adventures</i>	Barab et al, 2005 (Quest Atlantis); Torrente et al, 2009 (e-Adventure); Susaeta et al, 2010 (CMPRPG)
<i>Puzzlers</i>	Agarwal, M. y Saha, S., 2011 (A2M); Demers, L. y Christiansen, J., 2012 (Lure of the Labyrinth); Pittman, C. 2013 (Portal 2 Puzzle Maker)
<i>Platformers & Platform Blasters</i>	Lieberman, D., 1998 (Packy & Marlon); DiCerbo, K., 2014
<i>Beat 'em Up</i>	Squire, K. 2005 (Viewful Joe).
<i>Shoot 'em Up</i>	No se encontraron estudios relevantes.

Finalmente, según Eskelinen (2012) los videojuegos también pueden ser categorizados en base a su contenido (i.e. deportes, puzzles), estructura y mecánica de juego (i.e. estrategia, acción) o propósito (i.e. educativo, casual). En base a esto, podríamos categorizar los videojuegos educativos en base a su contenido curricular (i.e. lenguaje, matemáticas), su mecánica de juego y su mecánica pedagógica.

1.1.3 Shooters como apoyo a las actividades pedagógicas

Considerando todas las categorías de juegos estudiadas en la Tabla 1-1, los *Shoot 'em Up* han sido una categoría muy poco estudiada, que no cuenta con estudios relevantes que permitan evaluar sus beneficios en actividades educativas.

En la actualidad, con el auge de la industria de los videojuegos, las categorías de Griffiths han sido refinadas, logrando una categorización más consistente. Los *Shoot 'em Up* han sido redefinidos y separados en nuevos géneros con características comunes, agrupándolos bajo el género de *Shooters* (sub-género de la categoría de Acción). A continuación se detallan brevemente:

- *First-Person Shooter* (FPS): utilización de armas de largo alcance (proyectiles) para el combate y en el que el jugador experimenta la acción desde los ojos del protagonista.
- *Third-Person Shooter* (TPS): utilización de armas de largo alcance (proyectiles) para el combate donde el personaje es visible en pantalla.

- *Light gun shooter*: utilización de un control con forma de pistola para derribar objetos apuntando a la pantalla.
- *Shoot 'em up*: el jugador debe derribar objetivos mientras esquiva sus ataques, usualmente utilizando una nave espacial o aérea. No existe un consenso exacto sobre los elementos de diseño, ya que algunas personas también consideran personajes a pie y bajo distintas perspectivas visuales (considerando la categoría propuesta por Griffiths).
- *Tactical Shooter*: simulan combate real, donde la utilización de tácticas de combate y precaución son más importantes reflejos rápidos, y donde se utilizan tanto perspectivas de primera como de tercera persona.

Los videojuegos *shooter* han sido considerados por años como juegos violentos, aumentando la hostilidad y agresividad de los jugadores (Anderson y Bushman, 2001; Carnagey y Anderson, 2004; Uhlmann y Swanson, 2004; Anderson y Carnagey, 2004; Barlett et al, 2007), por esta razón, no parecieran ser una buena herramienta para incluirla en espacios de aprendizaje. Adachi y Willoughby (2011) concluyen en su estudio que los resultados obtenidos indican que es la competitividad, no el contenido violento, la responsable de aumentar el comportamiento violento de los jugadores en el corto plazo. A su vez, estudios de Lim y Lee (2009) y Schmierbach (2010) señalan que jugar un juego violento de manera cooperativa reduce los niveles de estimulación y violencia. Finalmente, Ferguson et al (2008) señala que la exposición a videojuegos violentos no posee un efecto directo en el comportamiento violento ni generan una personalidad agresiva,

sino que se vuelven sugestivos para personas que ya poseen una personalidad agresiva y que buscan activamente ejemplos de violencia. Adicionalmente, este género puede producir un efecto negativo en niños que ya poseen baja capacidad de atención e impulsividad (Griffiths, 2002). De la falta de consenso entre las investigaciones anteriormente presentadas, donde no es evidente el real impacto del uso de videojuegos tipo *shooter* donde, generalmente, existen elementos violentos o que hacen alusión a conceptos violentos, nace la inquietud de si realmente este tipo de juegos pueden o no ser implementados en entornos educativos con resultados beneficiosos para los alumnos.

Mats Wiklund (2006) señala que existe una preferencia importante por parte de los alumnos en géneros FPS y MMORPG (*Massive Multiplayer Online Role Playing Games*), una sub-categoría de juegos de aventura, por sobre el resto de los géneros. De esta manera, y considerando lo señalado con anterioridad, emplear un *shooter* para la enseñanza de contenidos curriculares no pareciera tener barreras de tipo pedagógicas ni aprensiones de los usuarios, pese a que se señala los alumnos no ven en los FPS/*Shooter* una herramienta que les permita aprender contenidos mediante la resolución de problemas.

1.1.4 Computador Interpersonal de Pantalla Compartida como herramienta para desarrollo de trabajo colaborativo de bajo costo

En los trabajos de Zurita y Nussbaum (2007) se mostró que es posible desarrollar trabajo colaborativo para grupos pequeños utilizando actividades de ordenamiento en el Computador Interpersonal. Kaplan et al (2009), definieron el Computador Interpersonal de Pantalla Compartida (CIPC) como un único computador, con múltiples dispositivos de entrada, y una pantalla común; que permite la interacción simultánea de múltiples usuarios ubicados en el mismo espacio, cada uno de los cuales tiene control sobre su propio dispositivo de entrada, pero comparte el mismo despliegue de información. Es importante señalar que esta colaboración puede no producirse de manera automática y no necesariamente genera aprendizaje (Dillenbourg, 2002; Zurita y Nussbaum, 2007; Nussbaum et al, 2009), y pueden requerirse mecánicas adicionales complementarias para potenciar y facilitar la interacción.

En particular, entre las ventajas de la utilización de un CIPC se encuentran: (1) aumenta la motivación mediante la interacción de los pares (Infante et al, 2009); (2) disminución del aburrimiento y comportamiento disruptivo (Infante et al, 2009); (3) potencia el grado de involucramiento con la actividad (Scott et al, 2002); y (4) se reducen los costos de adquisición y operación (Trucano, 2010).

1.2 Hipótesis

La hipótesis de este trabajo es que es posible utilizar un videojuego de mecánica *Shooter* para la enseñanza de contenidos curriculares, mediado por un proceso de aprendizaje colaborativo, donde se logra aprendizaje efectivo y motivación en la actividad.

1.3 Objetivos

El objetivo general de esta tesis consiste en diseñar y realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de los efectos de la implementación de un videojuego de mecánica *shooter* en ambientes de trabajo colaborativo en las salas de clases. En este sentido, los objetivos específicos corresponden a:

- a) Diseñar un modelo de *shooter* colaborativo sin elementos violentos para el aprendizaje o reforzamiento curricular.
- b) Diseñar e implementar pautas de evaluación del trabajo colaborativo en las salas de clases y utilizarlas para evaluar el aprendizaje; y observar cualitativamente el trabajo y la interacción entre los alumnos.
- c) Analizar las ventajas y desventajas de la implementación de un *shooter* en la sala de clases.

1.4 Metodología

Para cumplir con los objetivos descritos anteriormente se diseñó y evaluó un modelo de *shooter* colaborativo para la educación (ECS). Este modelo tomó en consideración los aspectos no deseables de los *shooters* tradicionales (como la

violencia) y los reemplazó por mecánicas adecuadas para los alumnos. Adicionalmente, implementa mecánicas de ordenamiento colaborativo para fomentar la participación e interacción presencial durante la actividad. Los detalles del modelo desarrollado se encuentran detallados en el subcapítulo 2.2.

La evaluación del modelo requirió del desarrollo de un videojuego que lo implemente, de tal manera de realizar pruebas con alumnos reales en la sala de clases. Esta evaluación fue realizada mediante la utilización de instrumentos cuantitativos (pre-test, post-test y *logs* del sistema) y cualitativos (pauta de observación y cuestionario de interés y motivación), con el objetivo de adquirir datos relevantes para demostrar la hipótesis de este trabajo. El diseño y características de los instrumentos empleados se encuentran en el capítulo 4.

Durante el segundo semestre del año 2012, y con el objetivo de validar el modelo propuesto, se realizaron pruebas con 119 alumnos, separados en 3 cursos de 4° Básico de un colegio subvencionado de Santiago, Chile. Cada curso utilizó una metodología distinta: prototipo del ECS, actividad no lúdica colaborativa mediada por un software educativo, y clases normales. Tanto en el prototipo de ECS como en el software educativo no-lúdico, el curso fue separado en grupos de 3 alumnos para el trabajo colaborativo. Cada curso fue evaluado utilizando los instrumentos mencionados con anterioridad, durante 8 sesiones de 1 hora pedagógica (45 minutos). Los resultados de esta evaluación no fueron concluyentes ya que el prototipo empleado logró una menor eficiencia en el proceso de aprendizaje que en

las otras metodologías, principalmente debido a que el videojuego implementado poseía un exceso de estímulos lúdicos que dificultaban el proceso de aprendizaje. Los estímulos más relevantes detectados fueron la posibilidad de movilidad autónoma por parte de los alumnos y la dificultad en la utilización de los controles del juego, lo que afectó a la cantidad de preguntas respondidas durante la sesión y, por lo tanto, su eficiencia.

Luego del primer trabajo experimental, se decidió modificar el prototipo con el objetivo de remover las características indeseadas detectadas. Esta nueva versión fue evaluada durante 8 sesiones de 45 minutos, con un curso de 4° Básico de un colegio subvencionado de Santiago, Chile, separado en dos grupos de 12 alumnos cada uno, y utilizando los mismos instrumentos de evaluación. El resultado indicó que no existían diferencias entre ambos grupos, y que el exceso de estímulos había sido controlado adecuadamente. De esta manera se validó el videojuego como herramienta adecuada para el desarrollo de este estudio. El diseño y aspectos relevantes de la versión final del videojuego se encuentran detallados en el capítulo 3.

El estudio utilizó la versión final del videojuego en un curso de 4° Básico de un colegio subvencionado de Santiago, Chile; y comparó 22 alumnos durante 8 sesiones de 1 hora pedagógica (45 minutos) el segundo semestre del año 2013. La evaluación empleó los mismos instrumentos utilizados anteriormente y se obtuvieron resultados

concluyentes en los que se evidencia un aprendizaje estadísticamente significativo y motivación en la actividad.

2. SHOOTERS COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA

2.1 Introducción

La mecánica de juego tipo *shooter* tiene como elementos centrales la selección de objetivos mediante el disparo de un proyectil (Griffiths, 1999), la competitividad (Vorderer et al, 2003; Adachi y Willoughby, 2011), y una narrativa violenta (Montag et al, 2012). Es por esto que estos videojuegos han sido considerados durante años como juegos violentos que aumentan la hostilidad y agresividad de los jugadores. No parecieran entonces ser una buena herramienta para el aprendizaje escolar. Sin embargo, considerando su popularidad, en especial entre los jóvenes (Wiklund, 2006; Greenberg, 2010), nace nuestra pregunta de investigación ¿Si se sustituye la competitividad por la colaboración y mantenemos la mecánica dentro de una narrativa no violenta, es posible mantener el atractivo de los *shooter* sin el carácter violento de éstos?

2.2 Modelo de un Shooter Colaborativo para la Educación (ECS)

2.2.1 Modelo propuesto

El modelo propuesto para la implementación de un *shooter* colaborativo posee seis características principales:

- a) Contenido del videojuego sin elementos violentos ni agresivos. Reemplazo de armas de largo alcance por herramientas que no causen daños a entidades que se asemejen a seres vivos ni destruyan elementos sin un motivo específico y justificable definido por la narrativa.

- b) Interacción colaborativa en modalidad “uno para tres” (Nussbaum, 2009), en el que cada grupo de estudiantes está compuesto por tres alumnos, que comparten presencialmente un mismo computador y pantalla.
- c) El progreso del videojuego está marcado por el número de preguntas contestadas correctamente por el grupo. Cada una de estas preguntas posee una respuesta que involucra una estrategia de ordenamiento Lineal/Espacial de fragmentos (ver Tabla 2-1).
- d) A cada jugador se le asignan fragmentos específicos de forma aleatoria y equitativa, los que sólo pueden ser manipulados ellos. La interacción usuario-fragmento se produce mediante la utilización de una herramienta que permita disparar a cada fragmento, seleccionándolo en un instante determinado. Cada selección agrega el fragmento en cuestión al final de la secuencia de respuesta.
- e) Los jugadores deben ir turnándose para ir seleccionando sus fragmentos asignados de tal manera de ordenarlos en el orden correcto, contestando adecuadamente la pregunta planteada.
- f) Una vez ordenados los fragmentos, los jugadores deben confirmar su respuesta, requiriéndose un consenso entre ellos. El sistema entrega un *feedback* a la respuesta, indicando con claridad si ésta es correcta o incorrecta.

2.2.2 Ordenamiento y Clasificación

Al considerar un videojuego educativo utilizando la mecánica *shooter* (selección), mediante un nivel de interacción colaborativo, presencial y por turnos; se obtiene naturalmente una mecánica de ordenamiento.

Según West et al (1991), las estrategias de ordenamiento son utilizadas en la fragmentación de conceptos complejos en argumentos pequeños y más fáciles de manejar. Se describen siete tipos de estrategias básicas de fragmentación:

Tabla 2-1: Tipos de estrategias de fragmentación según West et al. (1991).

Categoría	Estrategia	Descripción
Lineales y Espaciales	Espacial	Fragmentos ordenados de tal manera de describir una escena, partes o mapas.
	Narrativa	Fragmentos ordenados temporalmente como formato para contar una historia.
	Procedural	Fragmentos como etapas/pasos ordenados secuencialmente.
	Exposición	Fragmentos ordenados en base a inducción y deducción (reglas de lógica formal).
Clasificación	Taxonómica	Clasifica los fragmentos de conocimiento inter-relacionado que poseen un principio o ley (ej: Taxonomía de Bloom).
	Tipológico	Fragmentos clasificados en función de sus características observables, como tamaño o forma.
	Ordenamiento Multipropósito	Utilizado en materiales abstractos: causa y efecto; similitudes y diferencias; formas y funciones; ventajas y desventajas.

2.2.3 Mecánica, contenido y jugabilidad

Según Chorney (2012) los videojuegos están compuestos por dos elementos principales: mecánica (cómo el juego debe ser jugado) y contenido (historia, información y experiencia de juego). A partir de esto, la *jugabilidad*, entendida como la forma en que los jugadores interactúan con el juego, puede definirse en base a tres componentes:

- a) Mecánica de Juego: utilización de una herramienta de largo alcance para disparar a blancos en un orden establecido.
- b) Mecánica de Interacción: el orden de los blancos debe ser decidido unánimemente mediante un consenso entre los jugadores. Cada jugador posee sus propios blancos y debe utilizarlos para colaborar en el ordenamiento de los fragmentos de la respuesta.
- c) Mecánica pedagógica: las preguntas están relacionadas con un contenido curricular específico. Los alumnos deben determinar la relación lógica entre los fragmentos, con la finalidad de ordenarlos secuencialmente.

La mecánica pedagógica se encuentra directamente relacionada con el contenido curricular y el ordenamiento de los fragmentos depende de la relación entre ellos. En la Tabla 2-2 se muestran ejemplos de reglas específicas por cada tipo de estrategia de ordenamiento lineal/espacial.

Tabla 2-2: Ejemplos de actividad por tipo de estrategia y asignatura.

Estrategia	Asignatura	Ejemplo de actividad
Espacial	Geografía	Ordenar regiones de Chile de norte a sur.
Narrativa	Historia	Ordenar fechas de acontecimientos importantes.
Procedural	Química	Ordenar etapas en la destilación del petróleo.
Exposición	Matemáticas	Ordenar múltiplos de 2 de menor a mayor.

3. DESARROLLO DE UN ECS PARA EL REFORZAMIENTO DE LA LENGUA CASTELLANA

3.1 Visión General

El videojuego desarrollado consiste en una herramienta que tiene como objetivo principal el reforzamiento de los contenidos adquiridos de la gramática castellana durante el año escolar. El juego se diseñó para ser utilizado por tres alumnos, quienes comparten la misma pantalla (separada en cuatro cuadrantes), y donde cada uno interactúa con el sistema mediante la utilización de un mouse. Esta implementación fue diseñada para ser utilizada durante una hora pedagógica, que corresponden a 45 minutos y donde el profesor es un actor clave durante todo el transcurso de la actividad. Como objetivo secundario, la aplicación busca ser una herramienta de apoyo al docente, permitiéndole realizar una actividad educativa lúdica, y donde se espera mantener la motivación de los alumnos en la asignatura al cambiar el contexto normal de la sala de clases.

El contenido curricular implementado en el videojuego corresponde a materia de segundo semestre de 4° Básico, requerido por el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2013).

