PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

SOFTWARE EDUCATIVO EJERCITACIÓN DE LA TABLA PERIÓDICA ”ELEMENTS”

CRISTIAN ANDRÉS RIVERA TELLO

KEVIN JOHAN TORRES MONTENEGRO

PROYECTO DE TÍTULO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

DICIEMBRE, 2018

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

SOFTWARE EDUCATIVO EJERCITACIÓN DE LA TABLA PERIÓDICA ”ELEMENTS”

CRISTIAN ANDRÉS RIVERA TELLO

KEVIN JOHAN TORRES MONTENEGRO

Profesor Guía: **Claudio Cubillos Figueroa**

Profesor Co-referente: **Rafael Mellado Silva**

Carrera: **Ingeniería de Ejecución en Informática**

DICIEMBRE, 2018

Índice

Abstract IV

Resumen V

Lista de Figuras VI

Lista de Tablas VII

1 Introducción **1**
1.1 Motivación 1

2 Capítulo I: Marco general del proyecto **2**
2.1 Objetivos 2
2.1.1 General 2
2.1.2 Específicos 2
2.2 Metodología 3
2.3 Plan de trabajo 4
2.4 Factibilidad económica, operacional y legal 5
2.4.1 Factibilidad económica 5
2.4.2 Factibilidad operacional 5
2.4.3 Factibilidad legal 6

3 Capítulo II: Marco Teórico **7**
3.1 Definiciones 7
3.1.1 Juegos Educativos 7
3.1.2 Gamificación 7
3.1.3 Mecánicas de juego 7
3.2 Tecnologías 7
3.2.1 Motores de videojuego 7
3.2.2 Página web 8
3.2.3 Control de versiones 8
3.2.4 Canales de comunicación 8
3.2.5 Editores y creación de modelados 9
3.3 Estado del arte 10
3.3.1 Tabla Periódica Juego Interactivo 10
3.3.2 Cerebriti Edu 11
3.3.3 Tabla-periódica 13
3.3.4 Quimitris 14

4 Capítulo III: Dominio de aplicación **15**
4.1 Descripción general 15
4.2 Objetivos de aprendizaje 16
4.3 Materia y ejercicios 16

5 Capítulo IV: Diseño y desarrollo **19**
5.1 Identificación de requerimientos 19
5.2 Análisis y diseño 20
5.2.1 Casos de uso 20
5.2.2 Diagrama de clases 21
5.2.3 Diagrama de secuancia 22
5.2.4 Base de datos 23
5.3 Código 25
5.4 Casos de prueba 27
5.5 Pantallas principales 29
5.5.1 Inicio de sesión 29
5.5.2 Menú principal 29
5.5.3 Seleccionar nivel 29
5.5.4 Pantalla juego 30

6 Capítulo V: Experimento **31**
6.1 Explicación de la experimentación 31
6.2 Pre-Test y Post-Test 31
6.2.1 Definición de grupo experimental y de control 32
6.3 Análisis de datos 32
6.3.1 Comparación general del diagnostico 32
6.3.2 Análisis datos 34
6.3.3 Tiempo de juego vs Diferencia de test's 37
6.3.4 Comparación y análisis de clusters 37

7 Conclusión **40**

A Carta Gantt completa **41**

B Requerimientos **43**

C Pruebas **46**

Referencias **50**

Abstract

In recent years has begun to talk about gamification and how this helps in learning, due to the motivation that generates and consequently causes an internalization of knowledge of the student, generates that the student relates learning with a positive experience.

This is why it has been decided to develop software that reinforces the symbols of the periodic table of the elements, adding in this a base gamification that will be a ranking system and another extra gamification of a badge / achievement system, the latter will be tested only by a group of students, while another group will have the base gamification.

By having two groups with a difference in the amount of gamifications in the game, we seek to obtain data that support that the more gamification is possessed, the greater the learning and therefore the performance of the student.

Keywords: education, educational software, gamification, chemical elements, web platforms.

Resumen

En los últimos años se ha comenzado a hablar de gamificación y cómo esta ayuda en el aprendizaje, debido a la motivación que genera y que por consecuencia provoca una interiorización de conocimientos del estudiante, genera que el estudiante relacione el aprender con una experiencia positiva.

Es por esto que se ha decidido desarrollar un software que refuerce los símbolos de la tabla periódica de los elementos, agregando en este una gamificación base que será un sistema de ranking y otra gamificación extra de un sistema de insignias/logros, esta última será probada solo por un grupo de estudiantes, mientras que otro grupo dispondrá de la gamificación base.

Al tener dos grupos con una diferencia en la cantidad de gamificaciones en el juego, se busca obtener datos que avalen que mientras más gamificación se posea, mayor será el aprendizaje y por ende el rendimiento del alumno.

Palabras-claves: educación, software educativo, gamificación, elementos químicos, plataformas web.

Lista de Figuras

2.1 Diagrama de proceso de desarrollo de metodología Prototipado. 3
2.2 Carta Gantt. 4
3.1 Tabla Periódica Juego Interactivo. 10
3.2 Juego Tabla periódica - nombres Cerebriti Edu. 11
3.3 Juego emparéjame Cerebriti Edu. 12
3.4 Juego interactivo Tabla-periódica. 13
3.5 Juego interactivo Quimitris. 14
4.1 Materia estructura de la tabla periódica. 16
4.2 Presentación de la clasificación de los elementos. 17
4.3 Ejercicio referencia de completado de información. 18
5.1 Caso de uso del juego. 20
5.2 Caso de uso página web. 20
5.3 Diagrama de clase. 21
5.4 Diagrama de secuencia. 22
5.5 Diagrama entidad relación. 23
5.6 Modelo relacional. 24
6.1 Aprendizaje por grupo 33
6.2 Puntaje Pre-Test grupo 1 34
6.3 Puntaje Post-Test grupo 1 35
6.4 Puntaje Pre-Test grupo 2 36
6.5 Puntaje Post-Test grupo 2 36
6.6 Tiempo de juego vs Delta Test 37
6.7 Dendrograma. 38
6.8 Comparación clusters. 39
A.1 Carta Gantt del proyecto. Parte 1 41
A.2 Carta Gantt del proyecto. Parte 2 41
A.3 Carta Gantt del proyecto. Parte 3 42
C.1 Pre-Test parte 1. 46
C.2 Pre-Test parte 2. 47
C.3 Post-Test parte 1. 48
C.4 Post-Test parte 2. 49

Lista de Tablas

5.1 Caso de prueba ingreso al sistema. 27
5.2 Caso de prueba atrapar elemento solicitado. 28
B.1 Requerimientos generales 43
B.2 Requerimientos perfil alumno 44
B.3 Requerimientos Página 45

1. Introducción

Es sabido que la educación es una formación destinada a desarrollar una capacidad intelectual en las personas, es uno de los ejes más importantes impartidos durante toda nuestra vida. El método de enseñanza tradicional en escuelas, transmite la información de forma poca atractiva e interactiva para cierto grupo de personas. Debido a que los jóvenes atraviesan durante su etapa de enseñanza básica, una vida en donde una de sus prioridades son los juegos, se puede decir que un juego educativo podría ser una buena opción para captar la atención de los niños.

El proyecto presentado en esta oportunidad es un juego educativo montado en una plataforma web (www.elementsgame.me), que tiene como objetivo evaluar conocimientos que posean alumnos de octavo básico de la tabla periódica, principalmente de la relación nombre-símbolo químico de esta. Para esto se desarrollara el juego nombrado "Elements" del tipo "Shoot 'em up", con el fin de realizar pruebas de medición sobre el área en cuestión.

El documento es dividido en 5 capítulos, comienza con un marco general que especifica los objetivos del proyecto, y una metodología de trabajo para el desarrollo de este, analizando puntos importantes vistos desde la factibilidad de la implementación del sistema, conforme el informe avanza, se verán diversas secciones que explicarán el marco teórico del proyecto, pasando por una capítulo de dominio de los objetivos de aprendizaje y material existente respecto al objeto en estudio, añadiendo además representaciones que modelan el sistema, presentandolo como parte del diseño y desarrollo de la plataforma "Elements". Finalizando con un capítulo de experimento, en donde se analizara el desempeño de los estudiantes que utilizaran el juego educativo.

1.1. Motivación

Desde pequeños los videojuegos fueron una de nuestras grandes pasiones. Como grupo de proyecto coincidimos en que nuestros recuerdos de infancia han estado asociados a los videojuegos, a los que les hemos dedicado un tiempo considerable de nuestras vidas. Durante conversaciones respecto a que jugábamos cuando niños, coincidimos en un juego educativo llamado "AbraPalabras", un juego que tenia como objetivo aprender lo relacionado a la lectura.

Dentro del rubro de la informática, nos motiva la creación de un videojuego educativo, ya que se considera que la educación no debe ser impartida de forma monotona y poco motivadora, queremos generar un quiebre a la estructura de enseñanza impartida tradicionalmente en los establecimientos educacionales. Los juegos tienen potencial, no necesariamente solo en entornos de ocio, en la educación se pueden crear grandes cosas que motiven e inspiren a los estudiantes.

2. Capítulo I: Marco general del proyecto

A continuación, en el primer capítulo se presentarán los objetivos, la metodología, el plan de trabajo y el estudio de factibilidad considerado para el proyecto.

2.1. Objetivos

Para comenzar este capítulo se detallan los objetivos, detallando el objetivo general y los objetivos específicos.

2.1.1. General

Como objetivo general se tiene realizar un estudio comparativo con la ayuda de un juego educativo "base", entre uno que posea gamificación mediante insignias/logros y otro sin esta.

2.1.2. Específicos

Los objetivos específicos están orientados al contexto del problema, las tecnologías, el desarrollo del producto y la validación mediante un experimento que se realizará a un grupo de estudiantes de 8vo básico. Los objetivos específicos son:

- Se tiene como objetivo investigar el método de enseñanza actual respecto a la tabla periódica, estudiando la base de la relación nombre-símbolo químico de los elementos, investigando tecnologías existente para el modelo de enseñanza de esta.
- Desarrollar un juego base que contenga una mecánica que permita asimilar el nombre y el símbolo de los elementos químicos, mediante el acceso a una página web.
- Desarrollar un juego con gamificación a base de insignias, que otorguen puntaje a los usuarios, permitiendo a estos compararse con el resto de sus compañeros mediante una tabla presentada en una sección de la página web.
- Analizar el progreso y las tendencias conductuales respecto a cómo se comporta un usuario, de acuerdo al desempeño que presente cada uno de estos.

2.2. Metodología

Considerando las características que poseen los videojuegos, y lo que conlleva la creación de uno, para el proceso de desarrollo de software se a optado por emplear la metodología de Prototipado, esta es fundamental, ya que presenta la forma en que se desarrollara el software.

Una de las principales cualidades que posee esta metodología, es que está basada en prototipos como lo dice su nombre, este permite entregar avances gráficamente visibles, aproximando al usuario con una retrospectiva cercana del producto final, el cual va constantemente evolucionando, así lo menciona Roger S. Pressman [17] en una sección de información, "El prototipo quizá evolucione a través de una serie de incrementos para convertirse en el software de producción", es aquí el principal motivo de su selección (el incremento evolutivo)

Una representación gráfica de esta metodología es la que se observa en la figura 2.1 [23], en donde se observa un comienzo en la "Recolección y refinamiento de requisitos", avanzando y manteniendo un ciclo hasta llegar a un consenso de aprobación, entre un "Diseño rápido" y el "Refinamiento del prototipo" como se puede ver a continuación.

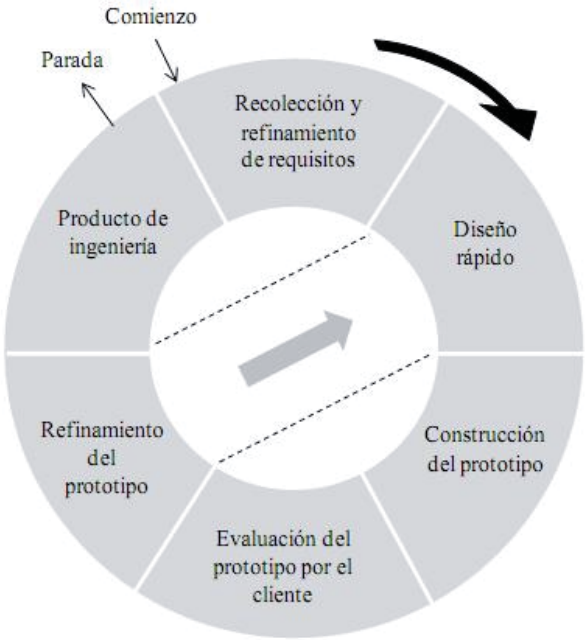

Figura 2.1: Diagrama de proceso de desarrollo de metodología Prototipado.

Tál y como se menciona en el documento "PROTOTYPING TOOLS AND TECHNIQUES"[2], "Este enfoque es intuitivo, orientado más al descubrimiento y la generación de nuevas ideas que a la evaluación de ideas existentes", el descubrimiento y la generación de nuevas ideas son un foco importante para la realización de este proyecto.

2.3. Plan de trabajo

En consideración al plazo total que se posee para realizar el proyecto y teniendo la metodología Prototipado en mente, se desarrolló una planificación inicial al poco tiempo de iniciar el proyecto.

El proyecto está dividido en 3 prototipos de proyecto, en donde también se consideran 6 hitos que marcan y proporcionarán las fechas debidas de cada entrega y revisiones.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete
		Proyecto de Título	**80 days**	**Mon 20/08/18**	**Fri 07/12/18**	**99%**
✓		**Prototipo 1: Planificación**	**6 days**	**Mon 20/08/18**	**Sun 26/08/18**	**100%**
✓		**Prototipo 2: Ejecucion (desarrollo)**	**75 days**	**Mon 20/08/18**	**Fri 30/11/18**	**100%**
✓		**HITO 1: Entrega informe DE AVANCE!**	**1 day**	**Fri 28/09/18**	**Fri 28/09/18**	**100%**
✓		**HITO 2: Presentación DE AVANCE**	**1 day**	**Wed 03/10/18**	**Wed 03/10/18**	**100%**
✓		**HITO 3: Entrega software terminado**	**1 day**	**Fri 30/11/18**	**Fri 30/11/18**	**100%**
✓		**Prototipo 3: Puesta en servicio (pruebas de funcionalidad del juego)**	**32 days**	**Sun 30/09/18**	**Sat 10/11/18**	**100%**
✓		Calculo datos estadisticos e implementación en informe	4 days	Mon 03/12/18	Thu 06/12/18	100%
✓		**HITO 4: Revisión de software**	**1 day**	**Wed 05/12/18**	**Wed 05/12/18**	**100%**
✓		**HITO 5: Entrega informe final Proyecto de Título**	**1 day**	**Fri 07/12/18**	**Fri 07/12/18**	**100%**
		HITO 6: Exposición final (Examen)				**0%**

Figura 2.2: Carta Gantt.