3.2 Implementación del modelo

La definición del modelo en base a nuestra implementación considera las siguientes características. Los índices son respectivos al modelo y definen características adicionales:

- a) El videojuego implementa contenido no violento. La narrativa describe un viaje al espacio en el que los alumnos, en el papel de astronautas, han sufrido la pérdida de combustible de su nave espacial y deben sortear una serie de obstáculos de tal manera de recuperar el combustible para volver a la tierra. La gráfica, a su vez, contiene elementos adecuados a su edad, utilizando herramientas que no pueden infligir daño a sus pares ni destruir elementos del entorno.
- b) La pantalla se encuentra dividida en cuatro cuadrantes y es compartida por los alumnos. Tres de estos cuadrantes son utilizados por los alumnos de forma individual para controlar a su personaje, y el cuarto para entregar *feedback*.
- c) Los desafíos a los que se enfrentan los alumnos aumentan su dificultad en la medida que avanza la actividad y requieren del ordenamiento de fragmentos en un orden lógico. Se emplea una estrategia de ordenamiento por Exposición, donde los alumnos deben ordenar los elementos mediante inducción y deducción en base a sus conocimientos.
- d) Los fragmentos de respuesta se encuentran representados por blancos que poseen las palabras y frases requeridas para contestar la pregunta. A cada alumno se le asignan fragmentos correctos (que pertenecen a la secuencia

correcta) y fragmentos distractores (que, en caso de existir en una secuencia, producen una respuesta incorrecta). La interacción usuario-fragmento se da mediante la utilización de rayos para atrapar los blancos. El *feedback* de selección se encuentra representado por un rayo entre el jugador y el asteroide, el cual se mantiene hasta que se cancele la selección o se confirme colaborativamente la secuencia como respuesta al desafío planteado. En la Tabla 3-1 se muestra un ejemplo de pregunta con los fragmentos antes mencionados.

- e) Cada vez que un jugador se conecte con un blanco, el fragmento relacionado con el objetivo se agrega al final de la secuencia representada en el cuarto cuadrante (de *feedback*).
- f) Cuando la longitud de la secuencia de respuesta llega a su máximo (i.e. la secuencia es una respuesta admisible que coincide con los elementos necesarios para ser considerado una respuesta completa), los alumnos deben decidir presencialmente, y mediante una interacción cara-a-cara, si la respuesta admisible es potencialmente correcta. Si uno de los alumnos no está de acuerdo con la respuesta, puede cancelar la selección. Si todos los alumnos confirman la selección, esta es validada por el sistema, entregando un *feedback* positivo (aumento del combustible para volver a la tierra) o negativo (disminución del mismo).

Tabla 3-1: Ejemplo de pregunta. Las letras [A, B, C] indican a cuál de los tres alumnos está asociado el fragmento.

Pregunta	Ingresar quién es el que hace la acción (sujeto), según el orden de aparición.		
Objeto de la pregunta	Los astronautas vuelven a la Tierra. Los extraterrestres los despiden. Los Humanos los esperan.		
Fragmentos Correctos	los extraterrestres [A]	los humanos [B]	los astronautas [C]
Fragmentos Distractores	la Tierra [A]	los esperan [B]	los despiden [C]
Secuencia correcta	los astronautas [C]	los extraterrestres [A]	los humanos [B]

3.3 Historia y trama

El videojuego se basa en una expedición al espacio durante el año 2055 en la que los alumnos, tomando el papel de astronautas, han sido seleccionados para participar de un viaje a Júpiter a bordo de ProteX, la nave más avanzada del planeta.

Durante el viaje la nave espacial colisiona con una nube de asteroides perdiendo gran parte de las reservas de combustible. Con el combustible restante la nave no es capaz de regresar a la Tierra, por lo que es responsabilidad de los astronautas a bordo buscar nuevas fuentes de energía. ROADRUNNER, el androide diseñado para controlar el correcto funcionamiento de la nave, es el encargado de entrenar y guiar a los tripulantes durante la misión de recolección. Este proceso consiste en buscar dentro y fuera de la nave asteroides ricos en cristales energéticos que ingresaron

producto de la colisión; así como reservas que se extraviaron y extraer la energía de los cristales mediante la utilización de un rayo de absorción. De esta manera, el objetivo general del juego es lograr recolectar la energía suficiente para poder volver a la Tierra.

3.4 Diseño de las actividades

3.4.1 Elementos del Juego

a) Personajes

Los personajes representan a los jugadores, y son los elementos del juego con los que estos pueden interactuar con el mundo virtual, modificándolo mediante sus acciones. En total existen 10 personajes distintos, quienes visten de astronauta y que el alumno puede elegir, seleccionando aquel que mejor lo representa. El objetivo de esto es facilitar al alumno la identificación de su personaje durante el progreso del juego, evitando distracciones y ayudándolo a mantener el foco de atención. Cada personaje se presenta en la pantalla desde una perspectiva de tercera persona, esto es, el personaje es visible por el jugador. Además, al momento de la selección de los personajes, se asigna un color al jugador (magenta, amarillo o azul) que definirá la interacción con el resto de los elementos del juego detallados a continuación. En la Figura 3-1 se presentan los 10 personajes diseñados para el juego, en la Figura 3-2 la ventana de selección de personajes y en la Figura 3-3 el color asociado a cada uno.

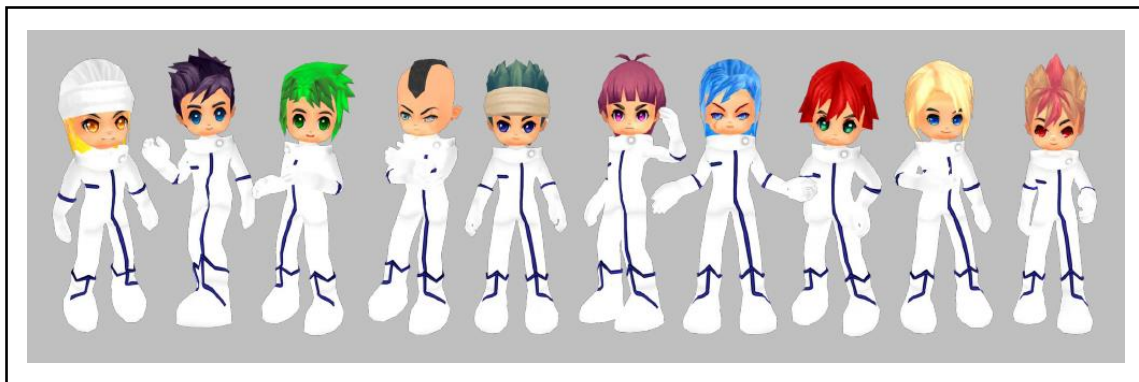


Figura 3-1: Personajes diseñados para el videojuego.



Figura 3-2: Ventana de selección de personajes.



Figura 3-3: Color asignado a cada jugador: magenta, amarillo y azul.

b) Asteroides

Los asteroides son la fuente principal de combustible a la que los astronautas tienen acceso, ya que poseen cristales ricos en energía. Estos cristales son de tres tipos, identificados por su color: magentas, amarillos y azules; y que proveen distintas formas de energía. Estos elementos son el componente principal de interacción con el videojuego, debido a que cada uno posee un anillo que muestra un fragmento de respuesta necesario para responder a cada pregunta planteada. Adicionalmente, pueden contener un distractor, que no es parte de la respuesta correcta, y que es

empleado para agregar complejidad al problema y evitar acertar mediante ensayo y error. En la Figura 3-4 se muestran los tres tipos de asteroides presentes en el juego, con el anillo que muestra el fragmento de respuesta o distractor, según corresponda.

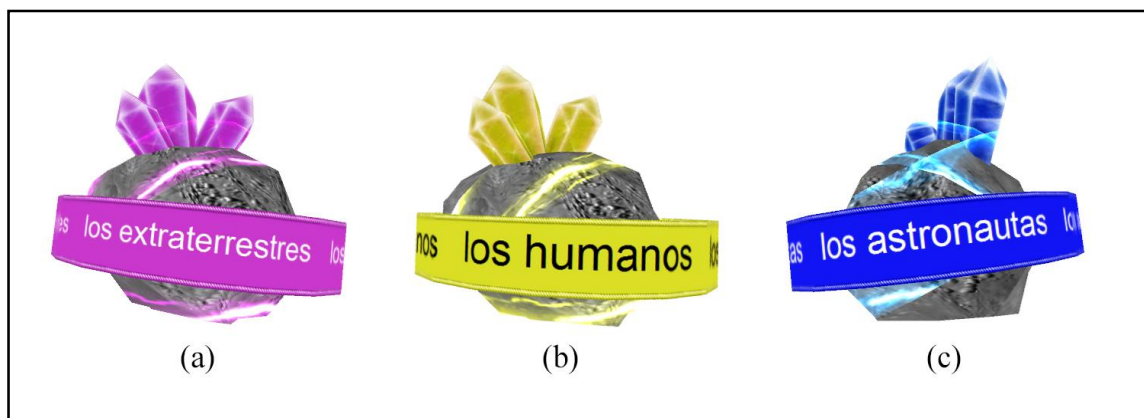


Figura 3-4: Asteroides diseñados con cristales color (a) magenta, (b) amarillo y (c) azul.

c) Generador de Rayos de Absorción

Los generadores de rayos de absorción son herramientas de largo alcance utilizadas para extraer la energía de los cristales presentes en los asteroides. Cada tipo de cristal requiere de un rayo diferente, por lo que la utilización de un rayo sobre un asteroide que posee un tipo de cristal distinto para el que ha sido diseñado no produce efecto alguno. Para que la extracción sea efectiva, se debe utilizar el rayo adecuado disparando en dirección al asteroide. El color de cada rayo corresponde con el color del cristal del que puede absorber energía, facilitando la identificación de los elementos compatibles. Cuando el rayo colisiona contra un asteroide compatible, se

forma un nexo entre este y el personaje, seleccionando un fragmento de la pregunta (o distractor) en el orden en el que fueron atrapados. Para que la extracción se haga efectiva, los fragmentos de pregunta representados en los asteroides deben ser parte de la respuesta correcta y estar ordenados de forma adecuada. Si una de las condiciones anteriores no se cumple, los cristales explotan, causando daño a los astronautas y disminuyendo el combustible recolectado. Cada uno de los tres jugadores posee un rayo de distinto color, por lo que deben colaborar para contestar correctamente a las preguntas que presenta el sistema. Una vez contestada correctamente la pregunta, los personajes avanzan a la siguiente, desplazándose por el mapa hasta encontrar un nuevo desafío. En la Figura 3-5 se presenta una imagen del generador y en la Figura 3-6 el nexo entre el generador y el asteroide, cuando este se hace efectivo.

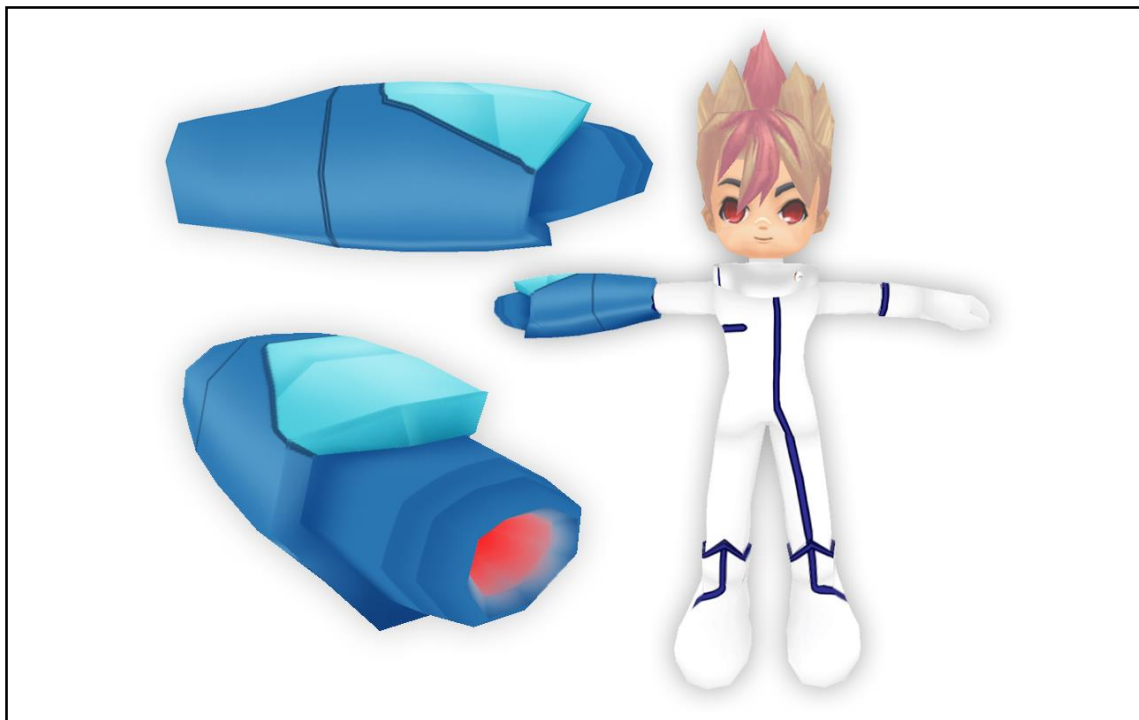


Figura 3-5: Generador de Rayos de Absorción y ubicación en el personaje.

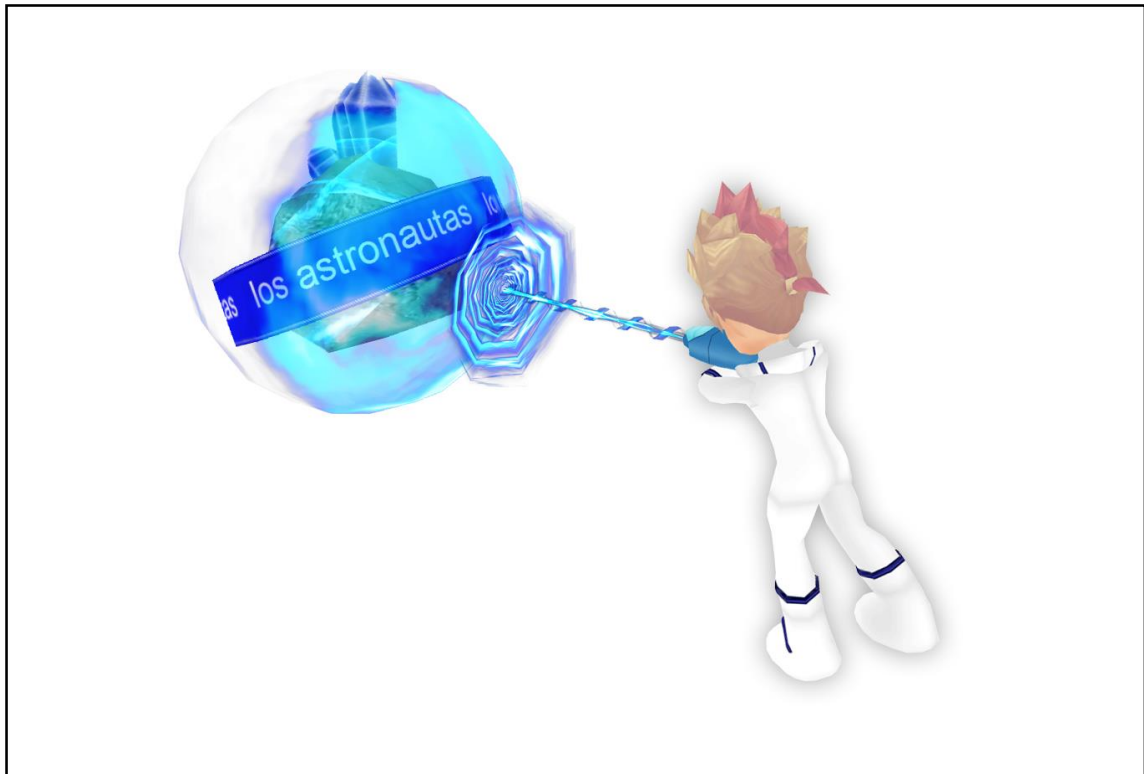


Figura 3-6: Nexo jugador-asteroide.

d) Reservas de Combustible

Las reservas de combustible son paquetes de energía (cristales) que se extraviaron en la nave durante la colisión con la nube de asteroides. Utilizan el mismo concepto de los asteroides en cuanto a la utilización de fragmentos de respuesta (o distractores) para contestar las preguntas que presenta el sistema y en el requerimiento de la utilización de un rayo adecuado para abrirlas. Cada caja tiene un color y diseño característico del tipo de cristales que posee y que las identifica con el rayo necesario. En la figura 3-7 se presenta cada tipo de reserva.