Teniendo en cuenta a las 66 tareas (filas escritas en la Gantt) estimadas para la realización del proyecto, se procede a describir los Prototipos. (La carta gantt completa se encuentra en el anexo A)

Prototipo 1: Este es el prototipo de planificación, en esta se contempla la organización del grupo de trabajo, definición del entorno de desarrollo, la captura y análisis de requerimientos.

Prototipo 2: En este prototipo se encuentra toda la sección de desarrollo, se contempla el trabajo constante en el informe durante el periodo que se posee antes de la entrega final de este, se contemplan las funciones del juego la cual se divide en 2 módulos, el primero es nombrado por “Acciones que deben pasar dentro del juego” la que contiene a grandes rasgos la implementación del jugador, movimientos, misiones, entre otras que se pueden observar en el anexo B, y el segundo módulo que contempla la implementación de la gamificación. En este prototipo también se posee una sección de “Diseño” que corresponde a la realización de lo visual de la aplicación y una sección enfocada en el trabajo de la página web.

Prototipo 3: Este prototipo es nombrado “Puesta en servicio (pruebas funcionalidad del juego)”, contempla un periodo de prueba del software, con la finalidad de generar un catastro de las críticas que se puedan asociar a la aplicación, y se considera un periodo de 6 días para la corrección de los comentarios hecho por usuarios que probaran el juego.

2.4. Factibilidad económica, operacional y legal

En el siguiente punto se realiza el estudio de factibilidad, en este se especifica la factibilidad económica en donde se analizan los costos asociados a la realización del proyecto, la operacional en donde se analizará la prueba del software en niños que cursan octavo básico y por último se analizará la factibilidad legal, en donde se redactará sobre la Propiedad Intelectual y Derechos de Autor.

2.4.1. Factibilidad económica

Con respecto a la factibilidad económica se tiene que el proyecto cuenta con licencias que fueron adquiridas previamente. Con respecto a los diseños de interfaces y las ilustraciones se adquirió un recurso humano que trabajará de forma voluntaria a lo largo del proyecto, por lo que no habría costos asociados a derechos de autor ni horas hombre externas.

El posible beneficio que podría entregar este software es venderlo a colegios o comercializarlo en Play Store y/o App Store.

El equipo cuenta con experiencia previa en sitios web en diferentes empresas pero ningún integrante es egresado por lo que la hora hombre será de $6000 pesos chilenos, considerando que los 3 integrantes trabajan 4 horas cada día hábil entre el 20/08/2018 al 27/10/2018 (fechas según los plazos de la figura 2.2) se tiene que el valor del proyecto es de $3.960.000 aproximadamente, esto respecto al siguiente cálculo.

$$\sum_{i=1}^{n} h * [HH]$$

Donde:

n: es el número de días hábiles desde el 20/08/2018 al 27/10/2018 = 55
h: es el número de horas diarias trabajadas de los integrantes = 4*3 = 12
HH: es el costo de horas hombres = 6000

2.4.2. Factibilidad operacional

La factibilidad operacional está basada en las pruebas del software, esta prueba será realizada a un total de 10 usuarios, analizando la posible aceptación o no de la plataforma. Los alumnos a los que se les solicitará realizar la prueba de la aplicación tendrán que rellenar una encuesta de satisfacción, en donde se les solicitará anotar los problemas pertinentes encontrados en el proceso de prueba. Los alumnos seleccionados mencionados anteriormente, son seleccionados respetando el plan educativo de ciencias naturales, en donde ambos cursos ya han comenzado con el reconocimiento de la tabla periódica [14].

2.4.3. Factibilidad legal

En cuanto a la factibilidad legal del proyecto, en consideración de la LEY $N°$ 17.336 de Propiedad Intelectual y Derechos de Autor [3], no se infringen los artículos presentes, ya que no se utiliza material visual existente en la web, puesto que toda obra gráfica ha sido realizado por un diseñador gráfico que voluntariamente ha querido aportar en este proyecto. Es necesario tener en cuenta que el sistema de audio incorporado en la aplicación son de uso libre mediante no exista comercialización de la aplicación (según lo señala la página de origen), en caso de querer comercializar la aplicación, es necesario adquirir los derechos de autor.

3. Capítulo II: Marco Teórico

A continuación se abordará el marco teórico del proyecto, comenzando con la definición de conceptos pertinentes a la temática del proyecto, seguido de esto se definirán diferentes tecnologías que proporcionan un acceso a la creación de juegos o plataformas web, finalizando con un análisis de soluciones , herramientas o plataformas de otras entidades.

3.1. Definiciones

A continuación se presentan definiciones consideradas importantes para el marco teórico.

3.1.1. Juegos Educativos

Los juegos educativos son un material multimedia interactivo, que están hechos a medida para adaptarse a las diversas tareas que los usuarios deben enfrentar. Un juego educativo es un juego diseñado para enseñar sobre uno o varios temas específicos y/o darles habilidades a los usuarios que participen de este.

3.1.2. Gamificación

La gamificación trata de crear una experiencia divertida, esta es utilizada en múltiples entornos, como lo son la educación, las empresas o incluso el marketing, implementando un método que muestre la evolución de algún proceso, generando un mayor compromiso cuando el trabajo personal es recompensado de alguna manera que evoque emociones positivas en una persona.

3.1.3. Mecánicas de juego

Mecánicas de juego se refiere a la existencia de un desafío cuya superación va asociada a una experiencia divertida o estimulante que tenga algún tipo de recompensación, como por ejemplo mejorar una puntuación, descubrir sorpresas o incluso la competitividad entre pares.

3.2. Tecnologías

En el apartado de tecnologías se presentaran motores de videojuegos que permiten la creación de plataformas jugables, herramientas que ayudan a la creación de páginas web, controladores de versiones que permiten un trabajo en equipo constante resguardado, canales de comunicación que permiten compartir material y por ultimo se presentan editores que permiten el modelado de diagramas, modificación de código o incluso la creación de estos.

3.2.1. Motores de videojuego

- Game Maker Studio 2[5]: Motor de creación de videojuegos desarrollado por la empresa YOYO GAMES. Este IDE permite la posibilidad de crear juegos en diversas

plataformas mediante se posea una licencia. El entorno de desarrollo permite la programación en un lenguaje único denominado Game Maker Language (GML), interpretado por la plataforma Game Maker Studio 2, también permite una creación de juego mediante arrastre de objetos.

- Unity[21]: Es un motor de desarrollo para videojuegos 3D - 2D y contenidos graficos 3D, es multiplataforma, da la posibilidad de portar aplicaciones a dispositivos como Smartphones, navegadores web, Xbox 360, Wii U y PS3 entre otros. Unity posee una versión gratuita y otra versión de pago, permitiendo acceder a diferentes funciones dependiendo de la versión que se posea de la plataforma.

3.2.2. Página web

- Laravel[16]: Framework de código abierto que permite el desarrollo de aplicaciones web con PHP. Este es utilizado para la creación de la página web que permitirá acceder al contenido del proyecto.

- PhpMyAdmin[18]: Software de código abierto escrito en php, es una de las herramientas más populares de gestión de MySQL, permite la modificación usuarios, tablas, campos e índices.

3.2.3. Control de versiones

- Git[22]: Software de control de versiones que permite crear y administrar repositorios locales y remotos. Se ha optado por él, ya que es una herramienta conocida por el grupo de trabajo.

- BitBucket[1]: Servicio de alojamiento basado en web, que permite trabajar con proyectos que utilicen un sistema de control de versiones, como es en este caso "Git". Su uso es necesario para mantener copias de seguridad de lo que es la página web y el juego, así como para poder tener una integración continua del proyecto.

3.2.4. Canales de comunicación

- Slack[20]: Aplicación de colaboración, que permite conectar al grupo de trabajo, permitiendo la transferencia de información, conservando todas las propiedades de los archivos. Es utilizado como canal de comunicación que permite compartir y registrar un historial de los componentes utilizados en el desarrollo del proyecto (imágenes, conversaciones, acuerdos).

- Google Drive[8]: Herramienta que permite el almacenaje y edición de información en una nube, usada principalmente por su comodidad y portabilidad debido a que presta el servicio de manera web y gratuita, permitiendo un cupo de memoria de hasta 15 Gigabytes.

3.2.5. Editores y creación de modelados

- PhpStorm[19]: Servicio que proporciona un editor de texto para PHP, HTML y JavaScript, con análisis de código sobre la marcha que permite prevenir errores y refactorizaciones automatizadas para códigos PHP y JavaScript. Este es utilizado como el editor principal para la implementación de la página web que dará la visualización al juego.

- Microsoft Project[13]: Software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft, que permite la asistencia a los administradores de proyectos en el desarrollo de planes, utilizado para la creación de la carta gantt.

- StarUML[15]: Editor que permite el modelado de diagramas, que permite la creación de estos mediante figuras, permitiendo la exportación de los modelos a formatos PNG, JPG y SVG o el guardado del trabajo mediante un archivo de extensión ".mdj".

3.3. Estado del arte

Considerando el surgimiento de las nuevas tecnologías que permiten crear juegos, el desarrollo notable y progresivo que tienen los motores de plataformas jugables, en el tiempo, se ha dado paso a nuevas plataformas y mecánicas de juegos enfocadas en enseñar una gama alta de información dirigida a la educación.

3.3.1. Tabla Periódica Juego Interactivo

Tabla Periódica Juego Interactivo es una aplicación creada mediante la plataforma "EducaPlay" la cual fué montada en una página web, que pregunta por el nombre de un elemento químico específico, solicitando que el usuario seleccione el símbolo del elemento que coincida con el preguntado. Este juego cuenta el tiempo que el usuario pasa jugando y además, posee una cantidad de intentos, permitiendo un máximo de 2 errores por parte del jugador.

Figura 3.1: Tabla Periódica Juego Interactivo.

3.3.2. Cerebriti Edu

Cerebriti Edu es una plataforma que fusiona el aprendizaje colaborativo con dinámicas de juego en el aula. Permite a los usuarios con perfil docente crear juegos de diversas índoles (Matemáticas, Ciencias sociales, Ciencias Naturales, etc), permitiendo analizar los datos de los estudiantes que estén afiliados al perfil.

- Tabla periódica - Nombres: Este es un juego creado por el usuario "ALEJANDRiI818", la dinámica consta de escribir el nombre de la mayor cantidad de elementos (en la zona superior de la pantalla del juego) que se presentan en la pantalla en un tiempo límite de 9 minutos. Esta aplicación posee una retroalimentación, la cual es presentado una vez el usuario haya acabado el tiempo o se haya "rendido", imposibilitando al usuario de seguir escribiendo nombres y mostrando una pantalla con todos los nombres de elementos químicos preguntados.

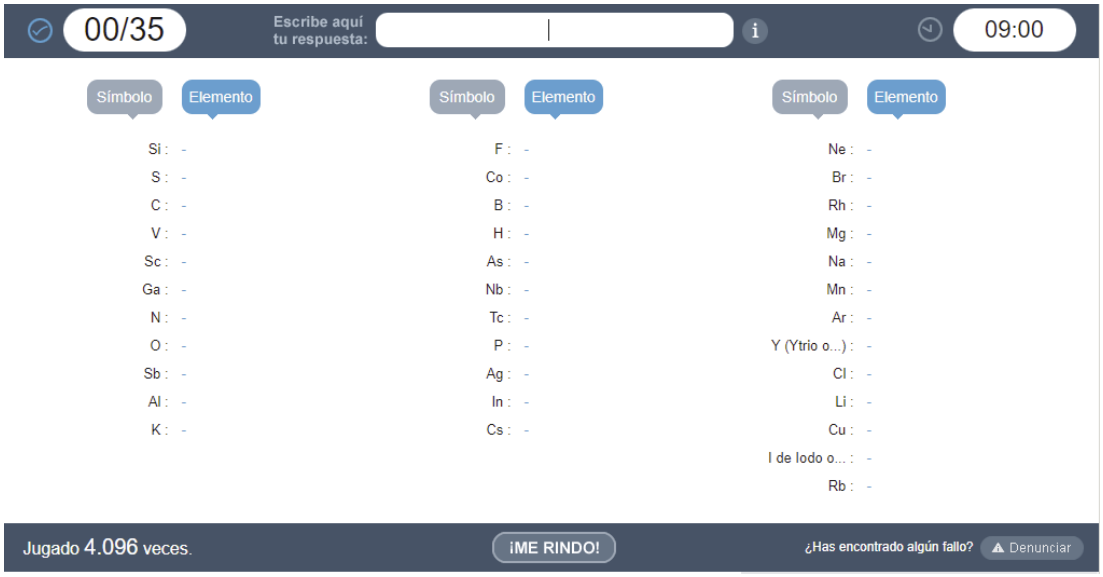

Figura 3.2: Juego Tabla periódica - nombres Cerebriti Edu.

- Emparéjame: Elementos y símbolos: Este juego fue creado por el usuario “yakeline”, la dinámica consta de arrastrar el nombre o la abreviación con su par correcto. Esta aplicación, al igual que la anteriormente ya mencionada, consta con una retroalimentación de cómo debería emparejar correctamente cada elemento, esta es presentada cuando finaliza el juego o el usuario haya seleccionado la opción “¡ME RINDO!”.

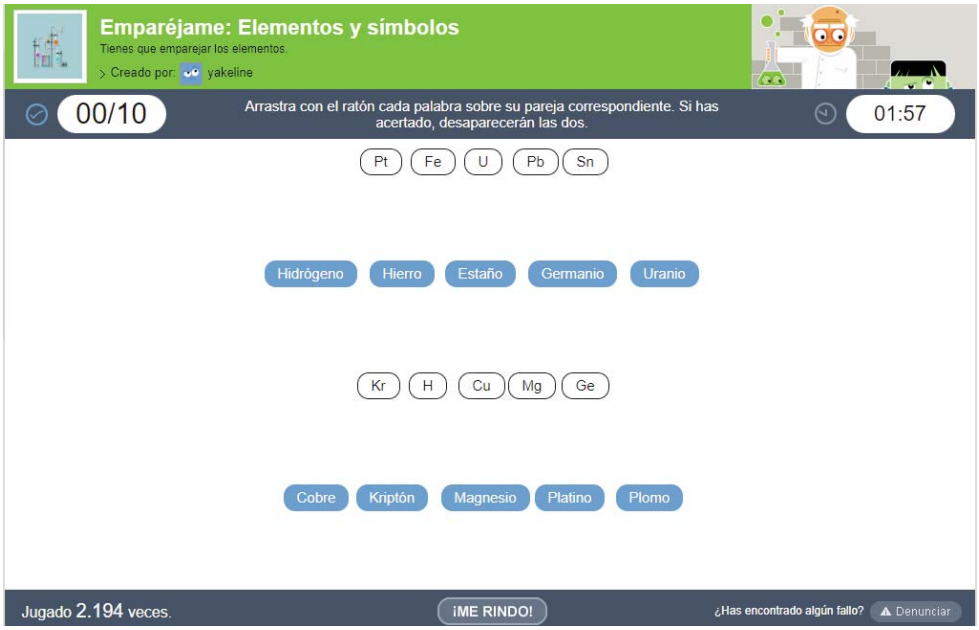

Figura 3.3: Juego emparéjame Cerebriti Edu.

3.3.3. Tabla-periódica

Este juego consta de situar los elementos químicos que sean preguntados, retando al participante a encontrar la abreviación correcta del elemento situado en su posición real, el usuario puede manejar la didáctica de la aplicación, identificando según periodos (Símbolos), escribiendo nombres correspondiente a un elemento solicitado (Nombres), seleccionando la masa atómica correspondiente a un elemento preguntado (Masa atómica), ubicar elementos en espacios vacíos (Número atómico) o incluso el cálculo de electrones de un elemento.

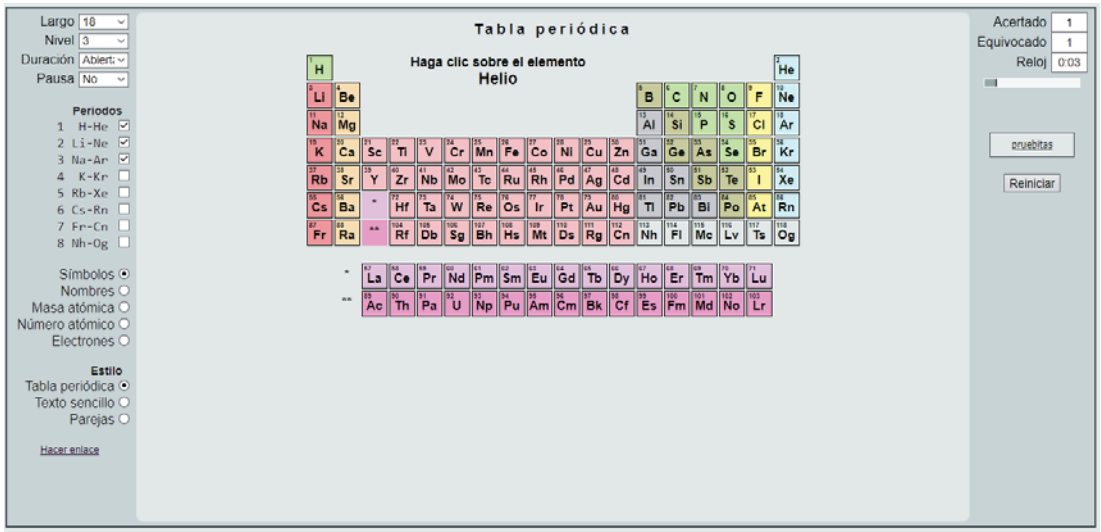

Figura 3.4: Juego interactivo Tabla-periódica.

3.3.4. Quimitris

Quimitris es un juego basado en el conocido juego "Tetris", cuyo objetivo es el aprendizaje de la Tabla Periódica de los elementos químicos. La mecánica del juego consta de fichas, formadas por uno, dos, tres o cuatro elementos químicos, los que caen desde la parte superior del tablero debiendo colocarlas de forma correcta en la Tabla Periódica. El juego se encuentra dividido en diferentes niveles y fases que aumentarán su dificultad de forma progresiva.

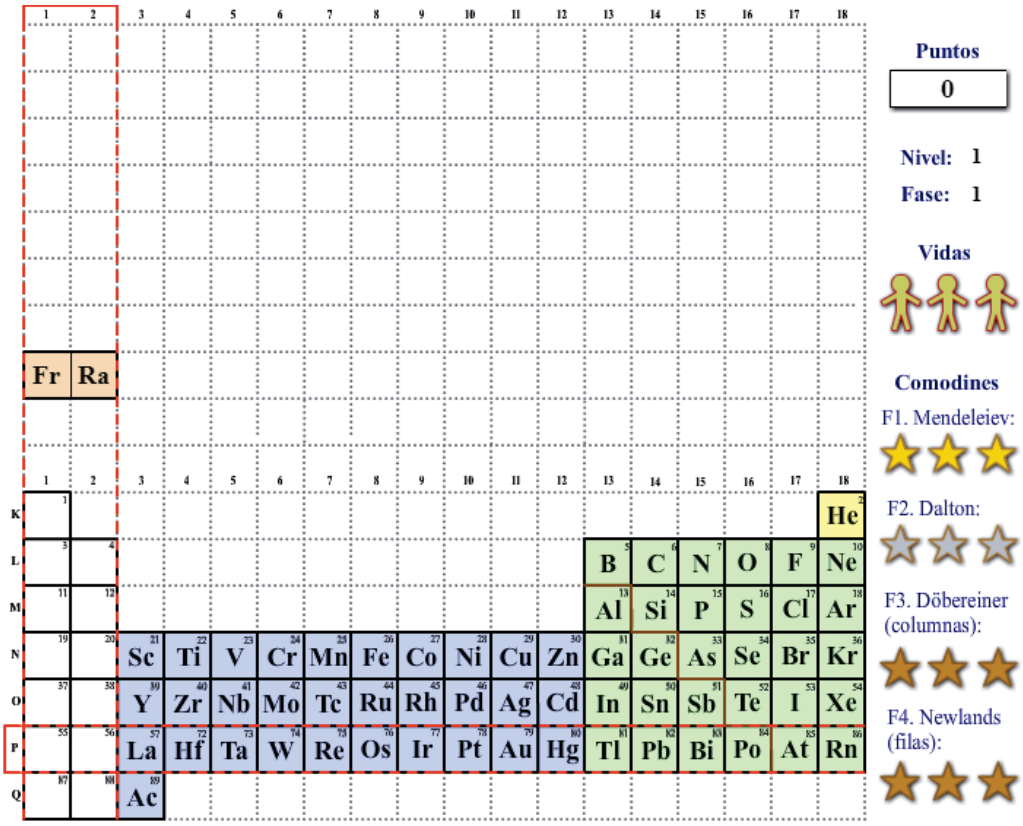

Figura 3.5: Juego interactivo Quimitris.

4. Capítulo III: Dominio de aplicación

En el siguiente apartado se presenta el dominio de aplicación, mostrando la materia y los objetivos de aprendizaje a abordar. Esta sección se dividirá en la descripción general, objetivos de aprendizaje y ejemplos de materia, ejercicios, maquetas u otros.

4.1. Descripción general

El tema objeto del proyecto es el reforzamiento mediante software educativo enfocado en la química enseñada en colegios que comienza en el curso séptimo básico, la cual acompaña al alumno durante todo el proceso de enseñanza hasta culminar el periodo escolar. Específicamente el tema del proyecto apunta a lo básico de la química, la tabla periódica. Enfocados en este punto esencial del aprendizaje de la química, lo que se busca reforzar son los nombres y los símbolos químicos de cada elemento mediante la utilización de un juego educativo.

Se pretende abordar el tema desarrollando 2 aplicaciones web, estas serán similares, ya que una será un software que solo tenga como objetivo, reforzar el nombre y la abreviatura de los elementos químicos, mientras que al otro se le implementara, además de lo anterior mencionado, gamificación, como puntuación y ranking de puntajes.

Luego de tener los dos sistemas desarrollados se irá a un colegio donde se les dirá a los alumnos que utilicen el software por un periodo de tiempo. Con la información recaudada se comparan los resultados y se medirán las mejoras de los alumnos analizando el tiempo invertido, las veces jugadas y la cantidad de respuestas correctas.

Los cursos en los que se decida utilizar el sistema serán divididos en 2 grupos separados homogéneamente, al primer grupo se le pasara el software sin gamificación mientras que al segundo grupo se les dará el mismo software pero con la gamificación implementada, ambos grupos estarán en condiciones similares para poder obtener datos que puedan ser comparables.

Para poder saber si los alumnos realmente mejoraron utilizando cualquiera de las dos aplicaciones se les aplicaran a los grupos un pre-test y un post-test que serán pruebas que evalúen los contenidos reforzados por las aplicaciones, el pre-test evaluará los conocimientos del alumno antes del software y el post-test evaluará los conocimientos después de utilizar el software.

4.2. Objetivos de aprendizaje

Mediante las Bases Curriculares[4] de ciencias naturales que presenta el ministerio de educación para el transcurso de séptimo básico a segundo de enseñanza media, se observa que la utilización de la tabla periódica en el área de la química está presente (es utilizada y profundizada) desde el curso de octavo básico. Como todo eje temático del mundo de la educación debe comenzar con lo más básico de lo básico, el objetivo de aprendizaje es ejercitar los nombres y símbolos correspondiente a cada elemento presente en la tabla periódica, sumando a esto una forma de reconocimiento de Grupos, Periodos y clasificación según sea metal, no metal o metaloide, basándose en la idea presentada por el artículo "Influencia de la percepción visual en el aprendizaje" [12] de aprender mediante un análisis visual consistente en el grupo de habilidades usadas para reconocer y recordar la información visual.

4.3. Materia y ejercicios

El programa de estudios de ciencias naturales que proporciona el Ministerio de Educación busca que los estudiantes conozcan, desde su propia experiencia, lo que implica la actividad científica.

Dentro del libro de estudio de Ciencias Naturales 8vo básico proporcionado por el Ministerio de Educación, se encuentra el siguiente material correspondiente a la materia que incluye a los elementos químicos.

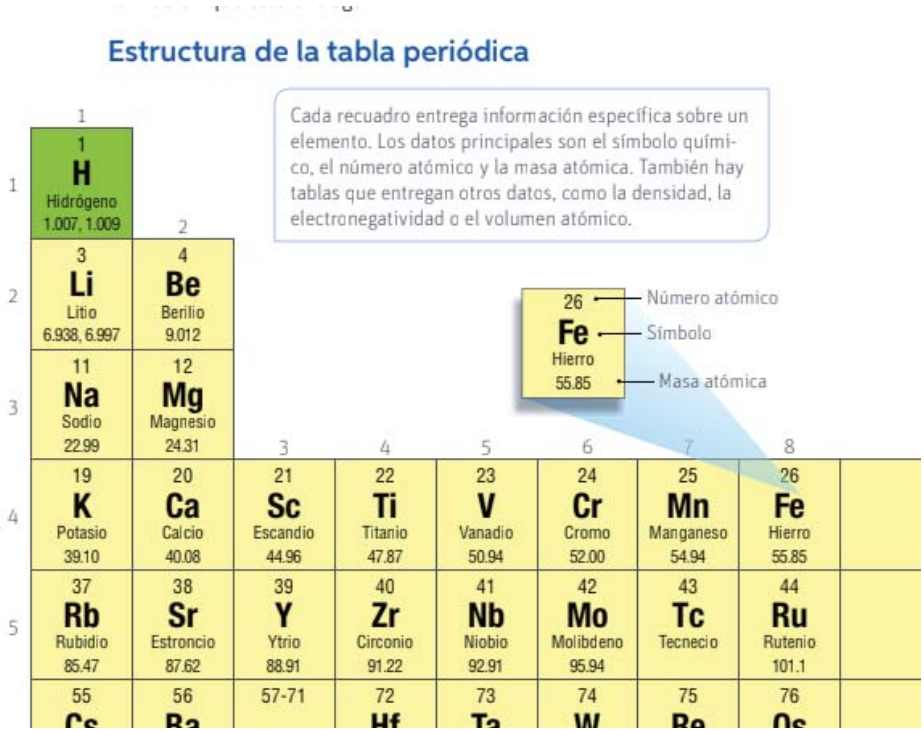

Figura 4.1: Materia estructura de la tabla periódica.

Como materia, en la Figura 4.1 se explican rázagos que poseen los elementos químicos, considerando dentro de la información el nombre y un indicador hacia su símbolo químico, proporcionando la información que entrega la tabla periódica.

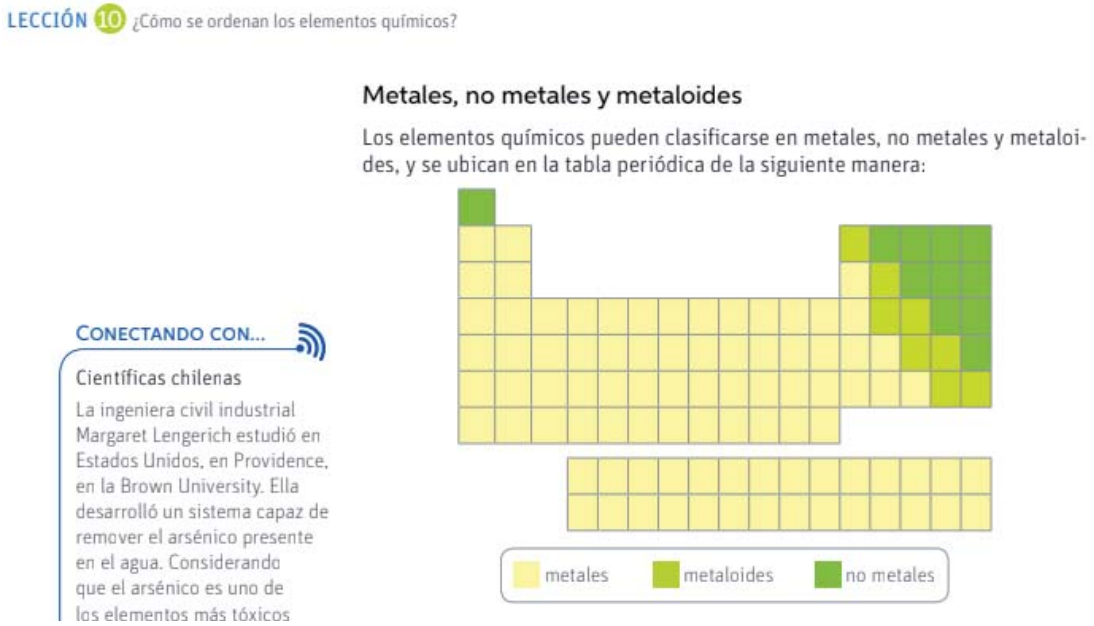

Figura 4.2: Presentación de la clasificación de los elementos.