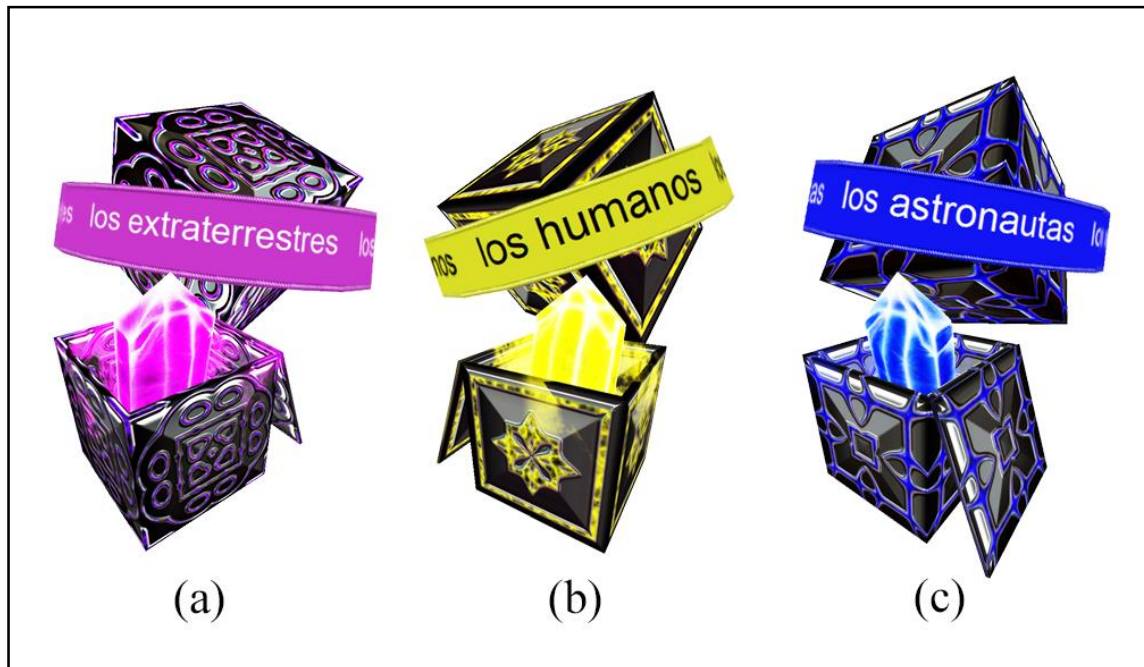


Figura 3-7: Reservas de Combustible y los cristales que contienen.

e) Consolas

Las consolas son otro elemento del juego que involucra el ordenamiento de fragmentos para contestar correctamente las preguntas presentadas por el sistema. La interacción con estos elementos es mediante un puntero posicionado al centro de la pantalla del jugador, el cual se coloca sobre los botones que presenta la consola moviendo la mira con el mouse. Cada botón representa un fragmento (o distractor) y posee el color asociado al jugador, y solo este jugador puede presionarlos. Al contestar correctamente a la pregunta la consola se desactiva, gatillando la apertura

de una puerta o desactivando otros elementos bloqueantes (f). En la Figura 3-8 se presenta un ejemplo de este elemento.



Figura 3-8: Consola y puntero.

f) Elementos Bloqueantes

Con el objetivo de representar el avance en los niveles se presentan elementos bloqueantes que se desactivan al ir contestando correctamente las preguntas presentadas por el sistema. Algunos de estos elementos son las puertas, las regiones láser y las tuberías de vapor. La Figura 3-9 muestra cada uno de estos elementos.

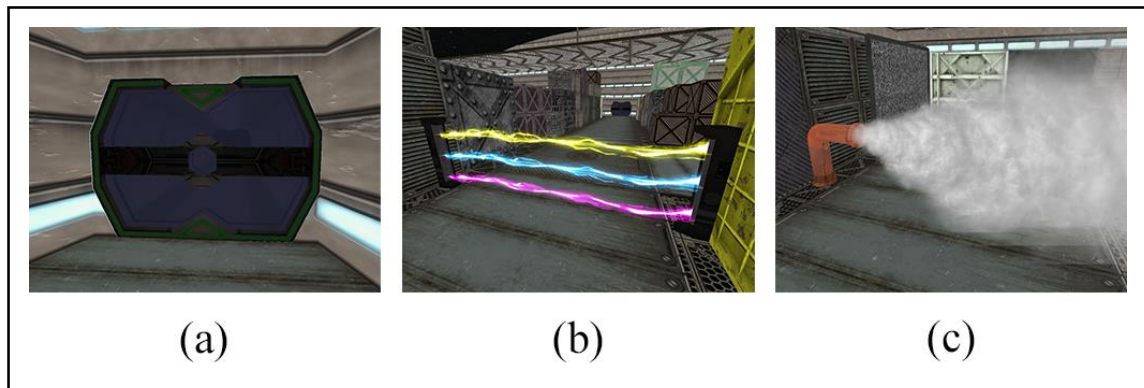


Figura 3-9: Elementos bloqueantes: (a) puertas, (b) zonas láser y (c) tuberías de vapor.

g) Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica del sistema, como se muestra en la Figura 3-10, se encuentra separada en 4 cuadrantes, donde tres de ellos son utilizados para mostrar las vistas independientes de cada jugador. Estas vistas son manejadas mediante el mouse, que determina el giro de la cámara en torno al personaje. Cada uno de estos cuadrantes posee un marco del color asignado al jugador y una interfaz que muestra el estado del personaje (Figura 3-11). El cuadrante inferior derecho es utilizado para presentar las preguntas a los alumnos, mostrar los fragmentos en el orden de selección y entregar *feedback* del resultado de la respuesta (correcto o incorrecto).

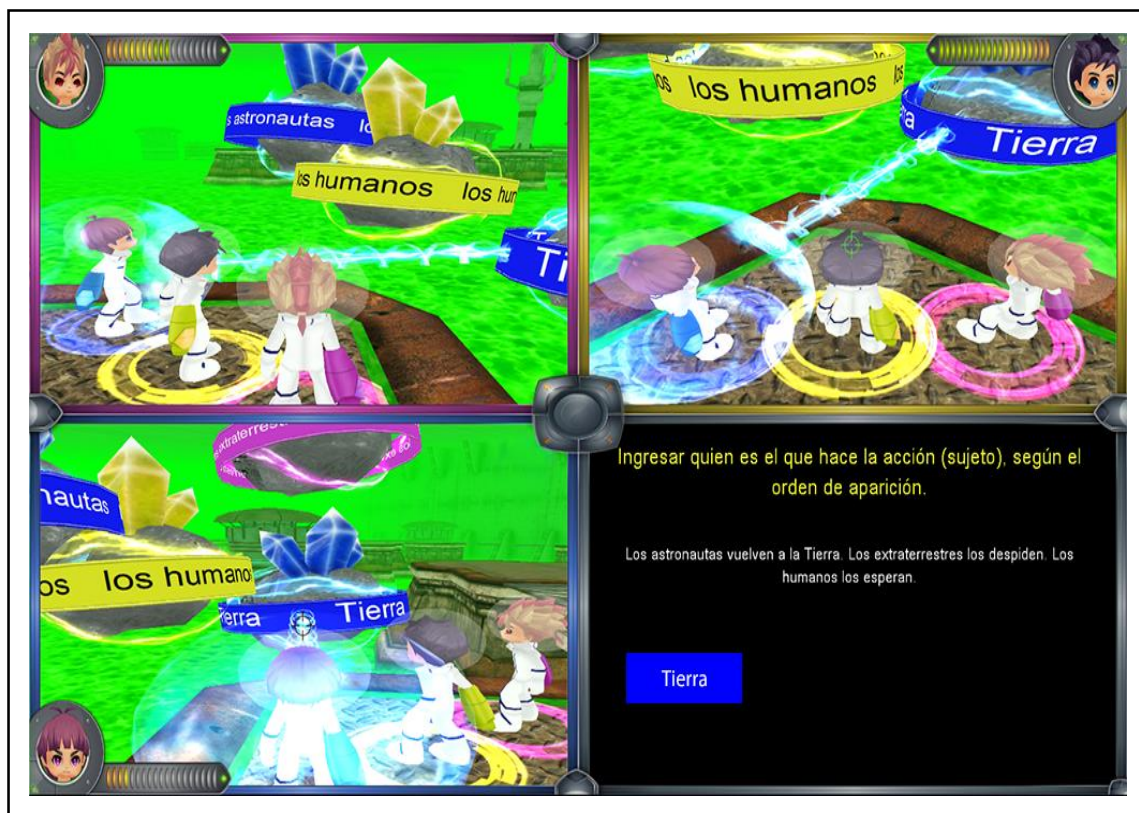


Figura 3-10: Interfaz gráfica.

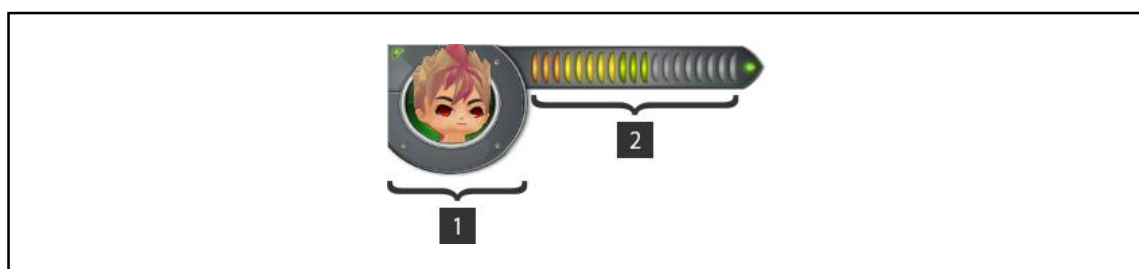


Figura 3-11: Estado del personaje. En 1 se muestra el avatar, en 2 la cantidad de energía disponible.

h) Narrativa

En la implementación realizada ROADRUNNER (Figura 3-12), el androide encargado del funcionamiento de la nave, guía a los jugadores durante el progreso del juego. Cada nivel posee un objetivo distinto y una narrativa asociada que facilita a los alumnos conocer el progreso entre sesiones: en cada sesión están más cerca de volver a la Tierra.



Figura 3-12: Narrativa desplegada en pantalla.

3.4.2 Neoaxis 3D Engine

NeoAxis es un *framework* diseñado para desarrollar proyectos que requieren generar gráficos 3D como videojuegos, simuladores, entornos de realidad virtual y software de visualización. La API del motor se encuentra desarrollada en .NET,

siendo el lenguaje de programación principal C# y soportando desde la versión 2.0 en adelante. Los componentes internos, como el sistema de *rendering*, sistema físico, sistema de sonido y otros componentes críticos, se encuentran desarrollados en C y C++, con lo que se obtiene un rendimiento y consumo de recursos óptimo. El motor gráfico se encuentra implementado sobre OGRE (*Object-Oriented Graphics Rendering Engine*), un motor 3D de código abierto escrito en C++ y diseñado para simplificar la creación de aplicaciones que utilicen gráficos 3D acelerados por hardware.

Adicionalmente, con el *framework* se provee al desarrollador de una serie de herramientas que permiten importar, crear y distribuir contenidos de forma sencilla y expedita. En la siguiente tabla se describen aquellas que fueron relevantes para el desarrollo de este trabajo:

Tabla 3-2: Herramientas utilizadas provistas con el *framework*.

Herramienta	Descripción
<i>Resource Editor</i>	Permite administrar los recursos del proyecto, importando modelos, materiales, texturas, sistemas de partículas, modelos físicos e interfaces gráficas (GUI), entre otros.
<i>Game Objects editor</i>	Utiliza las representaciones lógicas de las entidades compiladas y permite configurarlas para ser incluidas en el mundo virtual, agregando una o varias representaciones visuales (como modelos, partículas, interfaces gráficas, etc; según corresponda).
<i>Physic models editor</i>	Permite configurar los modelos físicos de las entidades, estableciendo su comportamiento frente a fuerzas externas (gravedad, choques, etc).
<i>Particle systems editor</i>	Una potente utilidad para crear y visualizar sistemas de partículas.

<i>Map Editor</i>	Utilidad para crear mapas y niveles mediante una interfaz gráfica. Permite crear terrenos de relieve, insertar las entidades creadas en el editor de objetos en el nivel y configurar parámetros ambientales (luz, neblina, cielo, agua, etc), entre otros.
<i>Logic Editor</i>	Herramienta que permite agregar lógica adicional a la incluida en las representaciones lógicas. Facilita el proceso de desarrollo al permitir separar funcionalidades genéricas de los objetos (que se programan y pre-compilan) de las funcionalidades específicas de cada nivel (que se programan mediante el editor lógico y que se compilan en tiempo de ejecución).
<i>GUI Editor</i>	Permite crear controles y configurar la apariencia de la interfaz de usuario.

Por otro lado, y a nivel de desarrollo, el *framework* provee una serie de clases e interfaces para crear entidades lógicas para ser utilizadas por las herramientas antes descritas y, consecuentemente, ser insertadas en el mundo virtual. En NeoAxis, las entidades se encuentran representadas por dos clases abstractas: *MapObject* que define la lógica de las entidades, y la que es compartida por todos los objetos; y *MapObjectType*, que define y almacena propiedades de cada entidad por separado. A su vez, cada definición de una nueva entidad que implementa *MapObject* debe tener su contraparte *MapObjectType*. Por ejemplo, en el desarrollo presentado en este trabajo, cada personaje se encuentra definido lógicamente por *FPSPlayerCharacter*, el cual establece el comportamiento de todos los personajes en el mapa; y es definida por *FPSPlayerCharacterType*, estableciendo características propias de cada uno, por ejemplo indicando el modelo gráfico que representa al jugador o el color asignado a su rayo.

De la misma manera existen otras clases relevantes a destacar. *Dynamic*, una herencia de *MapObject*, define los tipos de entidades que son dinámicas, esto es, que perciben el tiempo y son capaces de modificar su estado en función de los *ticks*, la mínima unidad de tiempo en la que el motor realiza un ciclo de procesamiento. Por otro lado *Region* define una zona invisible en el mapa y provee de métodos y eventos para reaccionar frente al paso de una entidad específica. *CutSceneManager*, un singleton, provee de mecanismos para controlar las cámaras (*MapCamera*) y su movimiento por rutas definidas en el mapa (*MapCameraCurve*). Adicionalmente, a nivel de entidades dinámicas, podemos resaltar *Unit*, que representan unidades que pueden utilizar armas (*Weapon*), recoger objetos (*Item*), poseen energía y pueden sufrir daño y morir; y *GameGuiObject*, que representa un elemento de la interfaz gráfica. Por otro lado *EControl* define la lógica de un elemento de la GUI (como la acción o comportamiento de un botón); *InputDevice* e *InputEvent* definen interfaces para implementar nuevos mecanismos de entrada de usuario; y *GameWindow* define el conjunto de elementos de la interfaz gráfica (GUI) e interacción de los usuarios con el sistema.

3.4.3 Arquitectura del sistema

a) Clases

Para el desarrollo del videojuego presentado en este trabajo, se utilizaron las clases provistas por el *framework* y se especificaron para lograr el funcionamiento deseado. Adicionalmente, se crearon clases mediante fabricación pura, con el objetivo de

cumplir con objetivos adicionales requeridos por la investigación. A continuación se muestra un listado con las clases más importantes implementadas en la plataforma:

Tabla 3-3: Descripción de clases implementadas en el videojuego.

Clase	Descripción
<i>LogWriter</i>	Define los mecanismos para almacenar información cuantitativa de cada sesión, como duración, qué preguntas fueron contestadas correctamente, cantidad de intentos, etc.
<i>FPSGun</i>	Representa al generador de rayos de absorción. Sus “municiones” son de tipo <i>FPSBullet</i> .
<i>FPSBullet</i>	Representa un rayo que conecta al personaje (<i>FPSPlayerCharacter</i>) que dispara con un <i>CatchableObject</i> (ej: asteroide). Posee tres contrapartes “ <i>Type</i> ” que definen el tipo y textura a utilizar (color).
<i>ConsoleGun</i>	Representa un puntero en pantalla donde su munición no posee representación (no produce proyectil) y donde solo permite interactuar con una consola (<i>ConsoleWindow</i>).
<i>FPSPlayerCharacter</i>	Representa al personaje en la pantalla y define su comportamiento. Define cómo se ve (personaje seleccionado) y qué tipo de <i>FPSBullet</i> utiliza.
<i>SelectDoorRegion</i>	Implementación de una región (<i>Region</i>) que detecta cuando los tres personajes (<i>FPSPlayerCharacter</i>) pasan por ella y activa una puerta (<i>Door</i>).
<i>LaserRegion</i>	Representa una región bloqueante. Se visualiza como un muro de rayos.

<i>RegionBlancos</i>	Región en la que se generan aleatoriamente dentro de su volumen una cantidad definida de blancos (<i>CatchableObject</i>) que se destruyen al ser capturados. Los blancos se utilizan en los primeros niveles para capacitar a los alumnos en la utilización de los controles (práctica de puntería).
<i>ConsoleRegion</i>	Región que activa una consola cuando todos los personajes pasan por ella. Internamente envía un evento al singleton <i>Duordena</i> para que le entregue una actividad (<i>Activity</i>).
<i>RegionDuordena</i>	Similar a <i>RegionBlancos</i> , pero en vez de generar blancos (que no poseen una actividad), genera asteroides o cajas de reserva (ambos <i>CatchableObject</i>) en base a una actividad entregada por la clase <i>Duordena</i> .
<i>TripleMapCurve</i>	Define una curva triple (paralelas) de tipo <i>spline</i> como una secuencia de puntos triples (<i>TripleMapCurvePoint</i>). Estas curvas definen caminos que los personajes siguen de forma automática al contestar correctamente una pregunta (cada personaje por una curva distinta).
<i>TripleMapCurvePoint</i>	Define un punto triple contenido en una curva triple (<i>TripleMapCurve</i>). Es utilizado como anclas en la interpolación de puntos que genera la <i>spline</i> .
<i>Duordena</i>	Singleton que lee los archivos de configuración de actividades y entrega las actividades a las clases que las solicitan. Adicionalmente implementa métodos para validar las respuestas entregadas por los alumnos y notifica a la clase <i>LogWriter</i> para que registre las acciones tomadas por los alumnos.
<i>CatchableObject</i>	Representa un objeto “atrapable”. Estos objetos poseen un atributo que indica el tipo de <i>FPSBullet</i> con el que pueden ser capturados. Tanto los blancos como los asteroides y cajas de reserva son herencias de esta clase.
<i>Pipe</i>	Define un objeto bloqueante como una tubería que genera vapor mediante un sistema de partículas.

<i>ConsoleWindow</i>	Define una GUI al interior de una consola con la que los jugadores pueden interactuar. Para realizar esta interacción, el personaje de cada jugador debe poseer una <i>ConsoleGun</i> .
<i>DoorConsole</i>	Representa una consola que al contestar correctamente a su actividad, abre una puerta (<i>Door</i>)
<i>Botonera</i>	GUI que es utilizada por <i>ConsoleWindow</i> para su interacción.
<i>MMouseManager</i>	Administrador de dispositivos Multi Mouse. Detecta los dispositivos de entrada (<i>MMouseDevice</i>), mantiene su estado y los asigna a un jugador específico (<i>Player</i>).
<i>MMouseDevice</i>	Representa un dispositivo de entrada en modalidad Multi Mouse, donde cada input es independiente.
<i>MMouseWheelScroll</i>	Evento que detecta el movimiento y dirección en la que se gira la rueda central de un mouse específico.
<i>MMouseClickEvent</i>	Evento que detecta el click realizado en un mouse específico.
<i>MMouseMouseDownEvent</i>	Evento que detecta la presión de un botón del mouse sin levantarlo. Al levantarlo se genera una notificación <i>MMouseClickEvent</i>
<i>EMMouseControl</i>	Implementación de <i>EControl</i> que permite detectar los eventos Multi Mouse y discriminar qué dispositivo lo generó. Es la clase base de todos los controles de la GUI con soporte <i>Multi Mouse</i> .
<i>EMMButton</i>	Botón que implementa <i>EMMouseControl</i> para detectar el click en modalidad Multi Mouse.
<i>EMMPicker</i>	Interfaz de selección de personajes que implementa <i>EMMouseControl</i> .
<i>AstronautasGameWindow</i>	Representa la ventana principal del juego, define la GUI y su funcionamiento. Adicionalmente, inicializa las interfaces Multi Mouse,

<i>AstronautasConfigGameWindow</i>	Representa la ventana de selección de personajes. Al seleccionar, crea y asigna las instancias de <i>FPSPlayerCharacter</i> al jugador (<i>Player</i>), de tal manera de permitir el control mediante el mouse.
------------------------------------	---

La relación entre las clases presentadas puede apreciarse en la Figura 3-13, donde se presenta el diagrama de clases básicas implementadas en el videojuego. Se omitieron las contrapartes de las entidades *MapObject* (*MapObjectType*) con motivo de simplificar la estructura.

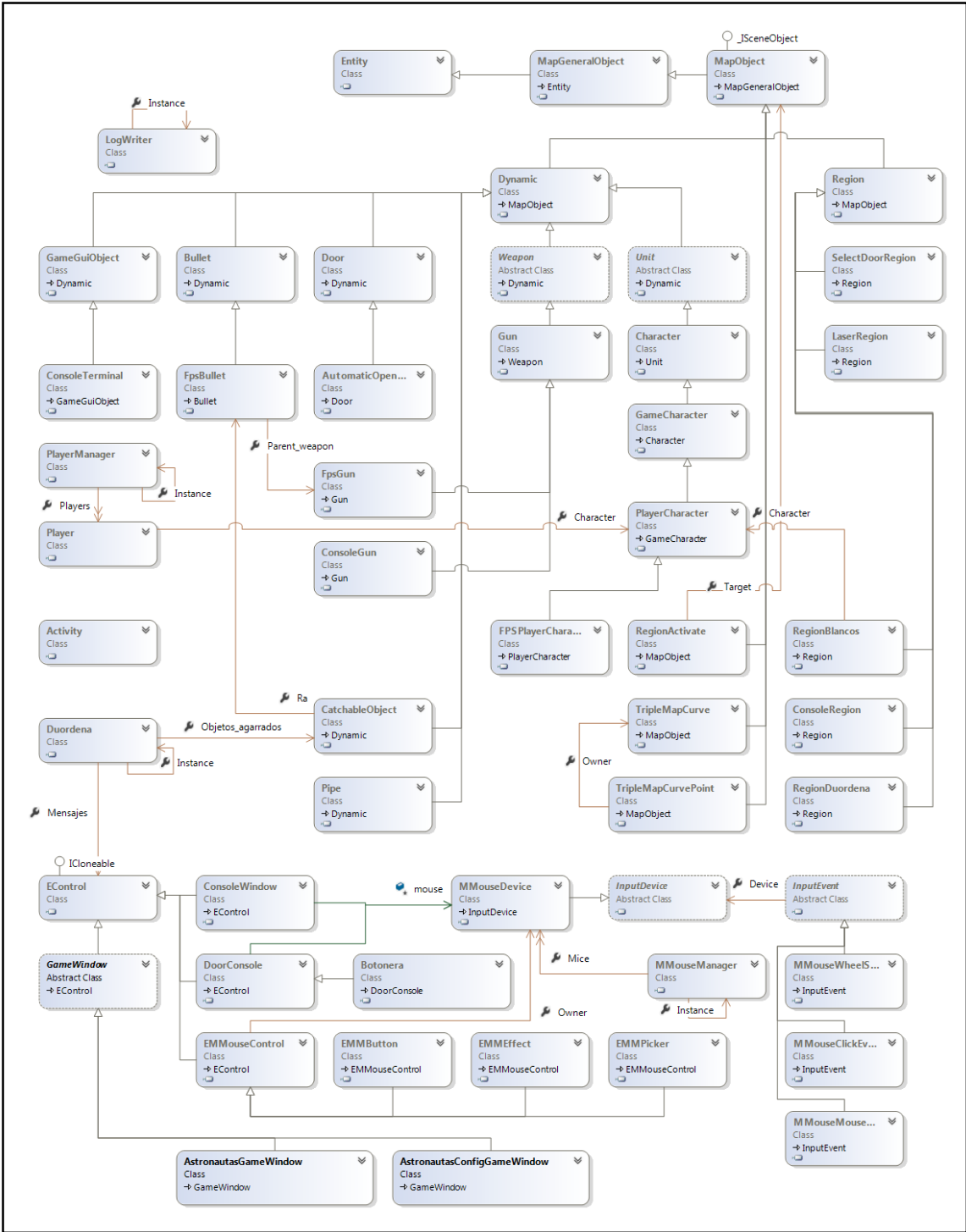


Figura 3-13: Diagrama de clases del sistema.

b) Archivos

Como se señaló con anterioridad, la clase *Duordena* es la encargada de proveer al sistema de las actividades a realizar durante una sesión. Estas actividades se encuentran configuradas en archivos XML, separados por sesión, y donde cada uno establece un conjunto de preguntas a realizar a los alumnos. Adicionalmente, cada pregunta posee un listado de fragmentos a presentar a los alumnos (que pueden ser fragmentos de la respuesta o distractores) e identifica la secuencia correcta y valida las respuestas entregadas. En el anexo D se presenta un ejemplo de archivo de configuración.

Por otro lado, una vez finalizada la sesión, el sistema genera un archivo de *logs*, que registra los detalles de la actividad realizada, así como todas las acciones realizadas por los alumnos. Estos archivos son una fuente sumamente importante de datos sobre cada sesión, permitiendo detectar, entre otras cosas: cantidad de respuestas correctas versus intentos totales (eficiencia, que permite identificar aburrimiento, o ensayo y error), la velocidad promedio que demoran los alumnos en contestar las preguntas, dificultades con conceptos de la materia, agrupar los contenidos por dificultad e identificar contenidos a reforzar. En el anexo E se presenta un ejemplo de *log* generado durante una sesión normal.

4. TRABAJO EXPERIMENTAL

4.1 Muestra

Para demostrar nuestra hipótesis se realizó un estudio en un colegio con subsidio estatal en Santiago de Chile, con un curso de 4° Básico con 25 alumnos con edades comprendidas entre los 8 y los 9 años. Sólo los alumnos que formaron parte del pre-test y post-test fueron clasificados como participantes. El estudio fue conducido durante 8 sesiones de una hora pedagógica (45 minutos cada una) según la disponibilidad del profesor y las restricciones del colegio. Dichas sesiones se distribuyeron homogéneamente durante el periodo de dos meses. Para asegurar que la intervención fuera similar para cada uno de los alumnos, se calculó la asistencia promedio de los alumnos a las sesiones. En la tabla 4-1 se muestran las características de participación de los alumnos.

Tabla 4-1: Características de los alumnos

Alumnos asistentes	25
Alumnos participantes	22
Participantes de sexo masculino	9
Participantes de sexo femenino	13
Número promedio de sesiones por asistente	7.25

4.2 Instrumento Cuantitativo

Para evaluar la efectividad del modelo, se diseñó un instrumento de 30 preguntas de selección múltiple referentes al contenido de práctica de gramática castellana presentes en el videojuego. Este instrumento fue diseñado por pedagogos y validado por el profesor del curso. La duración de cada evaluación fue de 45 minutos y se utilizó el mismo instrumento en idénticas condiciones tanto para el pre como para el post-test. El coeficiente del Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) fue superior a 0.82. Un valor superior al 0.6 indica que el criterio utilizado, basado en el contenido entregado, es aceptable para clasificar a los estudiantes (Bland y Altman, 1997).

Adicionalmente, el software registró cada acción que realizaban los alumnos al contestar una pregunta: número de pregunta, fecha/hora, y si se contestó correcta o incorrectamente. Estos datos fueron utilizados para realizar un análisis del progreso del juego y la eficiencia de los alumnos relativos a cada contenido curricular.

4.3 Instrumentos Cualitativos

Con el objetivo de analizar las conductas de los estudiantes durante la actividad, se diseñó un instrumento de observación que refleja el grado de compromiso e interés en la actividad (Tabla 4-2). La información fue registrada mediante *tablets* proporcionados para la tarea de observación, lo que permitía no solo registrar el evento si no también el momento de ocurrencia en cada sesión. Este instrumento fue empleado por un observador entrenado especialmente para la tarea, de manera

que la medición no afectase a los resultados del experimento. A su vez, un segundo mediador externo actuó en conjunto con el profesor, para responder las consultas relativas al contenido pedagógico y al funcionamiento del sistema. Este segundo mediador resultó ser necesario debido a que, en actividades previas al trabajo expuesto en este documento, se ha evidenciado que los estudiantes realizan un mayor número de consultas relativas al contenido curricular que en una clase tradicional; principalmente fomentados por el progreso del juego. Cabe destacar que, previo al estudio, un equipo de expertos revisó los comportamientos observables, a fin de corroborar su validez como herramienta de observación capaz de identificar las conductas de estos estudiantes.

Adicionalmente, un segundo instrumento fue diseñado para evaluar la impresión de los alumnos respecto de las actividades realizadas, además de medir el interés y la motivación. Este instrumento fue empleado después del post-test, con una duración de 30 minutos, y consistió en un cuestionario de diez preguntas relacionadas la apreciación personal de los alumnos frente a la actividad. Con el objetivo de reducir la posible dificultad de interpretación de las preguntas en el cuestionarios aplicados a los estudiantes, y tal como sugiere Piers y Harris (1964), se eligió una escala dicotómica (Si / No). Las escalas de múltiples puntos, como la escala Likert, no fueron consideradas debido a que los niños pequeños no son capaces de discriminar adecuadamente entre puntos contiguos (Eiser et al, 2000), lo que puede producir desviaciones significativas en los resultados. De forma complementaria y con fines

referenciales, se incorporaron al final del cuestionario dos preguntas abiertas relacionadas con lo que más y lo que menos les gustaba del videojuego.

Tabla 4-2: Características evaluadas por los observadores.

Característica	Valores	Descripción
Solicitud de Ayuda	Sistema o Contenido	Evaluación del soporte solicitado por los alumnos: de sistema (controles, interfaz, instrucciones) o de contenido (conceptos y/o conocimientos).
Interacción	Colaboración o Competencia	Si los alumnos colaboran entre ellos para lograr el objetivo común o si compiten (quién completa más respuestas o quién termina antes la actividad).
<i>Feedback</i>	Alegría o Frustración	Se percibe frustración o alegría en los alumnos al observar su actitud frente al juego. Se evalúa su estado emocional mediante la observación.
Interés	Entusiasmo o Aburrimiento	Se evalúa el foco de atención de los alumnos: si está en la actividad o en elementos externos (distractores).
Disrupción	Disruptivo, Aburrido o Ansioso/Frustrado	Si el o los alumnos interfieren con el trabajo de sus pares mediante actitudes disruptivas o de aburrimiento (no trabajan o lo hacen sin ánimo). Además, si al realizar esta acción evidencian niveles de ansiedad, que puede derivar en frustración.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Cuantitativos

Tal como se mencionó con anterioridad, el objetivo de este trabajo fue diseñar y realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de los efectos de la implementación de un videojuego de mecánica *shooter* en ambientes de trabajo colaborativo en las salas de clases. La comparación entre el pre y post test realizado a los alumnos muestra un aumento significativo de la cantidad de preguntas respondidas correctamente, tal y como se muestra en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1: Medias y desviación estándar para el pre y post-test.

	Pre-test	Post-test
Media	29.32	34.56
Desviación Estándar	7.03	6.18

La realización de una prueba t de Student fue diseñada considerando la hipótesis nula de que no existe diferencia entre los resultados promedio del pre y post-test, y como hipótesis alternativa de que el resultado promedio del post-test fue mejor que el resultado promedio del pre-test. La realización del t-test de una cola ($\alpha=.05$) entregó los siguientes resultados:

Tabla 5-2: Resultados del t-test de una cola con $\alpha=0.05$.

Estadístico t	-5.811079284
P(T<=t)	4.54217 e-6
Valor crítico de t	1.720742871

Con estos resultados podemos rechazar la hipótesis nula con una certeza estadística del 95%, concluyendo que los resultados efectivamente mejoran luego de las 8 sesiones. El tamaño del efecto, según la d de Cohen, que indica la diferencia estandarizada entre las medias del pre y post-test; entregó un resultado de efecto grande ($d=.796$).

Adicionalmente se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas. El resultado del análisis se puede observar en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3: Resultados del análisis ANOVA.

Grupos	N	Suma		Promedio		Varianza
Pre-test	22	645		29.32		49.56
Post-test	22	761		34.6		39.3
Origen Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Promedio de Cuadrados	F	p	Valor crítico para F
Entre Grupos	305.82	1	305.82	6.88	0.012	4.07
En los Grupos	1866.1	42	44.43			

Como se puede observar $F(1,43) = 6.88$ ($p < .012$), lo que demuestra que los resultados de los alumnos poseen una mejora estadísticamente significativa luego de las 8 sesiones de trabajo.

Por otro lado, y partir del *log* de la aplicación, se realizó un análisis de la eficiencia en los resultados en función de la cantidad de preguntas contestadas y del progreso de la actividad. En la Figura 5-1 se muestra el número de respuestas correctas promedio (eje de las ordenadas), por el tiempo de la actividad (eje de las abscisas). De esta comparación se desprende un rendimiento relativamente constante a medida que avanza el tiempo hasta el minuto 36 (punto c = 19.37), en el que la pendiente se reduce significativamente, evidenciándose una disminución del rendimiento. Esta reducción puede deberse a contenidos curriculares complejos, aburrimiento y/o ansiedad/frustración.

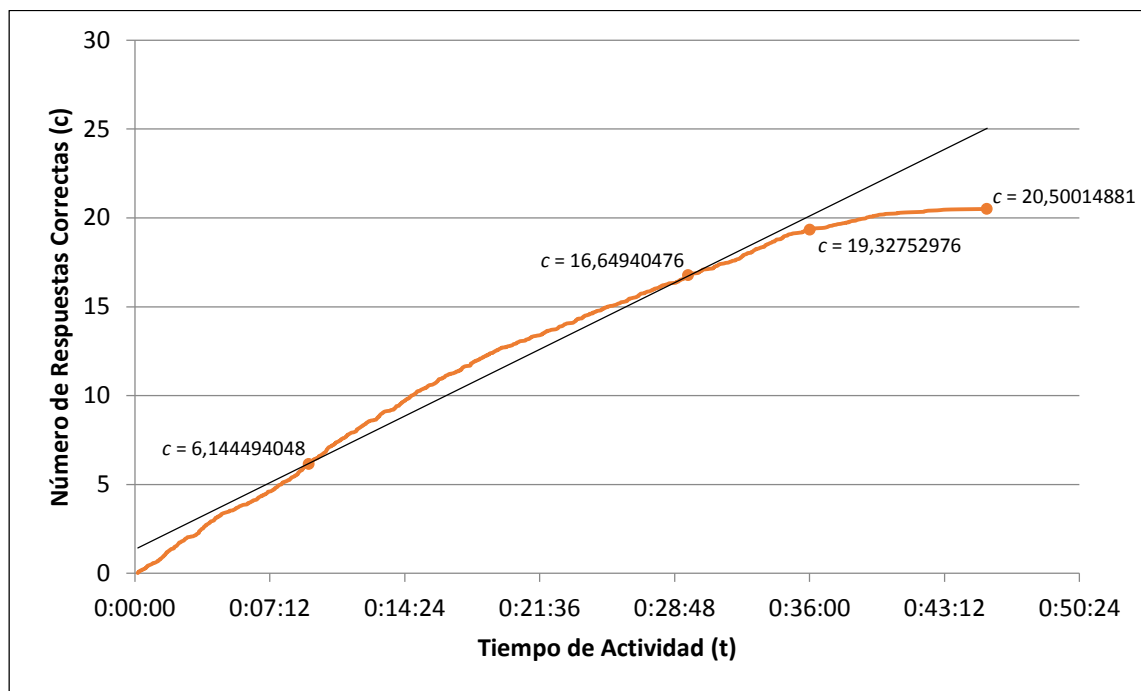


Figura 5-1: Respuestas correctas vs Tiempo.