Como materia también se presenta la clasificación de los elementos químicos en metales, metaloides y no metales como se aprecia en la figura 4.2, denotando que existe una clasificación para los elementos presentes en la tabla periódica

Dentro de la información recopilada, también se presenta un ejercicio relevante que se encuentra en la guía didáctica del docente de Ciencias Naturales[**textos**]. Este ejercicio solicita encontrar información directamente de la tabla periódica, en donde si no se posee un dominio de esta, tomara tiempo en completar la tabla. El ejercicio se presenta en la figura 4.3.

2. Con la ayuda de una tabla periódica, completa la información solicitada en la siguiente tabla.

Elemento	Símbolo	Grupo	Período	Clasificación (metal/no metal/metaloide)
Sodio				
Calcio				
Boro				
Cobre				
Cinc				
Estaño				
Yodo				

Figura 4.3: Ejercicio referencia de completado de información.

5. Capítulo IV: Diseño y desarrollo

El siguiente apartado tiene como objetivo mostrar el diseño y desarrollo de cómo se llevará a cabo el sistema Elements .

5.1. Identificación de requerimientos

Para la especificación de los requerimientos se divide en 3 secciones, Requerimientos generales, Requerimientos del perfil de alumno y Requerimientos para la página web. La razón de estructurar los requerimientos de la siguiente manera es debido a que se busca tener una modularización de estos.

A continuación se presentan los requerimientos capturados para la realización de Elements.

- Requerimientos generales:

  Los requerimientos generales estan compuestos de requerimientos funcionales y no funcionales, este posee un id estipulado como RF-G-XX y RNF-G-XX para cada caso respectivamente, cada requerimiento posee un nombre y una descripción asociada.

- Requerimientos del perfil de alumno:

  Los requerimientos funcionales del perfil de alumnos están compuesto de un id estipulado como RF-PA-XX, cada requerimiento posee un nombre y una descripción asociada.

- Requerimientos página web:

  Los requerimientos funcionales para la página web estan compuesto de un id estipulado como RF-PW-XX y un id RNF-PW-XX para el caso de los requerimientos no funcionales, cada requerimiento posee un nombre y una descripción asociada.

Las tablas de requerimientos se encuentran en el anexo B.

5.2. Análisis y diseño

En esta sección se desarrollaron una serie de diagramas que definen el uso del sistema por parte del usuario y modelan el manejo de datos dentro de este.

5.2.1. Casos de uso

Para los casos de uso se realizaron dos diagramas, uno para el caso de uso del juego figura 5.1 y otro para el caso de uso página web figura 5.2.

Para el caso de uso del juego lo primero es iniciar sesión, luego el usuario podrá visualizar las instrucciones o ir directamente a seleccionar el nivel del juego, al seleccionar el nivel el juego comenzará y el usuario tendrá la posibilidad de pausar el juego, disparar y moverse a través de la sección de juego.

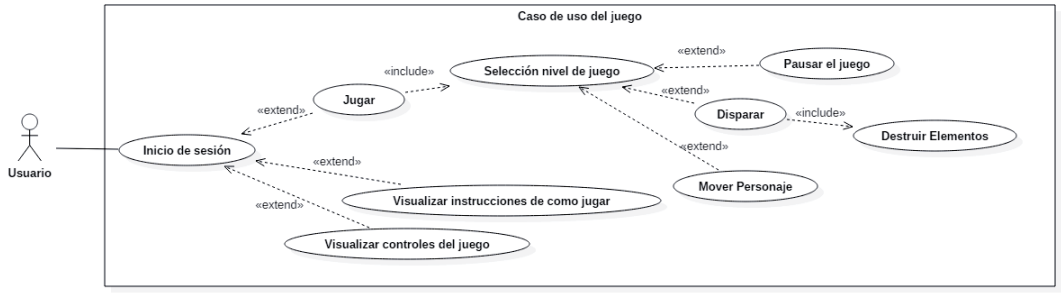

Figura 5.1: Caso de uso del juego.

Con respecto al caso de uso página web el usuario debe ingresar al sitio web de Elements, dentro del sitio se podrá acceder a Elements que es donde se encuentra el juego, tambien podra ver el equipo de trabajo y finalmente podrá visualizar el ranking de puntajes de todos los usuarios.

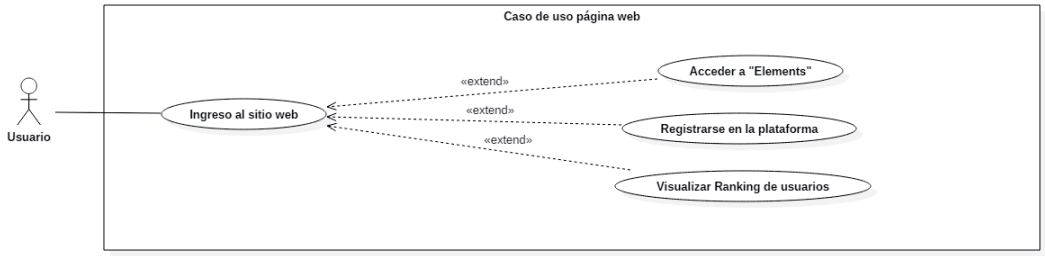

Figura 5.2: Caso de uso página web.

5.2.2. Diagrama de clases

Como se muestra en la figura 5.3 se tiene el diagrama de clases el cual contiene 4 tablas, una llamada “User” que será usada para guardar a los alumnos que participaran en el experimento. Luego se tiene la tabla ”Logros_user” que es una tabla intermedia entre “User” y “Logro”, dicha tabla fue creada para poder identificar cuales son los logros que un alumno ha obtenido. Como fue mencionado anteriormente también se tiene la tabla “Logro” que serán misiones extras que el usuario podrá desbloquear y estas a su vez sumará puntaje al alumno. Finalmente se tiene la tabla “Partida” que alude a cada partida que un usuario juega, desde que selecciona el nivel hasta ganar o quedar sin vidas.

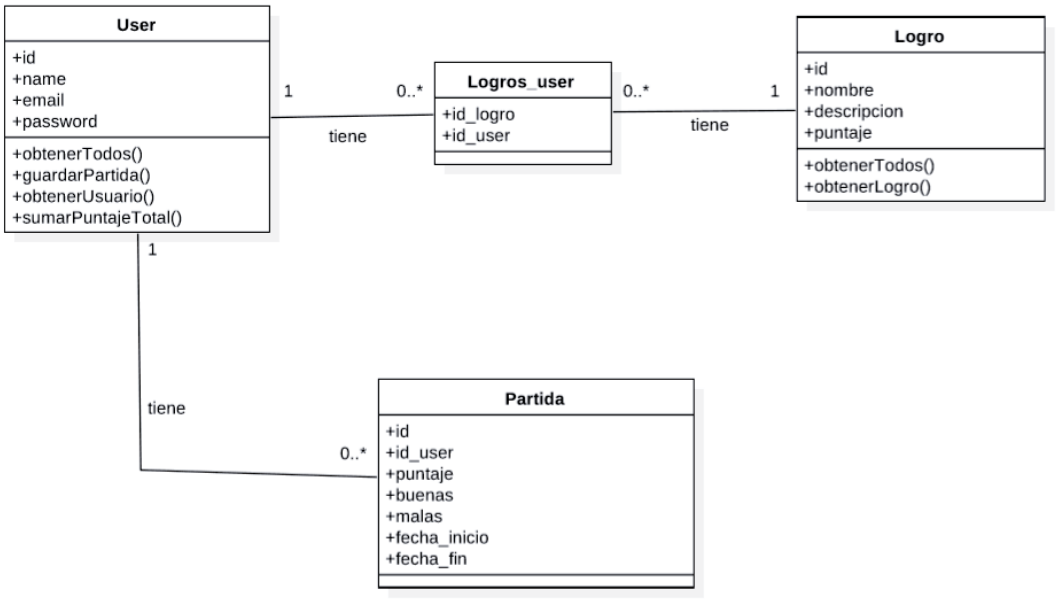

Figura 5.3: Diagrama de clase.

5.2.3. Diagrama de secuancia

El diagrama de secuencia en la figura 5.4 muestra las interacciones que un usuario tiene que hacer para poder ingresar en el juego. En el diagrama se pueden apreciar los objetos "User" que referencia a la clase "User" de la figura 5.3, el objeto "SitioWeb" que como bien lo dice el nombre es el sitio web de Elements y por ultimo esta el objeto "Elements" que es el juego en sí.

Como muestra el diagrama primero el usuario debe ingresar al sitio web en donde podrá ver la página de inicio del sitio, para poder acceder al juego, el usuario debe ingresar en la sección del juego y entrar, a continuación será redirigido a una nueva página con el juego disponible, el último paso a seguir es ingresar en el log-in del juego y ya podrá ser utilizado.

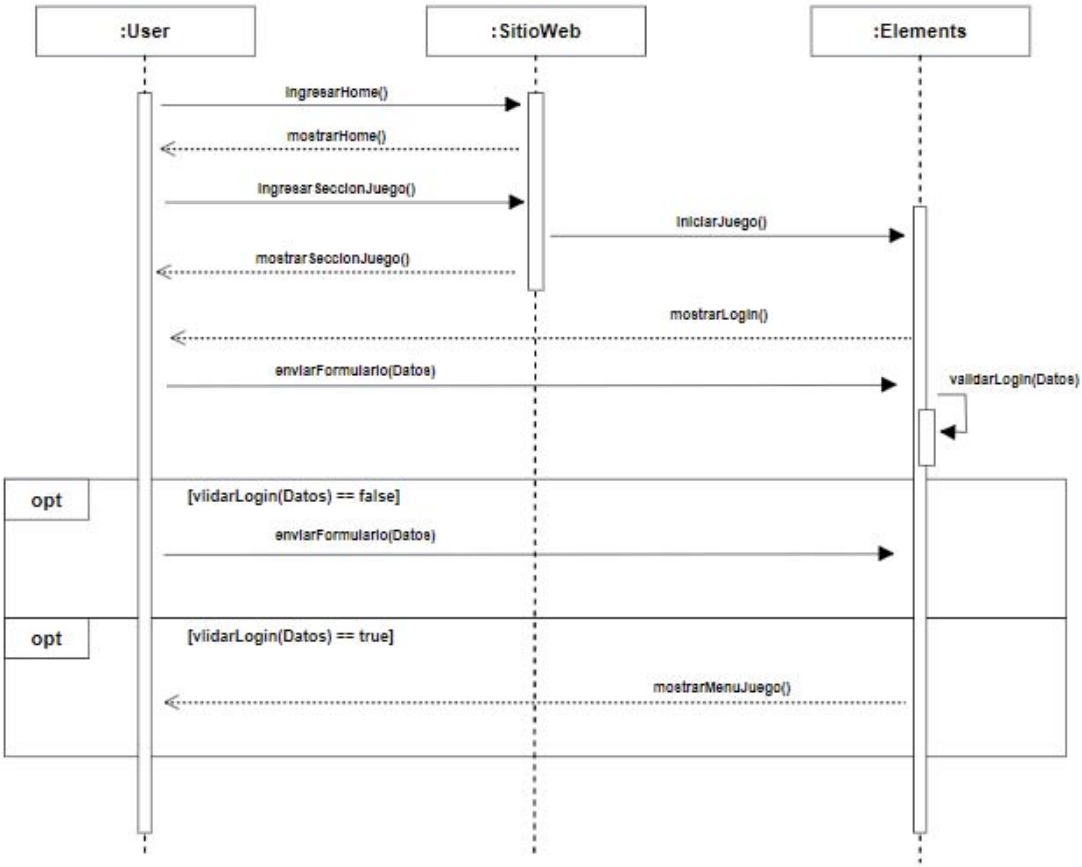

Figura 5.4: Diagrama de secuencia.

5.2.4. Base de datos

La base de datos cumple un papel fundamental en este proyecto, es esencial, puesto que permitirá almacenar los registros que generan los alumnos al jugar, los cuales bajo ninguna circunstancias pueden ser borrados, ya que contienen información importante para el análisis de datos.

En la siguiente sección se muestra el diagrama de entidad relación de la figura 5.5 el cual tiene las mismas entidades que el diagrama de clases en la figura 5.3, la diferencia del diagrama de entidad relación y el diagrama de clases es que en el diagrama de entidad relación se puede ver las claves foráneas y las claves primarias de cada clase.

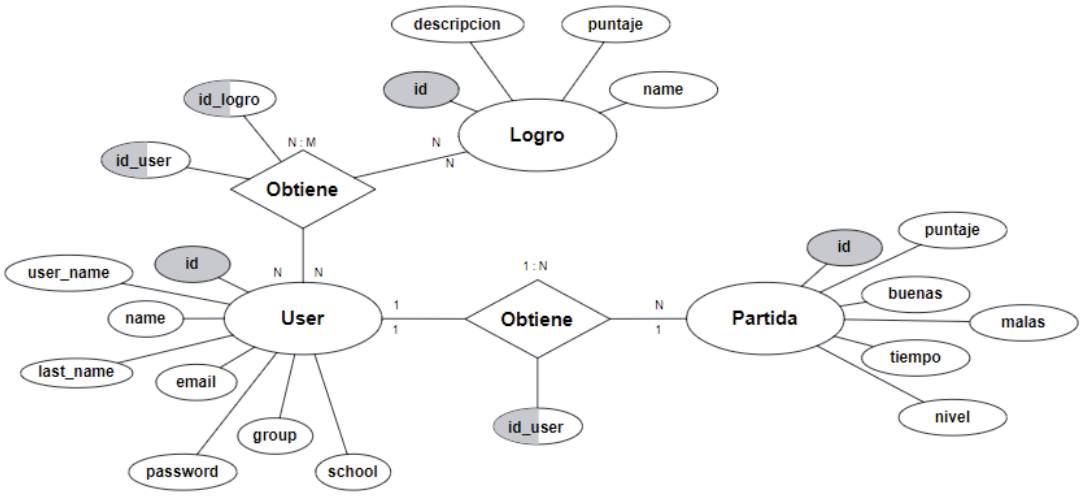

Figura 5.5: Diagrama entidad relación.

Para complementar la forma gráfica de la base de datos, se incluye el modelo relacional de esta, detallando los tipo de datos y los tamaños de los atributos que posee cada tabla (ver figura 5.6).