Por otro lado, en la Figura 5-2 se muestra el número de respuestas correctas promedio versus respuestas totales promedio de todas las actividades. En este caso, y basándose en la comparación, se puede observar un comportamiento asintótico horizontal ($c = 20.5$) en la cantidad de respuestas correctas. En las primeras 22 respuestas se evidencia un crecimiento constante con una eficiencia promedio de un 68.2%, reduciéndose significativamente en las siguientes 27 respuestas a un promedio de 18.3%. Finalmente en el tramo de las últimas 36 respuestas, esta eficiencia es prácticamente nula, con un valor de 1.43%. Esta reducción es similar la representada en la Figura 5-1.

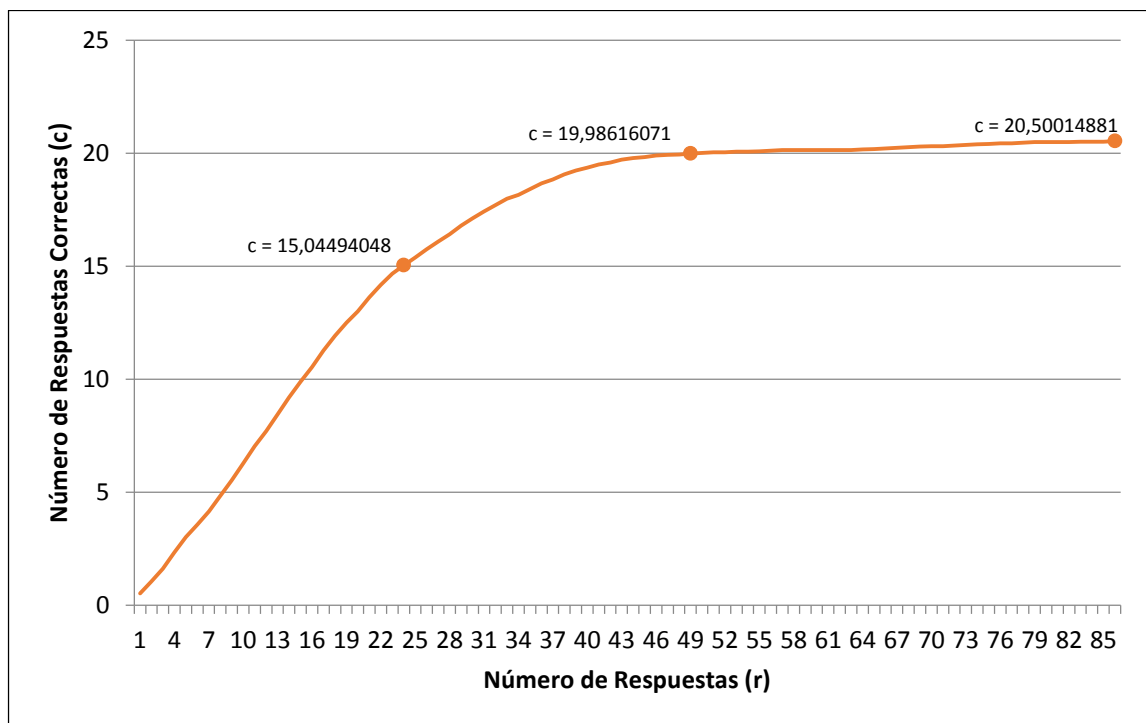


Figura 5-2: Comparación Respuestas correctas promedio vs Respuestas totales promedio.

De los datos mostrados en las Figuras 5-1 y 5-2 se desprende que el tiempo de la actividad afecta negativamente al rendimiento promedio de los alumnos en las sesiones a partir del minuto 36, de lo que se desprende que el tiempo empleado por sesión es el adecuado y que aumentar el tiempo de las actividades más allá de una hora pedagógica no genera beneficios adicionales.

5.2 Cualitativos

El primer conjunto de conductas observadas hacen referencia al estado emocional de los alumnos durante las sesiones. En las Figuras 5-3, 5-4 y 5-5 se grafican los

datos obtenidos mediante las observaciones. En el eje de las ordenadas se muestra el promedio del número de eventos observados en intervalos de 15 minutos, distribuidos en el eje de las abscisas. Considerando las similitudes entre las sesiones conjuntas, y para facilitar el análisis, se agruparon cada dos sesiones.

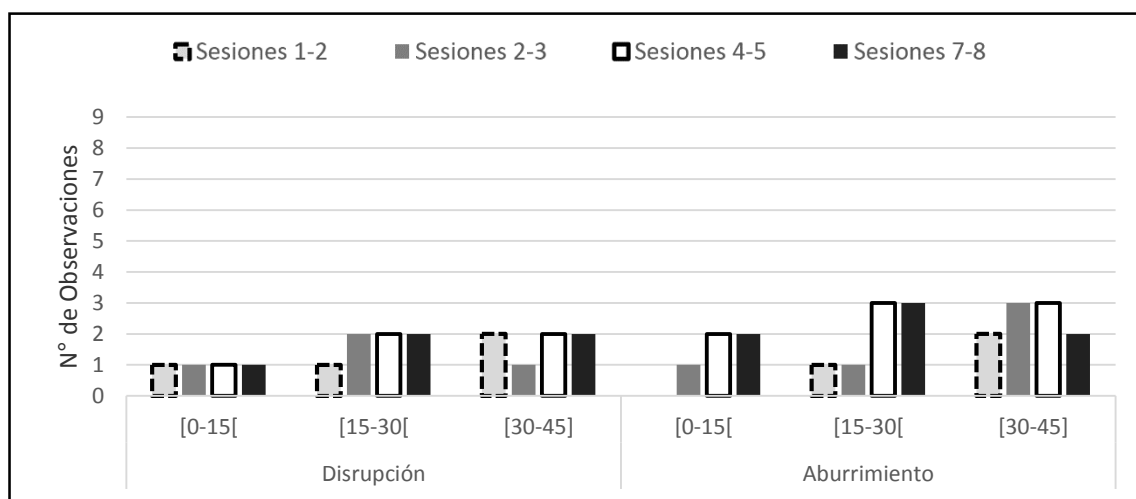


Figura 5-3: Conductas Disruptivas por intervalo de tiempo.

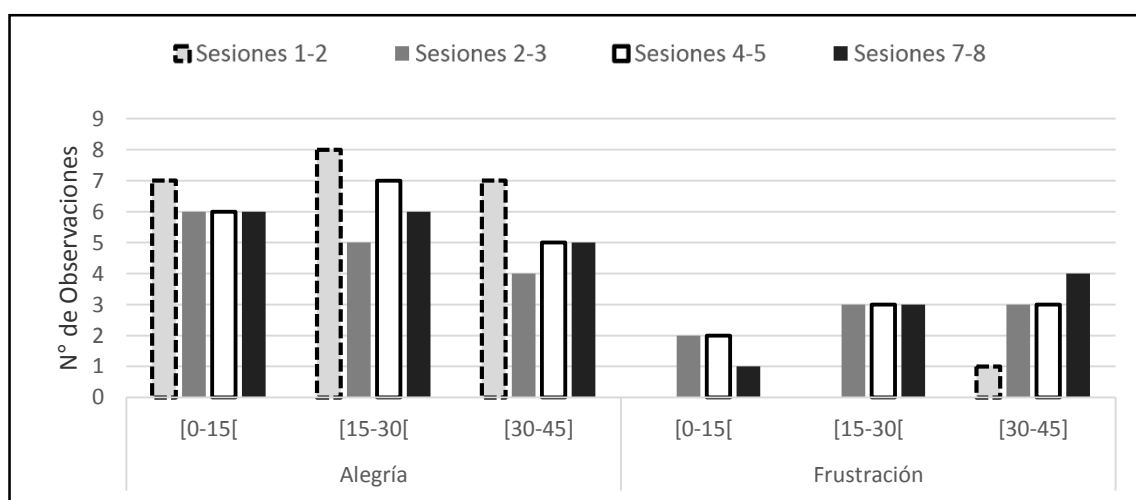


Figura 5-4: Conductas Post-Feedback por intervalo de tiempo.

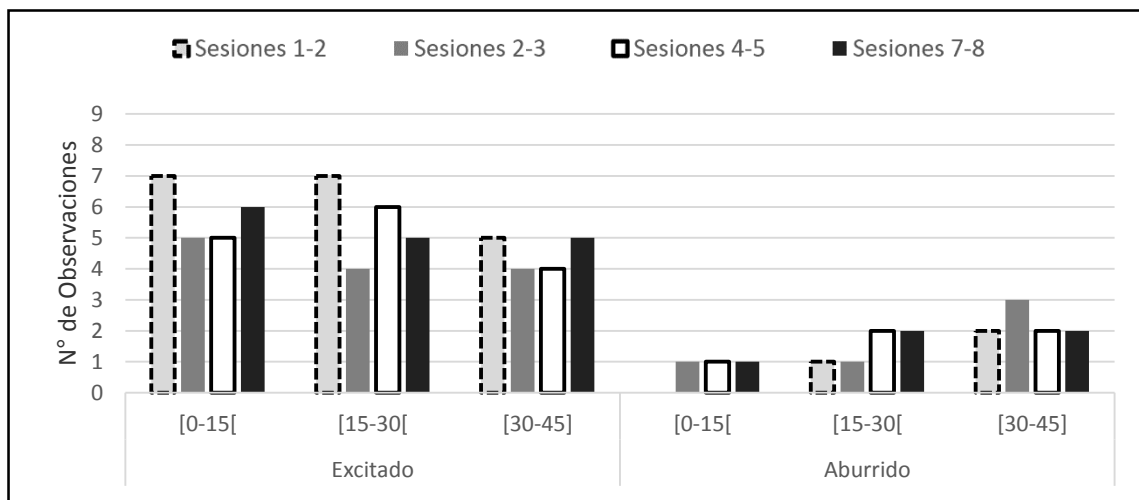


Figura 5-5: Grado de Interés por intervalo de tiempo.

Se observa que las conductas de Disrupción y Aburrimiento variaron levemente dentro de una sesión y entre sesiones. El profesor participante mencionó que los estudiantes estaban muy concentrados trabajando con el videojuego en comparación a las clases tradicionales. Un jugador comprometido quiere seguir jugando (Adinolf y Turkey, 2011) y está dispuesto a concentrarse en las tareas del juego (Garris et al, 2002). Por otro lado, salvo en el caso de las primeras dos sesiones, donde la alegría es máxima y no se aprecian situaciones de frustración; la tendencia entre todas las sesiones es que la alegría decrece y la frustración aumenta levemente durante el transcurso de la actividad. Entre sesiones no se observan grandes diferencias en la variación de estos valores. Se puede inferir que los estudiantes se fueron acostumbrando al videojuego a medida que avanzaba el número de sesiones, perdiendo el asombro inicial, pero esto no incidió en un rechazo al videojuego. Finalmente, se puede observar que el grado de interés es más positivo que negativo, observando un patrón de disminución dentro de las sesiones para las conductas de

Excitación, y de sutil crecimiento para las de Aburrimiento. Entre sesiones no se observa un patrón. Concluimos que la presencia de agrado se impone por sobre el desagrado durante todo el desarrollo de la actividad.

El segundo conjunto de conductas observadas hacen referencia a las dinámicas de los alumnos en el aula. En las Figuras 5-6 y 5-7, al igual que con el primer conjunto de conductas, se muestra el promedio de eventos característicos en intervalos de 15 minutos, agrupadas de a dos sesiones conjuntas.

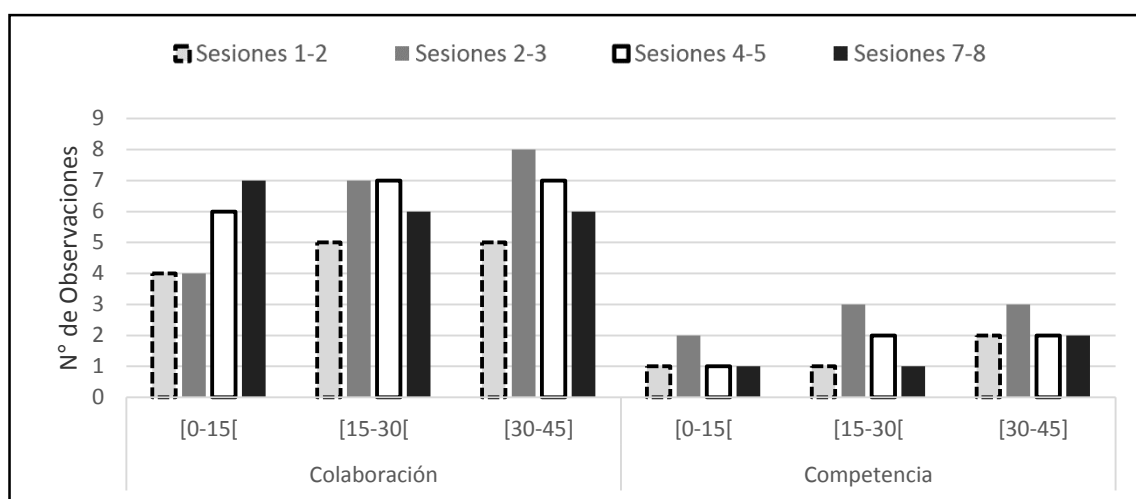


Figura 5-6: Modo de Interacción por intervalo de tiempo.

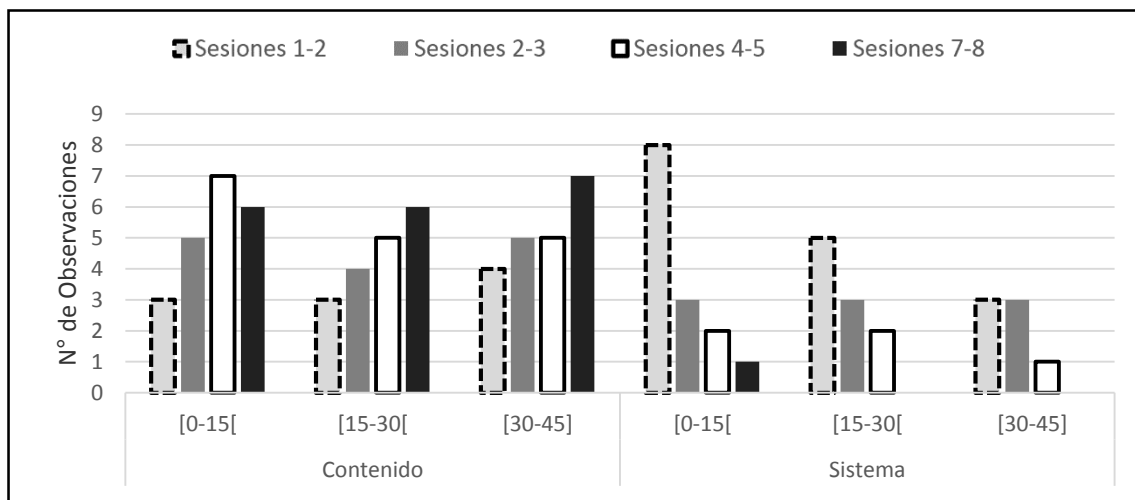


Figura 5-7: Solicitud de Ayuda por intervalo de tiempo.

Respecto la interacción entre los alumnos (Figura 5-6), desde la segunda sesión se observa un incremento en la colaboración, que es mucho mayor que la competencia. Así, el videojuego logra su objetivo consiguiendo que los alumnos sigan la mecánica colaborativa. Respecto las solicitudes de ayuda (Figura 5-7), se observa que al comienzo de la primera sesión, las solicitudes relacionadas con la utilización del sistema son mayores a las relacionadas con los contenidos curriculares, reduciéndose hasta desaparecer en las últimas sesiones. Esto nos muestra que los alumnos se adaptaron con rapidez al juego. Por otro lado, las preguntas respecto al contenido de la actividad aumentan hasta la segunda mitad de las sesiones. Aunque éstas se mantienen relativamente estables, en promedio la cantidad de ocurrencias fue mayor que las relacionadas al uso del software.

Finalmente, del cuestionario de interés y motivación, se desprende que la gran mayoría de los estudiantes, mientras jugaban, querían seguir haciéndolo y que una vez acabada la sesión querían volver a jugar. Por otro lado, gran parte de los alumnos indicó que, mientras jugaban, disfrutaban de la actividad, no pensaban en el recreo, no sentían que estaban en clases y que, al finalizar de la sesión, estaban contentos con su avance conseguido en el juego. En relación a la colaboración, la gran mayoría de los alumnos indicó que les gustó trabajar en equipo y que habían ayudado a sus compañeros cuando lo necesitaban, y sentían que esta ayuda fue recíproca. En la Tabla 5-4 se presenta una selección de las preguntas del cuestionario y las tendencias en las respuestas.

Tabla 5-4: Selección de preguntas del cuestionario de interés y motivación.

Pregunta	Sí	No
Quiero seguir jugando	95.5%	4.5%
Quiero jugar de nuevo	90.9%	9.1%
Quiero saber cómo continúa la historia	90.9%	9.1%
Lo pasé bien mientras jugaba	95.5%	4.5%
Mientras jugaba, pensaba en cuánto faltaba para salir a recreo	18.2%	81.8%
Olvidé que estaba en clases mientras jugaba	68.2%	31.8%
Estoy contento(a) por lo que hice en el juego	86.4%	13.6%
Me gustó jugar en equipo	95.5%	4.5%

Ayudé a mis compañeros a aprender mientras jugaba	90.9%	9.1%
Mis compañeros me ayudaron a aprender mientras jugaba	81.8%	18.2%

Adicionalmente, considerando las dos preguntas de desarrollo incluidas en el cuestionario de inmersión relacionado con lo que más y lo que menos les gustaba del videojuego, se evidencia una dominancia por disparar a los blancos/asteroides como lo más positivo, y la etapa tutorial (aprendizaje de controles y mecánica de juego) como lo más negativo.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

Los resultados obtenidos del análisis de datos realizados en este trabajo muestran una diferencia estadísticamente significativa entre el pre y post-test. De esta manera se demuestra que la implementación de una mecánica *shooter* en la sala de clases se vuelve una herramienta admisible ya que mejora el rendimiento académico de los alumnos. Adicionalmente, el trabajo colaborativo que realizan los alumnos produce buenos resultados y no se genera competitividad ni disrupción significativos durante el transcurso de las sesiones. A su vez, los alumnos se muestran alegres y motivados con la actividad, manteniendo el foco de atención.