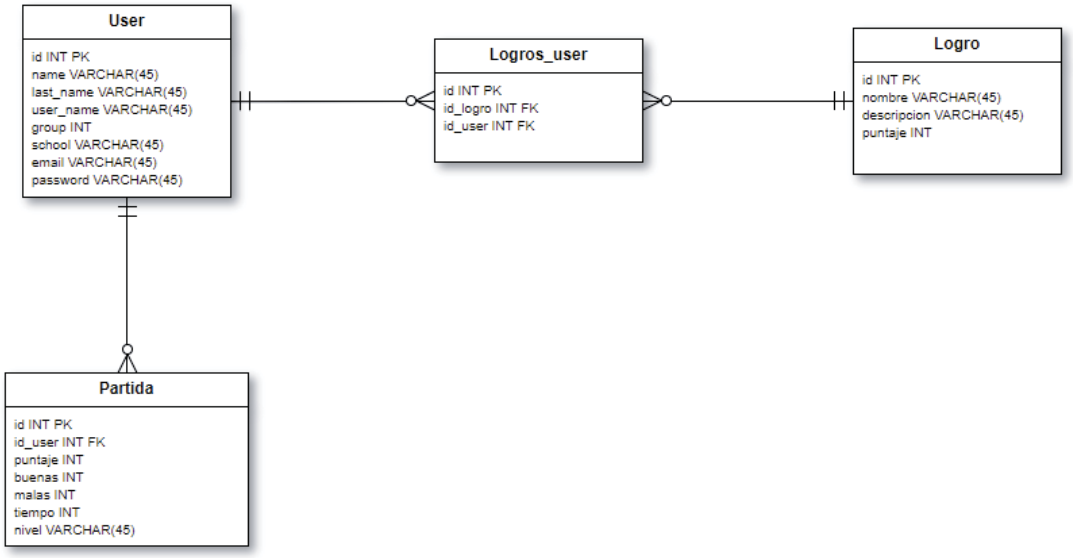

Figura 5.6: Modelo relacional.

5.3. Código

Elements a sido desarrollado en la plataforma Game Maker Studio 2 [6] y el lenguaje de programación que este utiliza es GML[7] que es propio de la plataforma.

A continuación se encuentra un extracto de código el cual ejecuta una de las funciones principales de Elements que es el movimiento. Se puede apreciar que el código está separado por regiones que cumplen la función de separar secciones y mantener buenas prácticas, siguiente a esto se tienen una serie de declaraciones de variables que son igualadas a funciones que se activan al presionar la tecla especificada dentro del paréntesis.

```
#region //controles

    up = keyboard_check(k_up);
    down = keyboard_check(k_down);
    left = keyboard_check(k_left);
    right = keyboard_check(k_right);
    shoot = keyboard_check(k_shoot);
    up_aux = keyboard_check(k_up_aux);
    down_aux = keyboard_check(k_down_aux);
    left_aux = keyboard_check(k_left_aux);
    right_aux = keyboard_check(k_right_aux);

#endregion
```

El siguiente código es quien utiliza la variables anterior mencionadas y aplica una velocidad de movimiento a los ejes x e, dependiendo de la variable que haya sido activada verifica si es posible moverse en esa dirección y le suma velocidad.

```
#region //movimiento

    if((up || up_aux) && y >32) y -= vel;
    if((left || left_aux) && x >32) x -= vel;
    if((down || down_aux) && y <(room_height - 32) ) y += vel;
    if((right || right_aux) && x <(room_width - 32) ) x += vel;

#endregion
```

Otra funcionalidad importante es la captura de un elemento buscado, para comprobar si el elemento capturado es el correcto primero se comprueba si es que existe una misión disponible, luego se compara si la misión es igual al objeto con el que se a colisionado, de ser esto cierto se le aumenta el puntaje y se cambia el estado de la misión que alude a que esta fue completada. En el caso de que la colisión con el otro objeto no sea el mismo que requiere la misión se descuenta una vida al jugador. Finalmente se destruye el objeto del elemento para crear la ilusión de que fue atrapado.

```
if(global.otherMision == true){ //si está ocurriendo una misión

    if(oMision.mision == other.image_index){ //si el nombre es igual a la abreviación
    global.points += 10;
    global.otherMision = false;
    }
    else{ //si el nombre es distinto a la abreviación
    global.playerHealth -= 1;
    }
}


instance_destroy(other);
```

5.4. Casos de prueba

Para los casos de prueba se escogieron dos casos importantes para que el sistema funcione de manera correcta, ya que si estos casos no fueran cumplidos el sistema no podria guardar los datos de los estudiantes, por lo que se han desarrollado los casos de prueba de "Ingreso al sistema" tabla 5.1 y "Atrapara elemento solicitado" tabla 5.2.

Tabla 5.1: Caso de prueba ingreso al sistema.

Identificación de la prueba.	
Identificador de la prueba :	CP1
Nombre de la prueba :	Ingreso al sistema
Descripción de la prueba :	El usuario debe ingresar al sistema con su nombre de usuario y contraseña.
Actor:	Alumno
Pre-condiciones:	La cuenta debe estar creada en la base de datos previamente. El usuario debe haber ingresado a la sección del juego en el sitio web
Actividades.	
Evento	**Respuesta del Sistema**
1. El usuario ingresa al sistema mediante cualquier navegador. 3. El usuario ingresa datos solicitados. 4. El usuario debe seleccionar el botón Ingresar.	2. El sistema muestra una pantalla con un formulario de acceso solicitando nombre de usuario y contraseña. 5. El sistema verifica si el usuario existe y la contraseña es correcta. 7. El sistema permite el acceso a la plataforma.
Excepciones.	
1. Si los datos de Login son incorrectos o el usuario no existe, el sistema informa que hubo un error al intentar ingresar.	
Post-condiciones:	El usuario accede al juego.

Tabla 5.2: Caso de prueba atrapar elemento solicitado.

Identificación de la prueba.	
Identificador de la prueba :	CP2
Nombre de la prueba :	Atrapar elemento solicitado
Descripción de la prueba :	Al jugador se le da la instrucción de atrapar cierto elemento y este debe atrapar el correcto.
Actor:	Alumno
Pre-condiciones:	Iniciar sesión el juego Elements. Seleccionar un nivel de juego.
Actividades.	
Evento	**Respuesta del Sistema**
2. El usuario elige un nivel. 4. El usuario realiza una combinación de movimientos necesarios para poder atrapar el elemento solicitado .	1. El sistema solicita un elemento para ser atrapado. 3.El sistema redirige al nivel seleccionado. 5. El sistema verifica si el elemento atrapado es igual al solicitado. 6. El sistema aumenta el puntaje del jugador.
Excepciones.	
1. Si el elemento atrapado no es el mismo que se solicita se descuenta puntaje y vida al jugador.	
Post-condiciones:	El enemigo disminuye su vida. .

5.5. Pantallas principales

En el siguiente apartado se nombra las pantallas que posee el sistema de forma secuencial, para cada una se explicara su funcionalidad general y las acciones que el usuario podrá realizar.

5.5.1. Inicio de sesión

El sistema solo tendrá un inicio de sesión, ya que el sistema de registro se hace mediante el sitio web. Esta pantalla contiene un formulario con los campos nombre de usuario y contraseña, en caso de que los datos ingresados existan en la base de datos el usuario podrá acceder a la siguiente pantalla, de lo contrario el sistema le notificará que los datos ingresados no son correctos.

5.5.2. Menú principal

El menú tendrá una lista navegable que permitirán al usuario desplazarse por el sistema, la primera opción sería "Jugar" la cual llevará al usuario a la pantalla de seleccionar nivel, otra opción sería "Cómo Jugar" que nos mostrará un pop-up con una imagen de los controles y cómo completar las misiones, la siguiente opción llamada "Ver Insignias" mostrará un pop-up que permitirá al usuario visualizar el listado de insignias, la ultima opción sería "Ver Créditos" que mostrará un pop-up con los créditos del juego.

5.5.3. Seleccionar nivel

Esta pantalla también será un menú en el cual se podrá seleccionar las agrupaciones de elementos que el usuario desea reforzar, las opciones serán:

- Gases Nobles
- Metales de Transición
- Alcalinos
- Bloque P
- No Metales
- Metaloides

Al ser seleccionado alguna de las opciones anterior mencionadas el sistema redirigirá a la pantalla del juego y este solo utilizara los elementos de la opción seleccionada.

5.5.4. Pantalla juego

En esta pantalla el usuario se podrá mover en 4 principales direcciones (izquierda, derecha, arriba, abajo), también podrá disparar y atrapar símbolos de elementos químicos. Al usuario se le mostrará el nombre de un elemento químico en el pizarrón de la sala y él tendrá que atrapar el símbolo correspondiente dentro de una variedad de abreviaturas que arroja el enemigo, en caso de atrapar el símbolo correcto el sistema aumentará el puntaje del jugador, le restará vida al enemigo y cambiará la misión (en el pizarrón) al nombre de otro elemento químico al azar, en caso de atrapar un símbolo diferente al solicitado, al jugador se le restara un punto de vida (total de vidas 5). El juego terminará cuando al jugador o al enemigo se le agoten sus vidas.

6. Capítulo V: Experimento

En el siguiente capítulo se explica la experimentación realizada con la plataforma de "elements". Se explicara como se realizaron las distintas experiencias y los datos que se obtuvieron mediante la realización de pruebas de diagnostico.

6.1. Explicación de la experimentación

Retomando la idea principal de que "elements" busca reforzar la parte básica de la tabla periódica, el experimento apunta principalmente al análisis de dos pruebas que ayudan al diagnostico de cada estudiante, Pre-Test y Post-Test. Ambas son realizadas al comienzo y al termino del experimento respectivamente. Para comenzar el experimento, como primera instancia se contacto con dos colegios, Bordemar y Patricio Lynch, ambos pertenecientes a la región de Valparaíso. Una vez contactado y realizada las coordinaciones pertinentes para la utilización de sedes como punto de concentración de potenciales usuarios experimentales, se procede a tomar las primeras pruebas (Pre-Test) en cada colegio (Bordemar: miércoles 07 de Noviembre del 2018 y Patricio Lynch: viernes 9 de Noviembre del 2018). Concluida la primera visita a los establecimientos, se dan los accesos a la plataforma y se deja el sitio web a disposición de los niños que rindieron el Pre-Test, es necesario mencionar que de todos los usuarios que se han registrado en el sitio, para el analisis de datos se realizara mediante un filtro que considere solo a los 40 alumnos registrados con la primera prueba de diagnostico, identificando su grupo (Grupo 1: Experimental, Grupo 2: Control) y el colegio al que pertenezca.

Una vez realizado el Pre-Test y dado los accesos al sitio web en ambos colegios, se realiza una prueba de largo aliento del software, la que contempla 2 semanas completas para que cada estudiante pueda jugar desde un computador con acceso a internet mediado ellos quieran y puedan.

Como culmine de la experimentación, una vez transcurridas las dos semanas, se procede a realizar las pruebas de diagnostico Post-Test para medir el posible mejoramiento o no del conocimiento que se poseía en el Pre-Test. Además se realiza un test de satisfacción que tiene como objetivo obtener de una manera predictiva el crecimiento y bienestar de los estudiantes, y el comportamiento problemático y psicopatológico que puedan presentar para capturar algún grado de satisfacción respecto a la autonomía que posean como personas, relaciones y competencia, a su vez analizando algún componente de frustración referente a los 3 puntos ya mencionado.

6.2. Pre-Test y Post-Test

El Pre-Test y Post-Test son las pruebas que se le realizaron a los estudiantes de octavo básico del colegio Bordemar y Patricio Lynch. Cada prueba fue pensada para un total de 15 minutos para su realización, cada una posee un total de 3 ítem con 8 preguntas cada una, cada pregunta representa 1 punto total de la prueba, permitiendo tener un total de

24 puntos para conseguir el 100 por ciento total del diagnostico. Ambos test se encuentran en el anexo C.

6.2.1. Definición de grupo experimental y de control

A continuación se definirán el grupo experimental y el grupo de control con el fin de explicar cómo se realizarán las pruebas y cómo se llevará a cabo el uso del software educativo. Para esto se tomo dos cursos de octavo de enseñanza básica y se dividió en dos grupos equitativos con respecto al rendimiento (40 alumnos en total, 20 de cada colegio) de los estudiantes, con el fin de tener una recolección de datos precisa.

La separación de los alumnos se hizo de forma previa a la visita al curso por lo que al momento de ir al colegio se tomó la prueba de diagnostico pre-test, previo a esto se dio la instrucción a los grupos de cómo operar con el software, para la segunda visita al colegio que fue 2 semanas después de la primera visita, se tomó el post-test, esto con el objetivo de darle a los estudiantes tiempo extendido para utilizar el software.

A ambos grupos se les explico en qué consiste el juego, cómo podía cada uno jugarlo y el ranking de usuarios para generar una motivación en ellos. Al separar el curso se les entrego los accesos al sitio web (grupo al que pertenecía cada estudiante). El grupo experimental tuvo acceso al juego base más un sistema de logros, mientras que el grupo de control sólo tuvo acceso al juego base. Cabe destacar que los rankings se muestra dependiendo del grupo al que pertenezca el usuario.

6.3. Análisis de datos

Dentro del experimento realizado, el análisis de datos cumple un rol importante a la hora de querer representar gráficamente una posible mejora en el conocimiento de los niños, es por esto que a continuación se presenta un análisis de la información recolectada mediante el experimento.

6.3.1. Comparación general del diagnostico

Como primera instancia del análisis de datos a manera general, se analiza la tasa promedio de avance del pre y post test, para esto es necesario hacer uso de una gráfica de los valores obtenidos mediante la utilización de una plantilla excel y el software de inteligencia artificial “Orange”[11]. El gráfico es el siguiente:

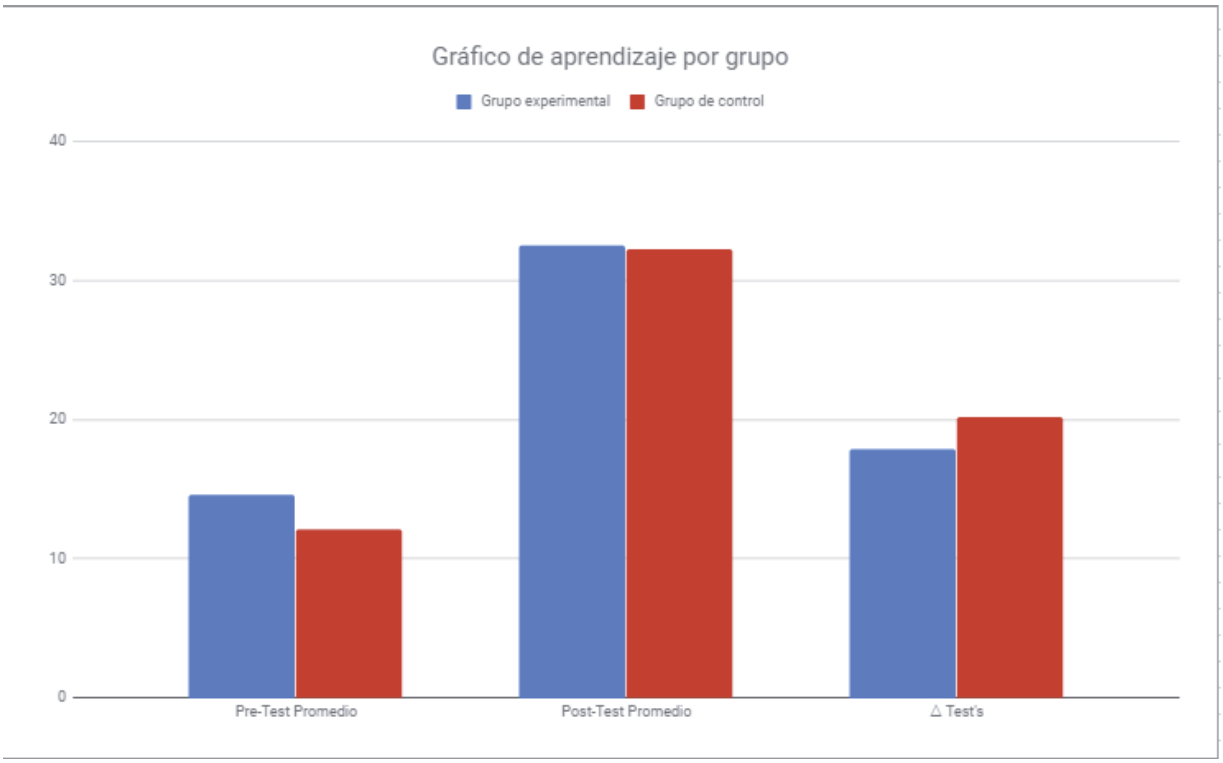

Figura 6.1: Aprendizaje por grupo

En el eje X del gráfico se observan las variables Pre-Test Promedio, Post-Test Promedio y la diferencia en valores porcentuales de los Test's los cuales corresponden a un análisis de las pruebas de 24 preguntas como el 100 por ciento. Del siguiente gráfico se desprende que en el Pre-Test del grupo experimental fue mayor que el grupo de control, siendo este 14,6 % v/s un 12,1 %. Analizando la variable Post-Test Promedio, diagnostico tomado luego de 2 semanas en donde los usuarios pudieron jugar en la plataforma, como segundo dato a analizar esta el Post-Test que se mantienen medianamente equilibrado como se aprecia en la figura 6.1, siendo el grupo experimental un 32,5 % y 32,3 % para el grupo de control, presentando un alza muy similar en ambos grupos. Mediante el calculo de la diferencia entre el Post-Test menos el Pre-Test del promedio de los datos, se tiene la diferencia que respecto al primer test de diagnostico aumenta, permitiendo analizar que en el caso del grupo experimental y de control existe un posible mejoramiento por el simple hecho de la incorporación de elements, siendo esta mejora de un 17,9 % para el grupo 1 y de un 20,2 %, notando una leve mejora en el grupo de control de un 2.3 %, valor que debe estar involucrado directamente por los datos que fueron de 0 puntos para el Pre-Test y para el Post-Test, por un posible poco interés por la actividad realizada.

6.3.2. Análisis datos

Conjunto al análisis de datos a nivel general, se considera la revisión de la gráfica de los alumnos que rindieron la prueba de Pre-Test como se observa en la figura 6.2 y 6.3 para analizar la desviación estándar y así tener conocimiento de que tan disperso eran los datos respecto a la media.

Para la figura 6.2, la cual representa la gráfica del puntaje total del Pre-Test del grupo 1, junto a la figura 6.3 que entrega la información recolectada en puntos (puntaje máximo 24 puntos) del Post-Test, se aprecia que un individuo, Alexis Gonzales, es un caso excepcional que se aleja mucho al promedio en ambas pruebas, siendo este el usuario que presenta un avance igual a 0 ya que no logra superarse ni intenta aprovechar la oportunidad completa del experimento realizado en su colegio. El Pre-Test del grupo 1 entrega un promedio igual a 3.5 y una desviación estándar de 2.6, permitiendo calcular el limite máximo de 6.1 y el limite mínimo de 0.9. Así mismo el Post-Test permite entregar un promedio igual a 7,8 y una desviación estándar de 3.8, dando la posibilidad de calcular el limite máximo que da 11.6 y mínimo 4.

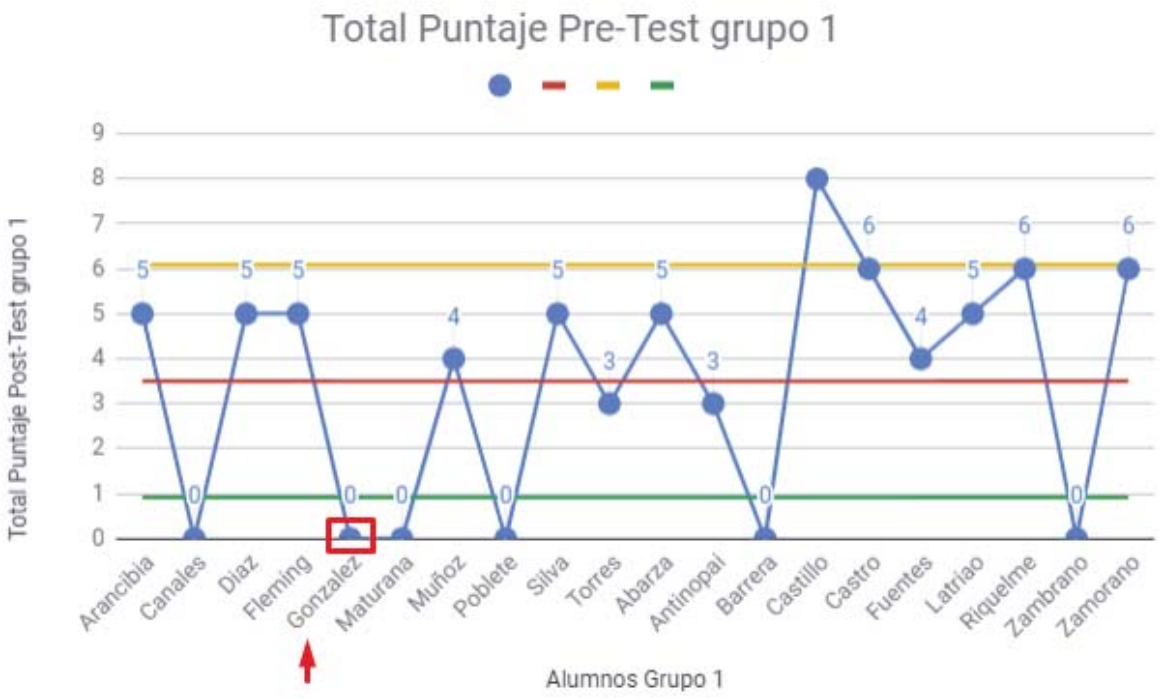

Figura 6.2: Puntaje Pre-Test grupo 1

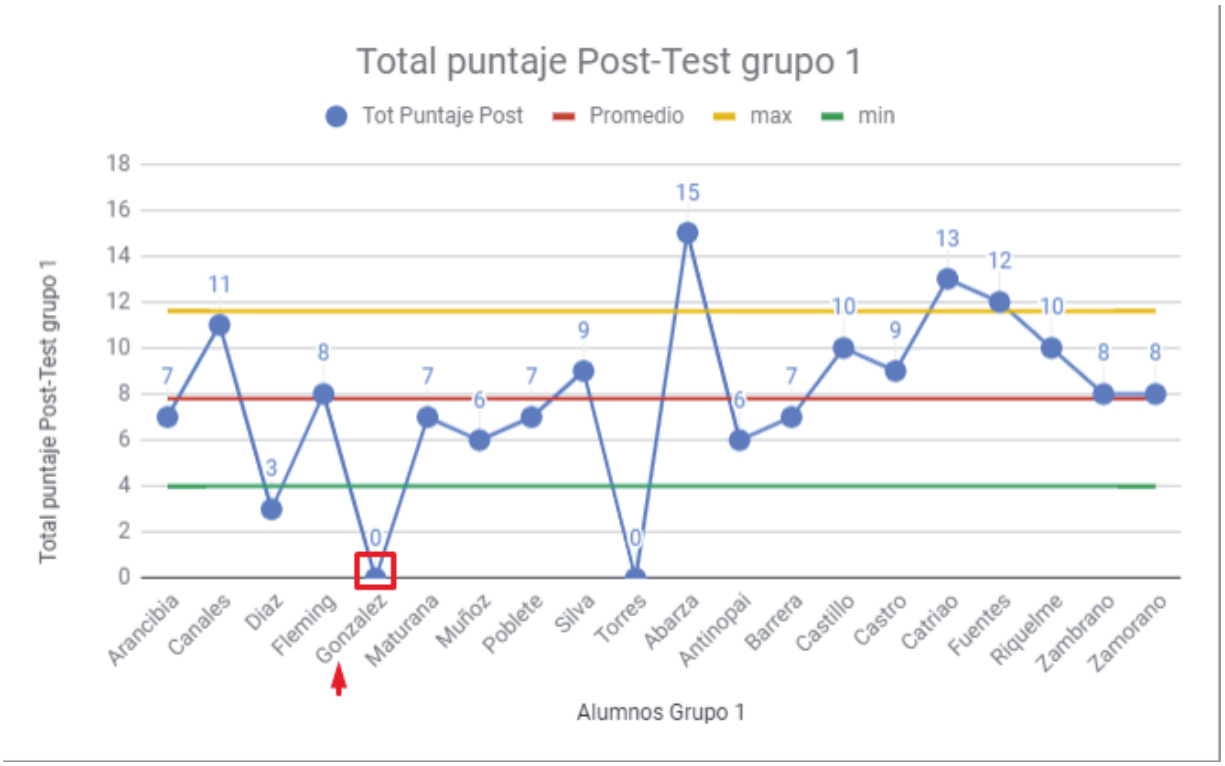

Figura 6.3: Puntaje Post-Test grupo 1

En cuanto al grupo 2, La figura 6.4 y 6.5 presenta a un nuevo sujeto que escapa drásticamente de las estadística calculada a diferencia del resto de estudiantes, como mínimo y máximo (Pre-Test: max= 5.7 y min= 0.03 Post-Test: max= 13.4 y min= 2.1), Antonella Aranda escapa del máximo en ambas pruebas, con una desviación estándar de 2.9 para la prueba de diagnostico Pre-Test y 5.7 para Post-Test. Se observa que el usuario aumenta su puntaje en ambos casos, cosa que es favorable para el experimento.

Como parte del análisis, dentro del grupo conglomerado por el máximo y el mínimo, se observa resultados que sobre salen como el caso de Antonella Aranda que tuvo un buen resultado en Pre y Post Test, otro caso destacable y que es el de mayor puntaje adquirido en Post-Test, es Loreto Miranda que obtuvo 6/8 puntos en el primer ítem, 8/8 en el segundo ítem y 7/8 puntos en el ultimo y tercer ítem que posee la prueba, posicionándola por sobre el máximo calculado en el Post-Test.

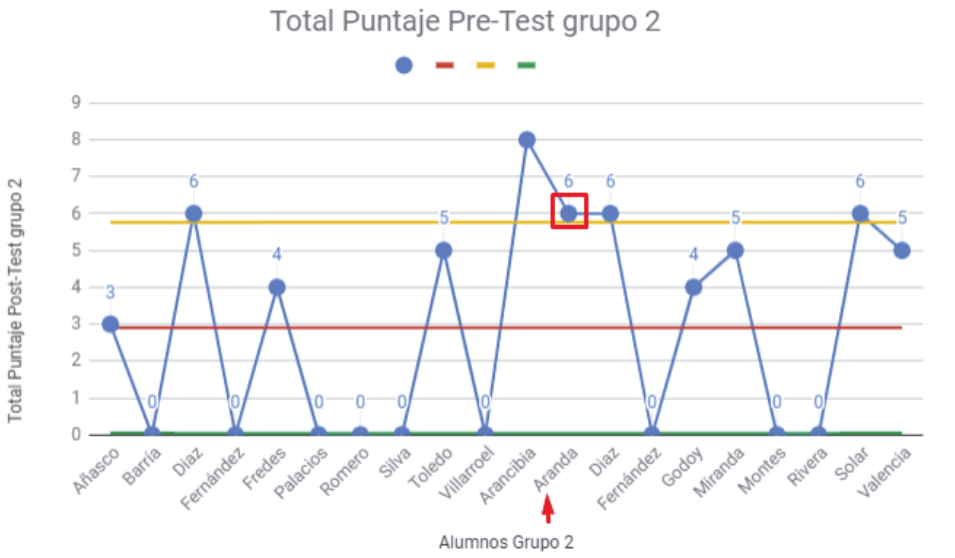

Figura 6.4: Puntaje Pre-Test grupo 2

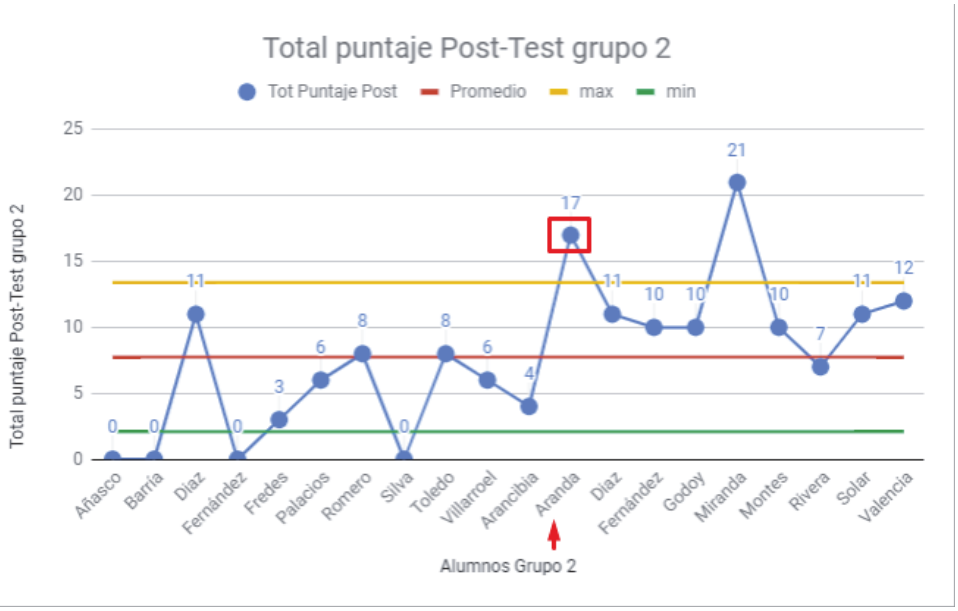

Figura 6.5: Puntaje Post-Test grupo 2

6.3.3. Tiempo de juego vs Diferencia de test's

Como siguiente análisis se tiene por un lado a la variable "Tiempo de juego" que mide el tiempo en que el alumno esta en la sección del juego (no mide el tiempo pasado en los menús), y por otro lado se tiene la variable "Delta Test" que es el resultado en porcentaje entre la resta del post-test con el pre-test.