De esta manera, considerando lo anteriormente expuesto, se valida nuestra hipótesis inicial de que es posible utilizar un videojuego de mecánica *shooter* para la enseñanza de contenidos curriculares, mediado por un proceso de aprendizaje colaborativo, donde se logra aprendizaje efectivo y motivación en la actividad. Asimismo, el modelo propuesto en este trabajo responde coherentemente a las necesidades de un entorno educativo y plantea guías efectivas para el desarrollo de *shooters* adecuados para el aula.

Por otro lado, no se evidenció un aumento en la agresividad entre los alumnos, apoyando la aseveración de que los juegos *shooter* no son intrínsecamente violentos: la violencia se encuentra inserta en los contenidos. Si el contenido es adaptado adecuadamente, es posible utilizar esta mecánica en contextos educativos sin resultados adversos.

En cuanto al proceso de desarrollo del videojuego, algunas de las barreras con las que nos enfrentamos fue el control de las componentes lúdicas incluidas. Un exceso de elementos estimulantes produce la pérdida del foco de atención de los alumnos, dificultando el cumplimiento de los objetivos pedagógicos. Por esta razón es importante controlarlos y realizar pruebas de usabilidad iterativas, de tal manera de identificar focos potenciales de disrupción. Una vez balanceada la lúdica con la pedagogía, los videojuegos pueden volverse una herramienta sumamente poderosa y atractiva para los alumnos y profesores.

Finalmente, la tecnología empleada para el desarrollo de videojuegos educativos es un componente clave y que puede determinar el éxito o el fracaso de la implementación. Esta tecnología debe tomar en consideración los recursos tecnológicos con los que cuentan las instituciones de educación, de tal manera de adecuarse a sistemas con baja capacidad de cómputo (CPU y GPU) y memoria. Bajo esta primicia, el *framework* implementado responde adecuadamente a características variables de los sistemas en los que fue instalada la versión final del videojuego, permitiendo activar o desactivar características en función de los recursos disponibles.

Como trabajo futuro se propone la implementación de otros contenidos curriculares utilizando la tecnología planteada en esta tesis, con el objetivo de verificar si el modelo propuesto responde adecuadamente a distintos tipos de conocimiento. Estos cambios de contenidos pueden requerir utilizar otras mecánicas de fragmentación.

Por otro lado, en este trabajo se demostró que es admisible la utilización de mecánicas *shooter* como herramienta educativa, pero no se evaluó la calidad con la que esta mecánica potencia el reforzamiento de contenidos. Quedaría pendiente la realización de un estudio para evaluar el impacto real de esta mecánica por sobre otras y determinar qué puntos son deficientes, de tal manera de actualizar el modelo considerando esta nueva información.

Como conclusión final podemos mencionar que, pese a las dificultades experimentadas durante el proceso de diseño y desarrollo de nuestro prototipo, la implementación del videojuego tuvo gran acogida por parte de los docentes y alumnos, lo que se ve demostrado en los resultados obtenidos. Esperamos que este estudio permita derribar ciertos prejuicios que surgen de la implementación de soluciones tecnológicas alternativas o impensadas en un contexto educativo, ya que quizás es ahí donde se encuentra la verdadera potencialidad de las TICs en las salas de clases.

BIBLIOGRAFIA

Adachi, P. J., & Willoughby, T. (2011). The effect of video game competition and violence on aggressive behavior: Which characteristic has the greatest influence? *Psychology of Violence*, 1(4), 259.

Adinolf, S., & Turkay, S. (2011). Controlling your game controls: Interface and customization. *Proceedings of the 7th International Conference on Games Learning Society Conference*, pp. 13-22.

Agarwal, M., & Saha, S. (2011). Learning chemistry through puzzle based game: Atoms to molecule. *Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), 2011 9th International Conference on*, pp. 189-193.

Anderson, C. A., & Carnagey, N. L. (2004). Violent evil and the general aggression model. *The Social Psychology of Good and Evil*, 168-192.

Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., et al. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 136(2), 151.

Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2001). Effects of violent video games on aggressive behavior, aggressive cognition, aggressive affect, physiological arousal, and prosocial behavior: A meta-analytic review of the scientific literature. *Psychological Science*, 12(5), 353-359.

Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86-107.

Barlett, C. P., Harris, R. J., & Baldassaro, R. (2007). Longer you play, the more hostile you feel: Examination of first person shooter video games and aggression during video game play. *Aggressive Behavior*, 33(6), 486-497.

Berg, H. A. (2010). The computer game industry. (Master of Science Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Department of Telematics).

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). Cronbach's alpha. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 314, 572.

Bruns, A. (2007). Produsage: Towards a broader framework for user-led content creation. *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition*, Washington, DC, USA. pp. 99-106.

Carnagey, N., & Anderson, C. (2004). Violent video game exposure and aggression. *Minerva Psichiatrica*, 45(1), 1-18.

Chorney, A. I. (2012). Taking the game out of gamification. *Dalhousie Journal of Interdisciplinary Management*, 8(1).

Coller, B. D., & Shernoff, D. J. (2009). Video game-based education in mechanical engineering: A look at student engagement. *International Journal of Engineering Education*, 25(2), 308-317.

Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.

De Jong, J. (2012). Framework for PISA 2015: What 15-years-old should be able to do?. *4th Annual Conference of Educational Research Center*,

Demers, L. & Christiansen, J. (2012). *The evaluation of the lure of the labyrinth challenge*. TERC. 2067 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02140: STEM Education Evaluation Center (SEEC).

DiCerbo, K. E. (2014). Game-based assessment of persistence. *Educational Technology & Society*, 17(1), 17-28.

Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational Technology, Research and Development*, 53(2), 67-83.

Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. *Three Worlds of CSCL.can we Support CSCL?*, 61-91.

Eiser, C., Mohay, H., & Morse, R. (2000). The measurement of quality of life in young children. *Child: Care, Health and Development*, 26(5), 401-414.

Eskelinen, S. (2012). Applying video games in language learning and teaching : The learner perspective: A case study. (Bachelor's thesis, University of Jyväskylä. Department of Languages.).

Ferguson, C. J., Rueda, S. M., Cruz, A. M., Ferguson, D. E., Fritz, S., & Smith, S. M. (2008). Violent video games and aggression causal relationship or byproduct of family violence and intrinsic violence motivation? *Criminal Justice and Behavior*, 35(3), 311-332.

- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Greenberg, B. S., Sherry, J., Lachlan, K., Lucas, K., & Holmstrom, A. (2010). Orientations to video games among gender and age groups. *Simulation & Gaming*, 41(2), 238-259.
- Griffiths, M. (1999). Violent video games and aggression: A review of the literature. *Aggression and Violent Behavior*, 4(2), 203-212.
- Hayes, E., & Silberman, L. (2007). Incorporating video games into physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 78(3), 18-24.
- Holbert, N. R., & Wilensky, U. (2010). FormulaT racing: Combining gaming culture and intuitive sense of mechanism for video game design. *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume 2*, pp. 268-269.
- Huizinga, J. (1950). *Homo ludens, a study of the play-element in culture*. Oxford, England: Roy.
- Infante, C., Hidalgo, P., Nussbaum, M., Alarcón, R., & Gottlieb, A. (2009). Multiple mice based collaborative one-to-one learning. *Computers & Education*, 53(2), 393-401.
- Jesper, J. (2003). The game, the player, the world: Looking for a heart of gameness. *Level Up Conference Proceedings*, pp. 30-45.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Learning together and alone: Overview and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 95-105.
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *NMC horizon report: 2012 K-12*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kaplan, F., DoLenh, S., Bachour, K., Kao, G. Y., Gault, C., & Dillenbourg, P. (2009). Interpersonal computers for higher education. *10*, 129-145.
- Kaptelinin, V., & Cole, M. (1997). Individual and collective activities in educational computer game playing. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, pp. 142-147.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427-443.
- Lepper, M. R., & Malone, T. W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. *Aptitude, Learning, and Instruction*, 3, 255-286.

- Lieberman, D. (1998). Health education video games for children and adolescents: Theory, design, and research findings. *48th Annual Meeting of the International Communication Association*, Jerusalem, Israel.
- Lim, S., & Lee, J. R. (2009). When playing together feels different: Effects of task types and social contexts on physiological arousal in multiplayer online gaming contexts. *CyberPsychology & Behavior*, 12(1), 59-61.
- Malone, T. W. (1981). What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games. *Pipeline*, 6(2), 50.
- Malone, T. W., & Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. *Aptitude, Learning, and Instruction*, 3(1987), 223-253.
- MINEDUC, M. (2013). *Lenguaje y comunicación: Programa de estudio para cuarto año básico*. Alameda 1371, Santiago, Chile: Ministerio de Educación, República de Chile, Unidad de Currículum y Evaluación.
- Montag, C., Weber, B., Trautner, P., Newport, B., Markett, S., Walter, N. T., et al. (2012). Does excessive play of violent first-person-shooter-video-games dampen brain activity in response to emotional stimuli? *Biological Psychology*, 89(1), 107-111.
- Nussbaum, M., Alvarez, C., McFarlane, A., Gomez, F., Claro, S., & Radovic, D. (2009). Technology as small group face-to-face collaborative scaffolding. *Computers & Education*, 52(1), 147-153.
- Piaget, J., & Cook, M. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York, NY, USA: W W Norton & Co.
- Piers, E. V., & Harris, D. B. (1964). Age and other correlates of self-concept in children. *Journal of Educational Psychology*, 55(2), 91-95.
- Pittman, C. (2013). Teaching with portals: The intersection of video games and physics education. *LEARNing Landscapes*, 6(2), 341-360.
- Provost, J. A. (1990). *Work, play, and type: Achieving balance in your life* Consulting Psychologists Press.
- Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzels, C. D., & Whitehill, D. V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation & Gaming*, 23(3), 261-276.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology Research and Development*, 44(2), 43-58.

- Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. *Computer Supported Collaborative Learning*, pp. 69-97.
- Säljö, R. (1998). Learning as the use of tools: A sociocultural perspective on the human-technology link. In K. Littleton, & P. Light (Eds.), *Learning with computers* (pp. 144-161) Routledge.
- Schmierbach, M. (2010). "Killing spree": Exploring the connection between competitive game play and aggressive cognition. *Communication Research*, 37, 256-274.
- Scott, S. D., Mandryk, R. L., & Inkpen, K. M. (2002). Understanding children's interactions in synchronous shared environments. *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*, pp. 333-341.
- Squire, K. D. (2005). Educating the fighter: Buttonmashing, seeing, being. *On the Horizon*, 13(2), 75-88.
- Susaeta, H., Jimenez, F., Nussbaum, M., Gajardo, I., Andreu, J. J., & Villalta, M. (2010). From MMORPG to a classroom multiplayer presential role playing game. *Educational Technology & Society*, 13(3), 257-269.
- Tavinor, G. (2008). Definition of videogames. *Contemporary Aesthetics*, 6.
- Tavinor, G. (2009). The definition of videogames revisited. *The Philosophy of Computer Games Conference*, Oslo, Norway.
- Torrente, J., Del Blanco, Á., Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2009). Implementing accessibility in educational videogames with <e-adventure>. *Proceedings of the First ACM International Workshop on Multimedia Technologies for Distance Learning*, pp. 57-66.
- Trucano, M. *One mouse per child*, *EduTech: A world bank blog on ICT use in education*. <http://blogs.worldbank.org/edutech/onemouse-per-child>
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68-77.
- Uhlmann, E., & Swanson, J. (2004). Exposure to violent video games increases automatic aggressiveness. *Journal of Adolescence*, 27(1), 41-52.
- Underwood, H., Garg, S., Tseng, C., Findlater, L., Anderson, R., & Pal, J. (2010). Exploring collaborative learning methods for multiplayer educational games in low resource

environments. *Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Savannah, Georgia, USA.

Villalta, M., Gajardo, I., Nussbaum, M., Andreu, J. J., Echeverría, A., & Plass, J. (2011). Design guidelines for classroom multiplayer presential games (CMPG). *Computers & Education*, 57(3), 2039-2053.

Voida, A., Carpendale, S., & Greenberg, S. (2010). The individual and the group in console gaming. *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 371-380.

Vorderer, P., Hartmann, T., & Klimmt, C. (2003). Explaining the enjoyment of playing video games: the role of competition. In *Proceedings of the second international conference on Entertainment computing* (pp. 1-9). Carnegie Mellon University.

Vigotsky, L. S. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.

West, C. K., Farmer, J. A., & Wolff, P. M. (1991). *Instructional design: Implications from cognitive science* Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ.

Wiklund, M. (2006). The game genre factor in computer games based learning. *Proceedings of CGAMES 2006, 8: Th International Conference on Computer Games, AI and Mobile Systems, 24-27 July 2006, Louisville, Kentucky, USA*.

Zagal, J. P., Rick, J., & Hsi, I. (2006). Collaborative games: Lessons learned from board games. *Simulation & Gaming*, 37(1), 24-40.

Zagal, J. P., Nussbaum, M., & Rosas, R. (2000). A model to support the design of multiplayer games. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 448-462.

Zurita, G., & Nussbaum, M. (2007). A conceptual framework based on activity theory for mobile CSCL. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 211-235.

ANEXOS

ANEXO A : PAPER

Using Shooters as Educational Video Games

V. Beserra, J. J. Andreu, M. Nussbaum

School of Engineering, Computer Science Department,
Pontificia Universidad Católica de Chile

ABSTRACT

Various studies using video games as an educational tool have revealed the benefits of certain game mechanics in education. One popular mechanic that has yet to be used for educational means is the shooter. This is because shooters are considered to be violent games. Based on the idea that shooters are not intrinsically violent, the present study analyzes how this mechanic can be combined with collaborative work in the classroom for educational purposes. In order to do so, a model for creating educational shooting games is proposed. This model is then used to develop a video game for practicing grammar. The results show that the video game leads to effective learning among students, as well as motivating them and keeping them engaged throughout the activity.

Keywords

Educational video games, Game-based learning, Educational video game design, Shooter, Grammar Practice, collaborative learning.

1. Introduction

Given its wide range of applications and potential in the classroom, video game-based learning has emerged as a promising trend with high expectations (Johnson, Adams, & Cummins, 2012). Video games can keep students motivated and engaged in an activity (Malone, 1980; Dickey, 2005). They can also foster collaboration (Kaptelinin & Cole, 1997; Nussbaum et al., 2009) and enhance active learning (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002).

One of the top-selling genres of video games is the shooter (Entertainment Software Association, 2014). Shooters are a sub-category of shoot 'em ups (Griffiths, 1999), also known among gamers as first-person shooters (FPS) and third-person shooters (TPS) (Berg, 2010). According to Griffiths (1999), these games use various weapons to shoot objects, a task which usually involves killing or destroying a target. These types of video game are generally played individually, or encourage competition between players.

Video games can be played individually or in groups. In the latter case, these can be competitive, cooperative or collaborative (Vida, Carpendale, & Greenberg, 2010). It is this competitive element (i.e. the way in which players interact) and not necessarily the content of the game itself which can lead to violent behavior (Adachi & Willoughby, 2011). A violent game played cooperatively reduces aggressiveness (Lim & Lee., 2009; Schmierbach, 2010). Complementary to this, the benefits of collaboration in educational activities are widely known (Johnson & Johnson 2002; Roschelle & Teasley 1995). Such activities can help students build interpersonal skills, exchange information, develop new points of view and reflect on their learning (Villalta et al., 2011; Zagal, Nussbaum, & Rosas, 2000). Collaborative work in the classroom has also been defined as an essential component of 21st Century Skills (Bruns, 2007). To highlight the importance of collaboration, this skill will be assessed by the PISA test from 2015 (De Jong, 2012).

The core elements of a shooting game include the selection (shot) (Griffiths, 1999), competition (Adachi & Willoughby, 2011; Vorderer, Hartmann, & Klimmt, 2003) and a violent narrative (Montag et al., 2012). This is why for years shooters have been considered violent games that lead to increased hostility and aggressiveness among players (Anderson & Carnagey, 2004; Anderson et al., 2010; Barlett, Harris, & Baldassaro, 2007; Uhlmann & Swanson, 2004). They would therefore appear to be far from ideal as a tool for teaching in schools. However, given their popularity, especially among young people (Wiklund, 2006), our research question asks: If competition is replaced by collaboration while maintaining the element of selection within a non-violent narrative, can non-violent shooters still be attractive to students?

2. Defining a design guideline for developing an educational, collaborative shooter

The following guideline is proposed for developing a non-violent, collaborative shooter:

Video game in a non-violent context: It is important to replace violent elements of the game with more neutral elements as these can directly influence the player's behavior. It is also necessary to replace weapons with tools that do not cause damage and which are not destructive. The game's narrative relates what is happening in the game (Qin, Rau, & Salvendy, 2010) and makes players feel they are part of the story (Sweetser & Johnson, 2004). In this case, the narrative must also be non-confrontational.

Face-to-face, collaborative interaction: The competitive element must be replaced by a collaborative one. As such, classmates must work together to achieve a specific objective by following a set of rules and fulfilling different roles (Dillenbourg, 1999). The activity must be designed in such a way that the children have to plan their strategy and assign tasks among themselves in order to meet the game's objective (Infante et al., 2010).

For learning to be collaborative, a series of elements must be present. The first of these is a common goal: the members of a group must make an effort to solve a problem together (Dillenbourg, 1999). The second is positive interdependence: students can only successfully achieve their goals if their classmates are also successful (Brush, 1998). The third is coordination and communication: the interdependence between activities (Malone & Crowston, 1990) must be managed in such a way that the interaction occurs in the right order and at the right time. By doing so, breakdowns in communication and collaboration can be avoided (Gutwin & Greenberg, 2004). The fourth element is individual responsibility: when each member of the group completes an action, all other members must be able to observe the consequences of this action. Each individual is therefore held responsible to their peers for this action (Janssen, Erkens, Kanselaar, & Jaspers, 2007). The fifth element is collective awareness: this gives the members of the group access to information on the status of their classmates (Zurita & Nussbaum, 2004). This is achieved by everyone receiving the same information, aiding the decision making process (Gutwin & Greenberg, 2004). The sixth and final element is joint rewards: the rewards or punishments must be awarded based on the performance of all of the players; everyone should win or lose together (Zagal, Rick, & Hsi, 2006).

When the conditions for collaboration are met, students see their classmates as a source of knowledge and support, rather than as competitors (Zurita & Nussbaum, 2004).

Collaborative selection mechanism: Each player is assigned a specific role. For example, there could be objects that can only be handled by certain players. The interaction between player and object is produced using tools which allow objects to be selected at a given moment. The mechanism for selecting and distributing objects must encourage equal participation by every member of the group. This is achieved by using a coordination mechanism that forces each participant to carry out their task (Infante, Hidalgo, Nussbaum, Alarcón, & Gottlieb, 2009). To successfully complete the activity, the student must not only meet their individual objective but also help ensure that the other children in the group achieve theirs (Szewkis et al., 2011).

3. Applying the design guideline

To answer our research question, an educational video game was developed using face-to-face, collaborative selection. The game did not include any violent elements and was designed to practice grammar. The steps required in order to follow the design guideline were as follows:

Video game in a non-violent context: The narrative describes a journey to space where the students play the role of astronauts that have suffered a loss of fuel from their spaceship following an accident. In order to recover the fuel and return to Earth, the students must overcome a series of obstacles. Each player controls a laser which allows them to connect with their assigned objects. It is worth noting that the laser is disabled if it might damage another player or destroy an element of the environment.

Face-to-face, collaborative interaction: A collaborative activity based on a shared display was chosen (Infante et al., 2009). In this activity, the students had to arrange the objects assigned to them in a pre-defined order. The group's common goal was to assemble phrases using the words assigned to each player. Positive interdependence occurred by assigning each student one or more of the words from the phrase to be assembled. The students had to communicate with each other in order to work out when it was each player's turn to add their word to the phrase. Each player was responsible for their actions as these could be observed on the shared display. This also helped produce collective awareness of the phrase that was being assembled. Finally, the rewards that were given out were collective as the feedback was the same for the whole group, regardless of whoever might have made a mistake.

The work was done in small groups as it allowed the students to observe the needs of the other members of the group, understand their focus and find the best way to explain their ideas (Lave & Wenger, 1991; Rogoff & Lave, 1984). It was decided to work in groups of three because Infante et al., (2010) suggest that players tend to talk rather than collaborate when in pairs, while in groups of four or more it is difficult to reach a consensus.

Collaborative selection mechanism: All of the students in a group must answer the same question (Figure 1). In order to do so, they must assemble a phrase using words that are written in an asteroid belt. Players select the words using their lasers. The players can only select asteroids that were assigned to them, indicated by the different colors. The difficulty comes from the fact that the phrase is assembled as the words are selected. In other words, the students must coordinate the sequence in which they select the words. Furthermore, each student is assigned extra words that must be ignored. Once the phrase has been assembled, all the students simultaneously receive feedback on their performance and are required to reassemble the phrase if it was not correct.

The game is divided into increasing levels of difficulty (Sampayo-Vargas, Cope, He, & Byrne, 2013), in line with the game's narrative (Kiili, de Freitas, Arnab, & Lainema, 2012). This ensures that the game is aligned with the child's abilities (Fu, Su, & Yu, 2009) and thus avoids frustration (Infante et al., 2010). The first activities were simple, with the aim of building the players' confidence (Charsky, 2010), allowing them to master the game and giving them a sense of achievement. However, they were not so trivial as to be boring (Sampayo-Vargas et al., 2013).



Figure 1. Game's display, highlighting the consensus required to answer a question.

4. Experimental Work

4.1 Sample

To answer our research question, a study was conducted in a state-subsidized private school in Santiago, Chile. The study involved a 4th grade class with 25 students aged between 8 and 9 (Table 1, Line 1). Only students who were present for both the pre-test and post-test were considered participants (Table 1, Line 2). The distribution of students by gender is shown in Table 1 on Lines 3 and 4. The study was conducted over 8 sessions of 45 minutes each, according to the teacher's availability and restrictions placed by the school. These sessions were spread evenly over a period of two months. The students' average attendance was calculated (Table 1, Line 5) in order to ensure that the intervention was similar for each student. This corresponded to the average number of sessions attended by the students in the class and was obtained from the data stored by the video game after each session.

Table 1. Class characteristics.

Students in the class	25
Participating students	22
Participating boys	9
Participating girls	13
Average number of sessions attended by each student	7.25

4.2 Quantitative Instrument

A 30-question multiple choice test was designed to evaluate the model's effectiveness. The questions focused on the Spanish grammar topics that were covered in the video game. The test was designed by educators and validated by the classroom teacher. The same test was used for the pre-test and post-test, with each lasting 45 minutes and conducted under identical conditions. Cronbach's Alpha (Cronbach, 1951) for

the test was over 0.82. This suggests that, based on the contents of the test, the criteria used were acceptable for classifying the students (Bland & Altman, 1997).

Furthermore, the software recorded every action carried out by the students when answering a question: question number, time/date, and whether the answer was correct or incorrect. This data was used to conduct an analysis of the progress made in the game and how efficiently the students dealt with each topic.

4.3. Qualitative Instruments

An observation guideline was designed to analyze student behavior during the activity and measure their level of commitment to and interest in the activity (Table 2). The information was recorded on a tablet, allowing the observer not only to record the event but also the moment that it occurred. This instrument was used by an observer that was specially trained for the task so that the measurement would not affect the results of the study. Furthermore, a second, external evaluator worked together with the teacher to answer questions about the contents of the game and how to play. In activities conducted prior to this study, it was observed that students often have more questions regarding the contents when using a video game than during a more traditional class. The presence of a second evaluator was therefore considered to be necessary.

It should be noted that, prior to the study, a team of experts reviewed the list of observable behaviors in order to corroborate their validity as an observation tool capable of identifying the behavior of the students.

Table 2. Characteristics evaluated by the observers.

Characteristic	Values	Description	Behavior
Request for help	System	Evaluation of the assistance requested by the students: system (controls, interface, instructions etc.) or content (concepts and/or knowledge).	“How do I shoot this asteroid?” “Which can I shoot?” “How do we confirm our answer?”
	Content		“Sir/Miss, how correct is this?” “Sir/Miss, how do you do this?” “I don’t know how to conjugate this”
Form of interaction between students	Collaboration	Whether the students collaborate or compete with each other to achieve the common goal.	A student teaches another student how to answer the question. A student shows another student a different way of answering a question. “It’s not like that... Look,...” A student gives the answer to another student. “Choose the word Planets! Planets!”
	Competition		“Look, I’ve got more energy than you!” “I haven’t died in the game – you have!” “I shot quicker!”
Post-feedback behavior	Happiness	Happiness or frustration is perceived when observing the students’ attitudes after receiving feedback from the game.	“I finished my part!” “I won half the energy!” “Well done! Now let’s go for the next stage!” The student comments on the number of rewards achieved.
	Frustration		“We lost!” “But what was wrong with that?” “That’s not fair! My part was correct!”
Level of interest	Excitement	The students’ level of interest is measured after the activity (whether they are focused on the game or on external factors).	“Look Sir/Miss! I’ve got full energy!” “We finished before everyone!” The student talks about how they won or made progress in the game.
	Boredom		“This game never ends” “Good – it’s time for recess!”
Disruptive behavior	Disruption	Whether a student disrupts his/her classmate’s work. They don’t work or are unmotivated and show signs of being restless or bored.	“Sir/Miss can I go to the bathroom?” “Aren’t there any other games?” The student bothers or talks to their classmates. The student interacts with other objects (telephone, book, toy, among others).
	Boredom		“Sir/Miss I don’t want to play this game anymore!” The student doesn’t participate in the activity. The student appears uninterested, rests their head in their hands, looking or not looking at the screen. The student looks around the class for something other than the game.

In addition to this, a second instrument was designed to evaluate the students' impression of the activities, as well as measuring their level of interest and motivation, Table 5. This instrument was applied following the post-test and lasted for 30 minutes. The instrument consisted of a ten-question survey of the students' opinion of the activity. In order to limit the possible difficulty of interpreting the questions on the student survey, it was decided to use yes/no questions (Piers & Harris, 1964). This is because children of this age are not capable of using a multiple-point scale such as a Likert scale (Eiser, Mohay, & Morse, 2000). To complement this, two open-ended questions were included to ask the students what they liked most and least about the video game.

5. Results

5.1 Quantitative

The results of the pre- and post-test are shown in Table 3. The statistical significance was measured using a Student t-Test and revealed significant results. The Group $\Delta\%$ corresponds to the average progress made by the students during the study. This was done by measuring the difference between the results of both tests (pre- and post-test). A large effect size was detected using Cohen's d .

Table 3. Statistical significance of the pre- and post-test scores.

<i>N</i>	<i>t</i> -Test	Pre-test		Post-test		Group $\Delta\%$	Cohen's d (effect size)
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
22	<.001	29.32	7.03	34.56	6.18	11.6%	0.79 (large effect)

An Analysis of Variance (ANOVA) was used to statistically compare the results obtained on the pre-test and post-test. The results show a statistically significant impact on learning ($F(1, 43) = 6.88, p < .012$), thus showing that learning occurred when using the shooting game (Table 4).

Table 4. Analysis of Variance Test

Origin of the variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean square	F	P	Critical Value of F
Between group	305.818182	1	305.818182	6.8830321	0.0120773	4.07265366
Within group	1866.09091	42	44.4307359			
Total	2172	43				

4.2 Qualitative

The X axis in Figure 2 shows the average number of occurrences of disruptive behavior (Figure 2a), post-feedback behavior (Figure 2b) and level of interest (Figure 2c) observed in 15 minute intervals for the first, second, third, fourth, fifth, sixth, seventh and eighth sessions (X axis). Given the similarities between pairs of sessions, the analysis was helped by grouping the sessions together as pairs.

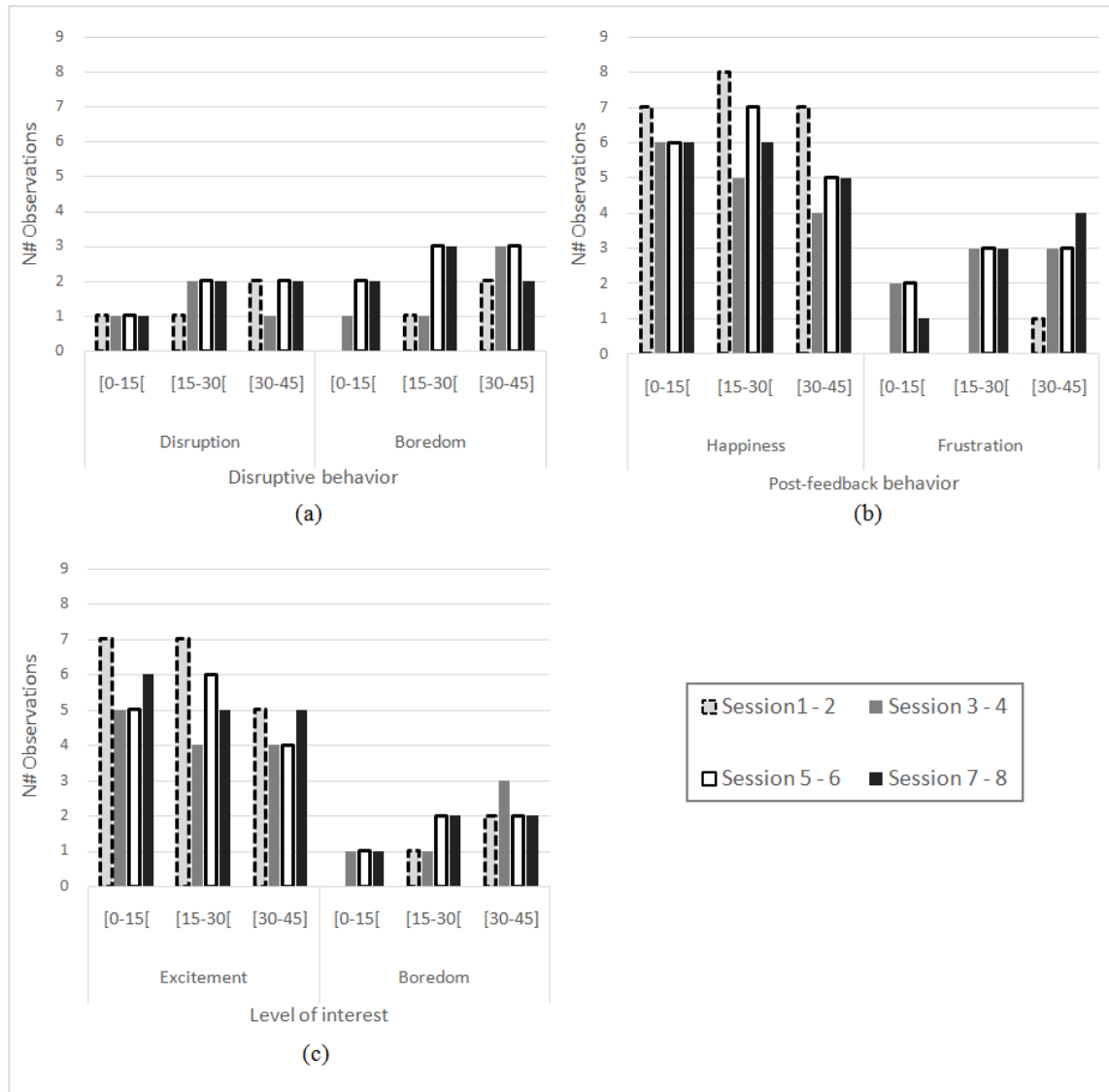


Figure 2. Average number of occurrences of (a) Disruptive behavior, (b) Post-feedback behavior and (c) Level of interest, in 15 minute intervals for the first & second, third & fourth, fifth & sixth and seventh & eighth sessions.

Occurrences of behavior relating to Disruption and Boredom varied little during each session, as well as between sessions. The participating teacher mentioned that the students were much more concentrated on the video game than they would be in a traditional class. A committed player wants to keep playing (Adinolf & Turkay, 2011) and is willing to concentrate on the game's tasks (Garris et al., 2002). With the exception of the first session, where Happiness is at its highest level and Frustration is almost non-existent, Happiness decreases slightly towards the end of each session, while Frustration increases slightly. No great differences were observed between sessions. From this, it can be inferred that the students grew accustomed to the video game with each session and therefore gradually got over the initial surprise. However, this did not lead to a rejection of the video game. Finally, the level of interest is more positive than negative. A pattern can be observed during each session where the level of Excitement decreases and the level of Boredom increases

slightly. Such a pattern is not observed between sessions. We conclude that throughout the study, the students are generally happy with the activity.

The second set of observed behaviors relates to the students' dynamic in the classroom (Figure 3). These are presented as the average number of occurrences in 15 minute intervals grouped by pairs of sessions, as in Figure 2.

With regards to the interaction between students (Figure 3a), an increase in collaboration can be seen from the second session onward. This increase is much more pronounced than the increase in competition. Therefore, the video game meets its objective by getting the students to follow the collaborative mechanic. The requests for help in using the system are more frequent during the first session; especially at the beginning (Figure 3b). These then decrease until practically disappearing in the final sessions. This shows us that the students quickly adapted to the game. Furthermore, questions about the content increased until the second half of the study, where they leveled off. These questions were more frequent than questions about the use of the software.

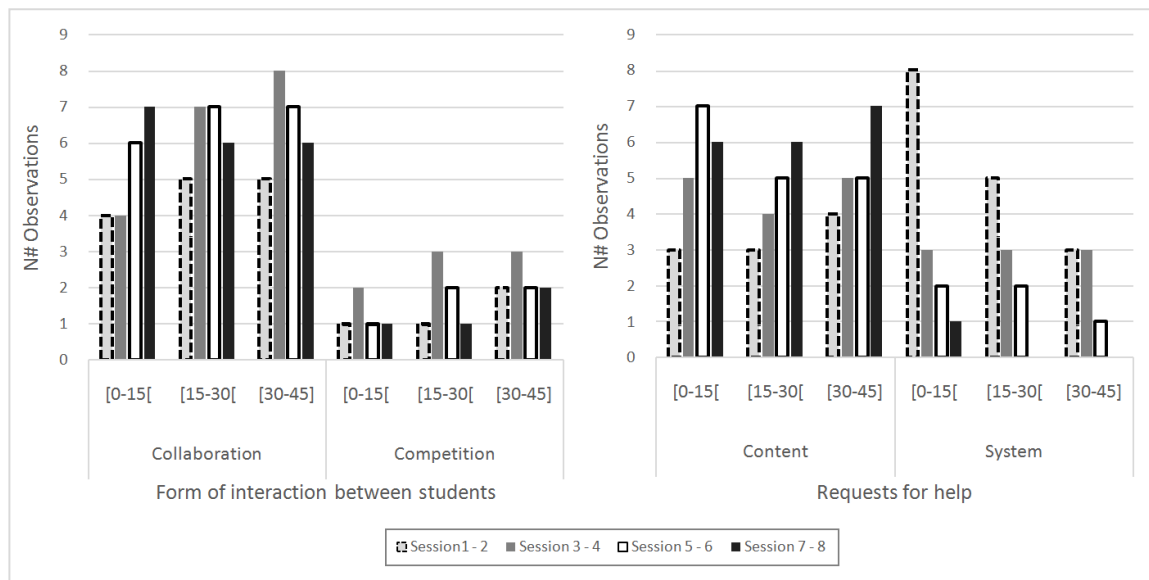


Figure 3. Students' dynamic in the classroom.