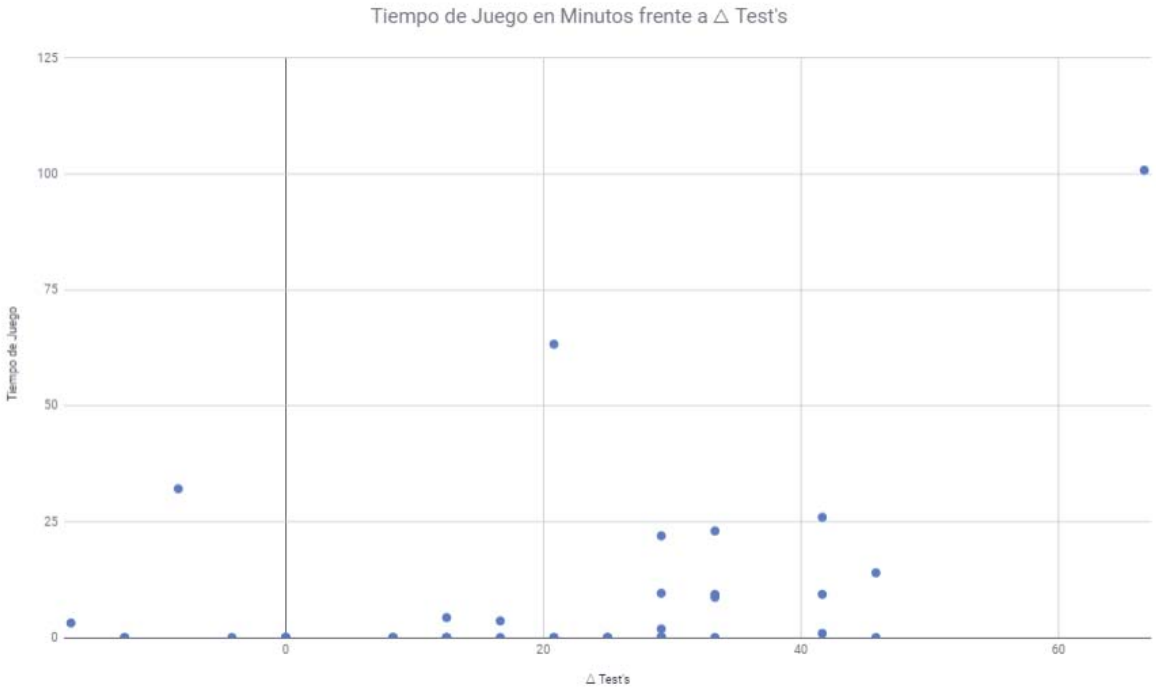

Figura 6.6: Tiempo de juego vs Delta Test

En el gráfico (figura 6.6) anterior se puede observar que en el eje y se mide el tiempo de juego y en el x el delta test, en él se encuentran datos negativos que corresponden a alumnos que tuvieron un peor desempeño en el post-test que en el pre-test. Los datos situados a la derecha del gráfico tienden a tener un mayor porcentaje de respuestas correctas mientras mas tiempo de juego tengan.

6.3.4. Comparación y análisis de clusters

En el siguiente apartado se hará una comparación de clusters jerárquicos, el cual es una técnica estadística multivariante que buscar agrupar elementos tratando de lograr la máxima homogeneidad y la mayor diferencia entre grupos. Para poder obtener los clusters jerárquicos se necesita generar un dendrograma[9], este fue construido con el programa Orange que se encarga de graficar los datos. Para poder crear el dendrograma primero se tuvo que normalizar los datos entre el rango [-1, 1], con el fin de que cada dato sea igual de relevante. Seguido se genera el dendrograma con los datos ya normalizados como se puede ver en la figura 6.7.

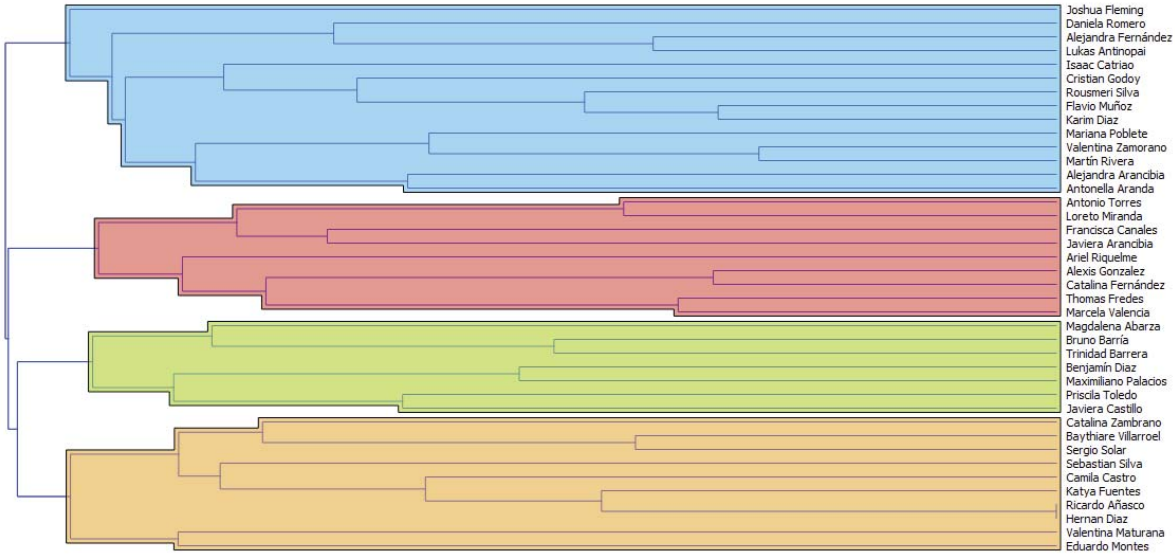

Figura 6.7: Dendrograma.

Al obtener el dendrograma se separo en 4 clusters para poder compararlos y analizar que diferencias tienen entre si. Ya definidos se calcularon los promedios de las variables de los alumnos separados por cada cluster:

- Pre-Test(porcentaje de respuestas correctas)
- Post-Test(porcentaje de respuestas correctas)
- Delta Test(Post-Test - Pre-test)
- Tiempo de juego(Minutos)
- Autonomy satisfaction
- Autonomy frustration
- Relatedness satisfaction
- Relatedness frustration
- Competence satisfaction
- Competence frustration

El resultado de los promedios se puede apreciar en la figura 6.8. Los promedios de datos son representados con el mismo color que en le figura 6.7.

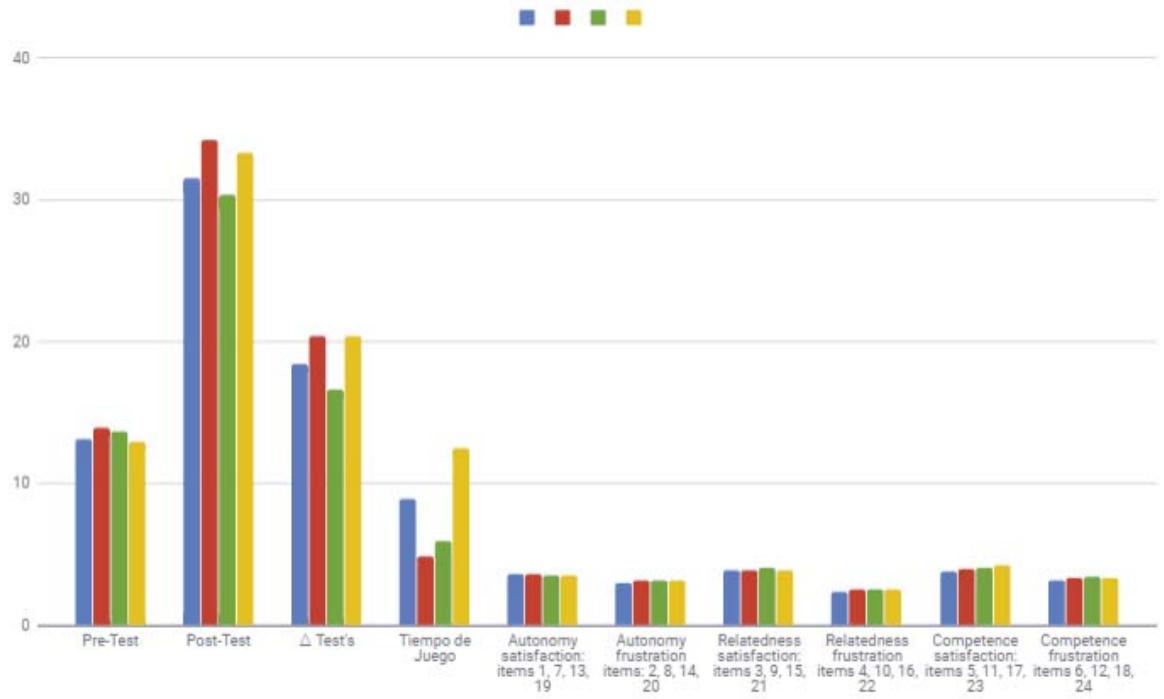

Figura 6.8: Comparación clusters.

A simple vista no parece haber una variación, pero si se analizan las variables "Tiempo de juego" y el "Delta Test" se puede ver que el "cluster 2" tiene un tiempo de juego inferior a todos los demás clusters pero sin embargo en la diferencia de test (Delta Test) fue el cluster con mayor porcentaje de mejora, igualando al "cluster 4" que fueron quienes mas tiempo dedicaron al software. Este caso sucedió debido a que en el "cluster 4" existen 2 casos particulares de alumnos que su "Delta Test" es negativo. Analizando mas a fondo el problema se encontró con que las pruebas no fueron contestadas de forma seria, esto se ve en las respuestas del test de satisfacción ya que fueron contestadas todas con las respuesta 5.

7. Conclusión

Con el paso de lo años la tecnología ha crecido exponencialmente, junto a esto la mayoría de las industrias se han adaptado a este crecimiento, como lo es la medicina por ejemplo, hoy en día se cuenta con instrumentos que han ayudado a aumentar la esperanza de vida[10], pero con la educación sucede que se ha estancado y no es mucho el uso de la tecnología. Lo que Elements busca es añadir un método más a la forma de aprender los símbolos de la tabla periódica y ayudar a que los métodos de enseñanza no se centren solo en un monólogo del profesor hacia sus alumnos.

Con los datos recolectados y la información analizada se puede llegar a la conclusión de que al juego base (solo tabla de clasificaciones) logra reforzar la relación nombre/símbolo de los elementos de la tabla periódica y genera un impacto en el aprendizaje de los alumnos. Pero no se puede deducir que el numero de gamificaciones influya en la mejora del aprendizaje, debido a que la desviación estándar de la cantidad de tiempo jugado es alta (Desviación estándar: 18.5) en comparación del máximo y mínimo de esta variable, por otro lado el numero de minutos jugados no lograron ser cifras suficientes para la cantidad de alumnos registrados.

Dentro de toda la experiencia realizada mediante este proyecto, se puede concluir que el tiempo es el factor más importante para la toma de pruebas. El proyecto esta sujeto a constantes cambios que atrasan el avance esperado ya que las pruebas que se realizan son de carácter inmediato, entiéndase con carácter inmediato a cambios sustanciales que por mas mínimos que sean, necesitan ser cambiados para captar la mayor atención de los estudiantes para que puedan progresar y captar todo el estudio realizado. Es de importancia mencionar que el tiempo empleado (2 semanas para el experimento) fue demasiado corto para captar la completa atención en niños de octavo básico, ya que presentan personalidades bastante dispersas.