Finally, the results from the survey on interest and motivation reveal that while playing, the vast majority of students wanted to continue (Table 5, Line 1) and that when the session ended they wanted to play again (Table 5, Lines 2 and 3). In addition to this, the majority of students indicated that, when playing, they enjoyed the activity, did not think about recess, did not feel like they were in class and, at the end of the session, were happy with their progress in the game (Table 5, Lines 4 to 7). With regards to collaboration, the vast majority of students indicated that they liked working as a team, had helped their classmates and received help themselves (Table 5, Lines 8 to 10).

Table 5. Questions from the survey on student interest and motivation

Question	Yes	No
I want to keep playing	95.5%	4.5%
I want to play again	90.9%	9.1%
I want to know how the story continues	90.9%	9.1%
I enjoyed myself while playing	95.5%	4.5%
When I was playing I was thinking about how long to go until recess	18.2%	81.8%
I forgot I was in class when I was playing the game	68.2%	31.8%
I'm happy with what I did in the game	86.4%	13.6%
I liked playing as a team	95.5%	4.5%
I helped my classmates learn while playing	90.9%	9.1%
My classmates helped me learn while playing	81.8%	18.2%

Furthermore, based on the two open-ended questions included in the survey with regards to what they most and least liked about the video game, there is an overwhelming preference for using the laser to select the words/asteroids, while the tutorial (videos to learn how to play the game) was highlighted as being the most negative aspect of the activity.

6. Conclusion

To answer our research question: If competition is replaced by collaboration while maintaining the element of selection within a non-violent narrative, can non-violent shooters still be attractive to students?, a design guideline was developed for creating face-to-face, collaborative shooting games. This guideline was then applied to the design of an educational video game for teaching Spanish grammar, which was used by 25 students from 4th grade for 8 sessions of 45 minutes each.

On a quantitative level, it is concluded that a face-to-face, collaborative game mechanic for arranging objects selected using a shooter mechanism leads to effective learning among students. On a qualitative level, it can be seen that the game mechanic was appreciated by the students, despite not possessing the classic characteristics of a shooter game. This is supported by the fact that positive behavior (happiness, collaboration and excitement) was observed more than negative behavior (disruption, boredom and frustration).

We conclude that, once carefully adapted, the shooter mechanic enhances student engagement and leads to effective learning without using violent elements. It remains as future work to see how other areas of the curriculum can be taught using the game mechanic proposed in this study, as well as studying which other mechanics could be adapted.

6. References

- Adachi, P. J. C., & Willoughby, T. (2011). The effect of video game competition and violence on aggressive behavior: Which characteristic has the greatest influence? *Psychology of Violence*, 1(4), 259-274. doi:10.1037/a0024908
- Adinolf, S., & Turkay, S. (2011). Controlling your game controls: Interface and customization. *Proceedings of the 7th International Conference on Games + Learning + Society Conference*, Madison, Wisconsin. 13-22.

- Anderson, C. A., & Carnagey, N. L. (2004). Violent evil and the general aggression model. In A. G. Miller (Ed.), *The social psychology of good and evil* (pp. 169-192). New York: Guilford Press.
- Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., . . . Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 136(2), 151-173. doi:10.1037/a0018251
- Barlett, C. P., Harris, R. J., & Baldassaro, R. (2007). Longer you play, the more hostile you feel: Examination of first person shooter video games and aggression during video game play. *Aggressive Behavior*, 33(6), 486-497. doi:10.1002/ab.20227
- Berg, H. A. (2010). *The computer game industry*. (Thesis of Master of Science in Communication Technology, Norwegian University of Science and Technology - Department of Telematics). 1, 1-139.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ*, 314
- Bruns, A. (2007). Produsage : Towards a broader framework for user-led content creation. *Creativity and Cognition : Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition*, Washington, DC.
- Brush, T. (1998). Embedding cooperative learning into the design of integrated learning systems: Rationale and guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 46(3), 5-18. doi:10.1007/BF02299758
- Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games : A change in the use of game characteristics. *Games and Culture*, 5(2), 177-198. doi:10.1177/1555412009354727
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. doi:10.1007/BF02310555
- De Jong, J. H. A. L. (2012). Framework for PISA 2015: What 15-years-old should be able to do. *4th Annual Conference of Educational Research Center*, Broumana, Lebanon.
- Dickey, M. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 67-83. doi:10.1007/BF02504866
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Oxford: Elsevier.
- Eiser, C., Mohay, H., & Morse, R. (2000). The measurement of quality of life in young children. *Child: Care, Health and Development*, 26(5), 401-414. doi:10.1046/j.1365-2214.2000.00154.x
- Entertainment Software Association. (2014). 2014 esential Facts About the computer and video Game Industry. Retrieved from http://www.theesa.com/facts/pdfs/ESA_EF_2014.pdf
- Fu, F., Su, R., & Yu, S. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101-112. doi:10.1016/j.compedu.2008.07.004
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467. doi:10.1177/1046878102238607
- Griffiths, M. (1999). Violent video games and aggression: A review of the literature. *Aggression and Violent Behavior*, 4(2), 203-212. doi:10.1016/S1359-1789(97)00055-4
- Gutwin, C., & Greenberg, S. (2004). The importance of awareness for team cognition in distributed collaboration. In E. Salas S. M. Fiore (Ed.), *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance* (pp. 177-201). Washington, DC, US: American Psychological Association. doi:10.1037/10690-009
- Infante, C., Hidalgo, P., Nussbaum, M., Alarcón, R., & Gottlieb, A. (2009). Multiple mice based collaborative one-to-one learning. *Computers & Education*, 53(2), 393-401. doi:10.1016/j.compedu.2009.02.015
- Infante, C., Weitz, J., Reyes, T., Nussbaum, M., Gómez, F., & Radovic, D. (2010). Co-located collaborative learning video game with single display groupware. *Interactive Learning Environments*, 18(2), 177-195. doi:10.1080/10494820802489339
- Janssen, J., Erkens, G., Kanselaar, G., & Jaspers, J. (2007). Visualization of participation: Does it contribute to successful computer-supported collaborative learning? *Computers & Education*, 49(4), 1037-1065. doi:10.1016/j.compedu.2006.01.004

- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *NMC horizon report: 2012 K-12 edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Learning together and alone: Overview and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 95-105. doi:10.1080/0218879020220110
- Kaptelinin, V., & Cole, M. (1997). Individual and collective activities in educational computer game playing. *CSCL '97 Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, 136-141.
- Kiili, K., de Freitas, S., Arnab, S., & Lainema, T. (2012). The design principles for flow experience in educational games. *Procedia Computer Science*, 15(0), 78-91. doi:10.1016/j.procs.2012.10.060
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, MA, US: Harvard University Press.
- Lim, S., & Lee, J. R. (2009). When playing together feels different: Effects of task types and social contexts on physiological arousal in multiplayer online gaming contexts. *Cyber Psychology & Behavior*, 12(1), 59-61. doi:10.1089/cpb.2008.0054
- Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? heuristics for designing instructional computer games. *Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the First SIGPC Symposium on Small Systems*, Palo Alto, California, USA. 162-169. doi:10.1145/800088.802839
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1990). What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems? *Proceedings of the 1990 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Los Angeles, California, USA. 357-370. doi:10.1145/99332.99367
- Montag, C., Weber, B., Trautner, P., Newport, B., Markett, S., Walter, N. T., . . . Reuter, M. (2012). Does excessive play of violent first-person-shooter-video-games dampen brain activity in response to emotional stimuli? *Biological Psychology*, 89(1), 107-111. doi:10.1016/j.biopsycho.2011.09.014
- Nussbaum, M., Alvarez, C., McFarlane, A., Gomez, F., Claro, S., & Radovic, D. (2009). Technology as small group face-to-face collaborative scaffolding. *Computers & Education*, 52(1), 147-153. doi:10.1016/j.compedu.2008.07.005
- Piers, E. V., & Harris, D. B. (1964). Age and other correlates of self-concept in children. *Journal of Educational Psychology*, 55(2), 91-95. doi:10.1037/h0044453
- Qin, H., Rau, P. P., & Salvendy, G. (2010). Effects of different scenarios of game difficulty on player immersion. *Interacting with Computers*, 22(3), 230-239. doi:10.1016/j.intcom.2009.12.004
- Rogoff, B., & Lave, J. (1984). *Everyday cognition: Its development in social context*. Cambridge, MA, US: Harvard University Press.
- Roschelle, J., & Teasley, S. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley (Ed.), *Computer supported collaborative learning* (pp. 69-97) Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-85098-1_5
- Sampayo-Vargas, S., Cope, C. J., He, Z., & Byrne, G. J. (2013). The effectiveness of adaptive difficulty adjustments on students' motivation and learning in an educational computer game. *Computers & Education*, 69(0), 452-462. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.004
- Schmierbach, M. (2010). "Killing spree": Exploring the connection between competitive game play and aggressive cognition. *Communication Research*, 37(2), 256-274. doi:10.1177/0093650209356394
- Sweetser, P., & Johnson, D. (2004). Player-centered game environments: Assessing player opinions, experiences, and issues. In M. Rauterberg (Ed.), (pp. 321-332) Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-28643-1_40
- Szewkis, E., Nussbaum, M., Rosen, T., Abalos, J., Denardin, F., Caballero, D., . . . Alcoholado, C. (2011). Collaboration within large groups in the classroom. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(4), 561-575. doi:10.1007/s11412-011-9123-y
- Uhlmann, E., & Swanson, J. (2004). Exposure to violent video games increases automatic aggressiveness. *Journal of Adolescence*, 27(1), 41-52. doi:10.1016/j.adolescence.2003.10.004
- Villalta, M., Gajardo, I., Nussbaum, M., Andreu, J. J., Echeverría, A., & Plass, J. L. (2011). Design guidelines for classroom multiplayer presentational games (CMPG). *Computers & Education*, 57(3), 2039-2053. doi:10.1016/j.compedu.2011.05.003

- Voida, A., Carpendale, S., & Greenberg, S. (2010). The individual and the group in console gaming. *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Savannah, Georgia, USA. 371-380. doi:10.1145/1718918.1718983
- Vorderer, P., Hartmann, T., & Klimmt, C. (2003). Explaining the enjoyment of playing video games: The role of competition. *Proceedings of the Second International Conference on Entertainment Computing*, Pittsburgh, Pennsylvania. 1-9.
- Wiklund, M. (2006). The game genre factor in computer games based learning. *Proceedings of CGAMES 2006, 8: Th International Conference on Computer Games, AI and Mobile Systems*, Louisville, Kentucky, USA.
- Zagal, J. P., Rick, J., & Hsi, I. (2006). Collaborative games: Lessons learned from board games. *Simulation & Gaming*, 37(1), 24-40. doi:10.1177/1046878105282279
- Zagal, J. P., Nussbaum, M., & Rosas, R. (2000). A model to support the design of multiplayer games. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 448-462. doi:10.1162/105474600566943
- Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42(3), 289-314. doi:10.1016/j.compedu.2003.08.005

ANEXO B : CARTA DE RECEPCIÓN DEL PAPER

From: Computers & Education <cae@elsevier.com>
Date: 2014-10-13 13:51 GMT-03:00
Subject: Submission Confirmation
To: vagner.beserra@gmail.com, vbeserra@uc.cl

Dear Vagner,

Your submission entitled "Using Shooters as Educational Video Games" has been received by Computers & Education

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/cae/>.

Your username is: vagner.beserra@gmail.com

If you need to retrieve password details, please go to:
http://ees.elsevier.com/cae/automail_query.asp

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System
Computers & Education

ANEXO C : CARTA DE RECEPCIÓN DEL PAPER COMO CO-AUTOR

From: Computers & Education <cae@elsevier.com>
Date: Mon, Oct 13, 2014 at 1:51 PM
Subject: Your recent submission to CAE
To: jjandreu@uc.cl

Dear Dr. Juan Andreu,

You have been listed as a Co-Author of the following submission:

Journal: Computers & Education
Corresponding Author: Vagner Beserra
Co-Authors: Juan J Andreu; Miguel Nussbaum, Dr
Title: Using Shooters as Educational Video Games

If you did not co-author this submission, please contact the Corresponding Author of this submission at vagner.beserra@gmail.com; vbeserra@uc.cl; do not follow the link below.

An Open Researcher and Contributor ID (ORCID) is a unique digital identifier to which you can link your published articles and other professional activities, providing a single record of all your research.

We would like to invite you to link your ORCID ID to this submission. If the submission is accepted, your ORCID ID will be linked to the final published article and transferred to CrossRef. Your ORCID account will also be updated.

To do this, visit our dedicated page in EES. There you can link to an existing ORCID ID or register for one and link the submission to it:

<http://ees.elsevier.com/cae/l.asp?i=92507&l=ILRPJBB1>

More information on ORCID can be found on the ORCID website, <http://www.ORCID.org>, or on our help page: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/2210/p/7923

Like other Publishers, Elsevier supports ORCID - an open, non-profit, community based effort - and has adapted its submission system to enable authors and co-authors to connect their submissions to their unique ORCID IDs.

Thank you,

Computers & Education

ANEXO D : ESTRUCTURA DE ARCHIVO DE ACTIVIDADES

```

<Etapa>
  <NumEjercicios>30</NumEjercicios>
  <Ejercicio>
    <ID>0</ID>
    <Nivel>1</Nivel>
    <Instrucciones>ingresar el sustantivo que corresponda según el orden de
aparición</Instrucciones>
    <Texto>Los _____. Una _____. El _____. Unas _____. Unos _____.</Texto>
    <Elementos>extraterrestres:1-cohete:1-misión:1-exploradores:1-
galaxias:1</Elementos>
    <numRespuestas>5</numRespuestas>
    <Respuesta>-extraterrestres-misión-cohete-galaxias-exploradores-</Respuesta>
  </Ejercicio>
  <Ejercicio>
    <ID>1</ID>
    <Nivel>1</Nivel>
    <Instrucciones>Ingresar el artículo que debe acompañar a los sustantivos para que la
oración tenga sentido.</Instrucciones>
    <Texto>__tripulación recorrería __ espacio y conocería __ planetas y ____ estrellas.
Pero hubo __ accidente</Texto>
    <Elementos>Los:1-La:1-El:1-Un:1-Las:1</Elementos>
    <numRespuestas>5</numRespuestas>
    <Respuesta>-La-El-Los-Las-Un-</Respuesta>
  </Ejercicio>
  ...
</Etapa>

```

ANEXO E : ESTRUCTURA DE ARCHIVO DE LOGS

```

<Etapa>
  <Name>Etapa1</Name>
  <Start>12/3/2013 12:24:40 PM</Start>
  <Finish>12/3/2013 1:00:01 PM</Finish>
  <Player>
    <Name>magenta</Name>
    <Number>1</Number>
    <Face>char2.png</Face>
  </Player>
  <Player>
    <Name>yellow</Name>
    <Number>2</Number>
    <Face>char3.png</Face>
  </Player>
  <Player>
    <Name>blue</Name>
    <Number>3</Number>
    <Face>char4.png</Face>
  </Player>
  <Activity ID="0" Type="Asteroides" StartTime="12/3/2013 12:24:57 PM">
    <Answer Correct="false" EndTime="12/3/2013 12:26:20 PM">
      <Element PlayerNumber="2" Value="los astronautas" />
      <Element PlayerNumber="0" Value="Tierra" />
      <Element PlayerNumber="1" Value="los humanos" />
    </Answer>
    <Answer Correct="true" EndTime="12/3/2013 12:26:20 PM">
      <Element PlayerNumber="2" Value="los astronautas" />
      <Element PlayerNumber="0" Value="los extraterrestres" />
      <Element PlayerNumber="1" Value="los humanos" />
    </Answer>
  </Activity>
  <Activity ID="1" Type="Asteroides" StartTime="12/3/2013 12:26:33 PM">
    <Answer Correct="true" EndTime="12/3/2013 12:27:38 PM">
      <Element PlayerNumber="2" Value="vuelven a la Tierra" />
      <Element PlayerNumber="0" Value="despiden a los astronautas" />
      <Element PlayerNumber="1" Value="esperan a los astronautas" />
    </Answer>
  </Activity>
  <Activity ID="2" Type="Asteroides" StartTime="12/3/2013 12:27:53 PM">
    <Answer Correct="true" EndTime="12/3/2013 12:29:11 PM">
      <Element PlayerNumber="2" Value="volver" />
      <Element PlayerNumber="0" Value="despedir" />
      <Element PlayerNumber="1" Value="esperar" />
    </Answer>
  </Activity>
</Etapa>

```