A. Carta Gantt completa

ID		Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1			**Proyecto de Título**	**80 days**	**Mon 20/08/18**	**Fri 07/12/18**
2	✓		**Prototipo 1: Planificación**	**6 days**	**Mon 20/08/18**	**Sun 26/08/18**
3	✓		Contacto profesor guía y presentación de ideas	5 days	Mon 20/08/18	Fri 24/08/18
4	✓		Definir ambiente de desarrollo	1 day	Mon 20/08/18	Mon 20/08/18
5	✓		Definición de canales de comunicación	1 day	Mon 20/08/18	Mon 20/08/18
6	✓		Captura y Análisis de requerimientos	6 days	Mon 20/08/18	Sun 26/08/18
7	✓		Preparar todo el ambiente con el que se trabajara	6 days	Mon 20/08/18	Sun 26/08/18
8	✓		**Prototipo 2: Ejecucion (desarrollo)**	**75 days**	**Mon 20/08/18**	**Fri 30/11/18**
9	✓		**Trabajo en el informe**	**71 days**	**Sun 26/08/18**	**Fri 30/11/18**
10	✓		Creación de esqueleto del informe	3 days	Sun 26/08/18	Tue 28/08/18
11	✓		Preparación de pruebas Pre-Test y Post-Test	4 days	Mon 24/09/18	Thu 27/09/18
12	✓		**Trabajo en el software**	**37 days**	**Thu 23/08/18**	**Sun 14/10/18**
13	✓		Subir codigo a BitBucket	1 day	Thu 23/08/18	Thu 23/08/18
14	✓		**Programación en el Juego**	**37 days**	**Thu 23/08/18**	**Sun 14/10/18**
15	✓		**Funciones del juego**	**30 days**	**Mon 27/08/18**	**Sun 07/10/18**
16	✓		**Ingreso al sistema (identificación)**	**7 days**	**Sun 30/09/18**	**Sun 07/10/18**
17	✓		Formulario de creación de cuenta	7 days	Sun 30/09/18	Sun 07/10/18
18	✓		Log-In En juego Elements	7 days	Sun 30/09/18	Sun 07/10/18
19	✓		Implementación Player	2 days	Mon 27/08/18	Tue 28/08/18
20	✓		Implementación Enemigo	2 days	Mon 27/08/18	Tue 28/08/18
21	✓		Mostrar elemento quimico que se pregunta	1 day	Wed 29/08/18	Wed 29/08/18
22	✓		Lluvia de elementos quimicos	2 days	Sun 02/09/18	Mon 03/09/18

Figura A.1: Carta Gantt del proyecto. Parte 1

ID		Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
23	✓		**Módulo 1: Acciones que deben pasar dentro del juego**	**26 days**	**Mon 27/08/18**	**Mon 01/10/18**
24	✓		**Implementar movimientos**	**7 days**	**Mon 27/08/18**	**Tue 04/09/18**
25	✓		Personaje se mueve	2 days	Mon 27/08/18	Tue 28/08/18
26	✓		Personaje dispara y destruye bloques	2 days	Mon 27/08/18	Tue 28/08/18
27	✓		Enemigo dispara elementos quimicos abreviados (bloques)	1 day	Tue 04/09/18	Tue 04/09/18
28	✓		**Personaje tiene vidas**	**1 day**	**Sun 30/09/18**	**Mon 01/10/18**
29	✓		Personaje pierde vidas	2 days	Sun 30/09/18	Mon 01/10/18
30	✓		Usuario visualiza el total de vidas en partida	2 days	Sun 30/09/18	Mon 01/10/18
31	✓		Personaje pierde partida por tener 0 vidas	2 days	Sun 30/09/18	Mon 01/10/18
32	✓		**Módulo 2: Implementación de gamificación**	**4 days**	**Sat 29/09/18**	**Thu 04/10/18**
33	✓		Implementación de insignias	5 days	Sat 29/09/18	Thu 04/10/18
34	✓		Automatizar la obtención de insignias	5 days	Sat 29/09/18	Thu 04/10/18
35	✓		**Diseño**	**38 days**	**Thu 23/08/18**	**Sun 14/10/18**
36	✓		Creación sprite personaje	6 days	Mon 17/09/18	Sun 23/09/18
37	✓		Creación sprite enemigo	6 days	Mon 17/09/18	Sun 23/09/18
38	✓		Creación interfaz gráfica	1 day	Sun 23/09/18	Sun 23/09/18
39	✓		Creación interfaz Log-in	1 day	Sun 30/09/18	Sun 30/09/18
40	✓		Creación interfaz del menú principal	6 days	Mon 08/10/18	Sun 14/10/18
41	✓		**Trabajo en la página web**	**8 days**	**Mon 01/10/18**	**Wed 10/10/18**
42	✓		Montar FrameWork Laravel	3 days	Mon 08/10/18	Wed 10/10/18
43	✓		**Edición del contenido de la página web**	**3 days**	**Mon 08/10/18**	**Wed 10/10/18**
44	✓		Sección crear usuario	1 day	Mon 08/10/18	Mon 08/10/18

Figura A.2: Carta Gantt del proyecto. Parte 2

ID		Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
45	✓		Sección para el juego educativo	1 day	Mon 08/10/18	Mon 08/10/18
46	✓		Sección para el top de jugadores	1 day	Mon 08/10/18	Mon 08/10/18
47	✓		Generar un ranking de los usuarios (sacar información de bd)	3 days	Mon 08/10/18	Wed 10/10/18
48	✓		Subir el juego a la página	1 day	Mon 08/10/18	Mon 08/10/18
49	✓		**HITO 1: Entrega informe DE AVANCE!**	**1 day**	**Fri 28/09/18**	**Fri 28/09/18**
51	✓		**HITO 2: Presentación DE AVANCE**	**1 day**	**Wed 03/10/18**	**Wed 03/10/18**
53	✓		**HITO 3: Entrega software terminado**	**1 day**	**Fri 30/11/18**	**Fri 30/11/18**
55	✓		**Prototipo 3: Puesta en servicio (pruebas de funcionalidad del juego)**	**32 days**	**Sun 30/09/18**	**Sat 10/11/18**
56	✓		Pruebas del software	3 days	Sun 14/10/18	Tue 16/10/18
57	✓		Generación de catastro del análisis de las pruebas	1 day	Tue 16/10/18	Tue 16/10/18
58	✓		Correciones	6 days	Wed 17/10/18	Wed 24/10/18
59	✓		Realización del experimento en colegio	11 days	Mon 29/10/18	Sat 10/11/18
60	✓		Calculo datos estadisticos e implementación en informe	4 days	Mon 03/12/18	Thu 06/12/18
61	✓		**HITO 4: Revisión de software**	**1 day**	**Wed 05/12/18**	**Wed 05/12/18**
63	✓		**HITO 5: Entrega informe final Proyecto de Título**	**1 day**	**Fri 07/12/18**	**Fri 07/12/18**
65			**HITO 6: Exposición final (Examen)**			
67						
68						
69						
70						
71						

Figura A.3: Carta Gantt del proyecto. Parte 3

B. Requerimientos

Tabla B.1: Requerimientos generales

ID	Nombre	Descripción
RF-G-01	Perfil de usuario "Alumno"	El sistema debe poseer un perfil de usuario para los alumnos. De esta manera el usuario deberá iniciar sesión mediante un formulario que debe incluir los campos: - Id - Contraseña
RF-G-01	Menú principal	El sistema debe presentar un listado de las siguientes opciones: - Jugar RF-PA-02 - Como jugar RF-PA-03 - Ver Insignias RF-PA-04
RF-G-02	Mecánica de juego	Las mecánicas de juego del sistema debe poseer: Vidas (Total de 5). Retroalimentación de respuestas erróneas. Puntaje por respuestas correctas. Insignias que otorgan puntajes. Misión: nombre del elemento químico preguntado . Lluvia de símbolos de los elementos químicos del nivel en que se encuentre.
RNF-G-01	Herramientas de desarrollo	El sistema debe ser desarrollado en dos partes Parte 1: **Página web** El sistema debe ser desarrollado utilizando: - Laravel Parte 2: **Juego** El sistema debe ser desarrollado utilizando: - Game Maker Studio 2

Tabla B.2: Requerimientos perfil alumno

ID	Nombre	Descripción
RF-PA-01	Inicio de sesión	El sistema debe poseer un perfil de usuario para los alumnos. De esta manera el usuario deberá iniciar sesión mediante un formulario que debe incluir los campos: - Id - Contraseña
RF-PA-02	Jugar	El alumno luego de iniciar sesión deberá poder seleccionar uno de los siguientes niveles de juego - Nivel Gases Nobles - Nivel Metales de Transición - Nivel Alcalinos - Nivel Bloque P - Nivel No Metales - Nivel Metaloides
RF-PA-03	Ver instrucciones de juego	El alumno debe poder ver las instrucciones de como jugar.
RF-PA-04	Ver listado de insignias	- El alumno deberá poder ver un listado de todas las insignias. - Cada insignia deberá poseer un texto que explique el método de obtención de cada una de ellas.
RNF-PA-01	Base de datos	- La base de datos debe recolectar el tiempo de cada usuario cuando se encuentre dentro de un nivel de juego. - La base de datos debe almacenar el score total que recolecta cada usuario.

Tabla B.3: Requerimientos Página

ID	Nombre	Descripción
RF-PW-01	Sección Juego	La página web debe poseer una sección que dará acceso al juego educativo Elements.
RF-PW-02	Sección top de usuarios	El usuario mediante una sección de la página web, podrá ver un ranking de los jugadores del sistema.
RF-PW-03	Sección registro de usuario	El usuario mediante un formulario podrá registrarse en la plataforma para tener acceso al juego Elements. Los campos deben ser: - Nombre - Apellido - Nombre de usuario - Email - Grupo - Colegio - Contraseña

C. Pruebas

Prueba diagnostico elementos de la tabla periódica Pre-Test

Nombre: **Puntaje:**

La siguiente prueba fue creada por estudiantes de la Pontificia universidad católica de Valparaíso, con el fin de evaluar el conocimiento respecto a la relación nombre - símbolo de los elementos de la tabla periódica.

Instrucciones

- Usted posee 15 minutos para responder este diagnóstico.
- Se pide contestar este diagnóstico con seriedad.

Desarrollo

I. Escriba los símbolos de los siguientes elementos.

a) Potasio:_____ b) Helio:_____

d) Cromo:_____ e) Magnesio:_____

g) Carbono:_____ h)Radón:_____

j) Flúor:_____ k) Xenón:_____

II. Indique la abreviatura que corresponda con cada elemento.

1) Ca	____ Oro
2) Ne	____ Plata
3) Al	____ Níquel
4) Hg	____ Aluminio
5) Au	____ Neón
6) Ag	____ Calcio
7) Ni	____ Radio
8) Ra	____ Mercurio

Figura C.1: Pre-Test parte 1.

III. Dibuje la abreviatura junto con el nombre de 2 elementos químicos según la clasificación señalada.

Ejemplo: Ej Ejemplo

Dibuje 2 Gases Nobles Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 Metales Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 No Metales Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 Metaloides Distintos:

_____ _____

Figura C.2: Pre-Test parte 2.

Prueba diagnostico elementos de la tabla periódica Post-Test

Nombre: **Puntaje:**

La siguiente prueba fue creada por estudiantes de la Pontificia universidad católica de Valparaíso, con el fin de evaluar el conocimiento respecto a la relación nombre - símbolo de los elementos de la tabla periódica.

Instrucciones

- Usted posee 15 minutos para responder este diagnóstico.
- Se pide contestar este diagnóstico con seriedad.

Desarrollo

I. Escriba los símbolos de los siguientes elementos.

a) Calcio:_____ b) Neón:_____

d) Plata:_____ e) Oro:_____

g) Nitrógeno:_____ h) Potasio:_____

j) Helio:_____ k) Cinc:_____

II. Indique la abreviatura que corresponda con cada elemento.

1) Li	____ Silicio
2) O	____ Azufre
3) S	____ Cromo
4) Cr	____ Plomo
5) Pb	____ Carbono
6) Al	____ Litio
7) Si	____ Aluminio
8) C	____ Oxígeno

Figura C.3: Post-Test parte 1.

III. Dibuje la abreviatura junto con el nombre de 2 elementos químicos según la clasificación señalada.

Ejemplo: Ej Ejemplo

Dibuje 2 Alcalinos Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 Gases Nobles Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 Metaloides Distintos:

_____ _____

Dibuje 2 No Metales Distintos:

_____ _____

Figura C.4: Post-Test parte 2.

Referencias

[1] Atlassian. *BitBucket*. Última revisión 28-Agosto-2018. URL: https://bitbucket.org/product.

[2] Michel Beaudouin-Lafon y Wendy Mackay. *PROTOTYPING TOOLS AND TECHNIQUES*. Última revisión: 11-Septiembre-2018. URL: https://www.kth.se/social/upload/52ef5ee4f2765445a466a28a/mackay-lafon-prototypes-52-HCI.pdf.

[3] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN. *PROPIEDAD INTELECTUAL*. Última revisión 26-Septiembre-2018. URL: https://www.leychile.cl/Navegar?idLey=17336.

[4] Ministerio de Educación. *Orientaciones Generales para Ciencias Naturales de 7º Básico a 2º Medio*. Última revisión 20-Septiembre-2018. URL: http://www.curriculumnacional.cl/inicio/7b-2m/.

[5] YOYO GAMES. *Game Maker Studio 2*. Última revisión 24-Agosto-2018. URL: https://www.yoyogames.com/gamemaker.

[6] YOYO GAMES. *Game Maker Studio 2 user manual*. Última revisión 1-septiembre-2018. URL: https://docs2.yoyogames.com.

[7] YOYO GAMES. *GML Overview*. Última revisión 1-septiembre-2018. URL: https://docs.yoyogames.com/source/dadiospice/002_reference/001_gml%5C%20language%5C%20overview/index.html.

[8] Google. *Google Drive*. Última revisión 28-Agosto-2018. URL: https://www.google.com/intl/es_ALL/drive/.

[9] Minitab Inc. *Dendrograma*. Última revisión 4-diciembre-2018. URL: https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/multivariate/how-to/cluster-observations/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/dendrogram/.

[10] Rodríguez Alcázar J. *Tecnología y longevidad*. Última revisión 25-septiembre-2018. URL: http://contenidos.institutoroche.es/archivos/2008/tecno_longe.pdf.

[11] University of Ljubljana. *Orange*. Última revisión 4-diciembre-2018. URL: https://orange.biolab.si.

[12] Henao J. Merchán M. *Influencia de la percepción visual en el aprendizaje*. Última revisión 20-Septiembre-2018. URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5599290.pdf.

[13] Microsoft. *Microsoft Project*. Última revisión 23-Septiembre-2018. URL: https://products.office.com/es-cl/home.

[14] Mineduc. *Plan curricular Ciencias Naturales séptimo y octavo básico*. Última revisión 20-Septiembre-2018. URL: http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-propertyvalue-49436.html.

[15] MKLab. *StarUML*. Última revisión 23-Septiembre-2018. URL: http://staruml.io.

[16] Taylor Otwell. *Laravel*. Última revisión 27-Agosto-2018. URL: https://laravel.com.

[17] R Pressman. *Ingeniería del software, Un enfoque práctico. Séptima edición*. McGraw Hill, Última revisión: 01-Septiembre-2018. URL: http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF.

[18] The phpMyAdmin Project. *phpmyadmin*. Última revisión 23-Agosto-2018. URL: https://www.phpmyadmin.net.

[19] JetBrains s.r.o. *PhP Storm*. Última revisión 28-Agosto-2018. URL: https://www.jetbrains.com/phpstorm/.

[20] Slack Technologies. *Slack*. Última revisión 28-Agosto-2018. URL: https://slack.com/intl/es/.

[21] Unity Technologies. *Unity*. Última revisión 20-Agosto-2018. URL: https://unity3d.com/es.

[22] Linus Torvalds. *Git*. Última revisión 23-Agosto-2018. URL: https://git-scm.com.

[23] UnADM. *Metodologías de desarrollo. Universidad abierta y a distancia de México*. Última revisión: 01-Septiembre-2018. URL: https://woodyweb.wordpress.com/2015/08/24/metodologias-de-desarrollo/.