



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TEMA:

DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO SERIO DE
ESTEQUIOMETRÍA PARA LA ASIGNATURA DE QUÍMICA I

AUTORES:	Bach. Arias Vera, Carlos Eduardo Bach. Mercado Baca, Carlos
TÍTULO A OPTAR:	Ingeniero de Sistemas
ASESOR:	Ing. Molero Delgado, Iván

CUSCO – PERÚ

2020



ÍNDICE GENERAL

Contenido

Capítulo 1 Problema de la investigación.....	9
1.1. Ámbito de influencia	9
1.1.1. Influencia teórica	9
1.1.2. Área de dominio.....	9
1.1.3. Línea de investigación	9
1.2. Planteamiento del problema	10
1.2.1. Descripción de la situación actual del lugar de intervención.....	10
1.2.2. Descripción del problema.....	10
1.2.3. Formulación del problema.....	13
1.2.4. Objetivos	13
1.2.5. Justificación	14
1.2.6. Alcances y limitaciones.....	15
Capítulo 2 Marco teórico	16
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	22
2.2. Bases teórico – científicos.....	27
2.2.1. Enseñanza de la estequiometría.....	27
2.2.2. Diseño de videojuegos serios	31
2.2.3. Desarrollo de videojuegos	34
2.2.4. Metodologías de desarrollo ágil	40
Capítulo 3 Desarrollo del prototipo	47
3.1. Iniciación del proyecto	47
3.1.1. Identificación de requerimientos	48
3.1.2. Técnicas algorítmicas utilizadas	52
3.2. Desarrollo de las iteraciones	53
3.2.1. Iteración 1	54
3.2.2. Iteración 2	61
3.2.3. Iteración 3	66
3.2.4. Iteración 4	72
3.2.5. Iteración 5	76
Capítulo 4 Resultados	80
4.1. Comprobación de la prospectiva	80



4.2. Cumplimiento de objetivos	81
4.2.1. Diferencia entre videojuegos serios y videojuegos convencionales para el adecuado diseño del prototipo	81
4.2.2. Diseñar y desarrollar un prototipo de videojuego serio con contenidos de Estequiometría utilizando una metodología ágil.....	83
4.2.3. Utilizar el prototipo final del videojuego y evaluar la percepción que los estudiantes del curso de Química I tengan al usarlo	93
4.3. Contribuciones (impacto).....	100
Conclusiones	101
Recomendaciones	101
Referencias.....	102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de metodologías SCRUM, XP y ASD. Fuente: (Quiñónez-Ku et al., 2019)	46
Tabla 2. Requerimientos funcionales. Fuente: Propia	49
Tabla 3. Requerimientos no funcionales. Fuente: Propia	51
Tabla 4. Resumen de iteraciones desarrolladas. Fuente: Propia	53
Tabla 5. Resumen fase de especulación Iteración 1. Fuente: Propia	54
Tabla 6. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 1. Fuente: Propia	54
Tabla 7. Resultados actividades fase aprender Iteración 1. Fuente: Propia	56
Tabla 8. Resumen fase especulación Iteración 2. Fuente: Propia	61
Tabla 9. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 2. Fuente: Propia	61
Tabla 10. Resultados actividades fase aprender Iteración 2. Fuente: Propia	62
Tabla 11. Resumen fase especulación Iteración 3. Fuente: Propia	66
Tabla 12. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 3. Fuente: Propia	67
Tabla 13. Resultados actividades fase aprender Iteración 3. Fuente: Propia	68
Tabla 14. Resumen fase especulación Iteración 4. Fuente: Propia	72
Tabla 15. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 4. Fuente: Propia	72
Tabla 16. Resultados actividades fase aprender Iteración 4. Fuente: Propia	73
Tabla 17. Resumen fase especulación Iteración 5. Fuente: Propia	76
Tabla 18. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 5. Fuente: Propia	76
Tabla 19. Resultados actividades fase aprender Iteración 5. Fuente: Propia	77
Tabla 20. Diferencias entre videojuegos serios y videojuegos convencionales. Fuente: Propia	82
Tabla 21. Iteraciones realizadas en el desarrollo. Fuente: Propia	84



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de notas de los estudiantes de Ingeniería Industrial en la asignatura de Química-I durante el periodo 2014-I. Fuente: Propia.....	11
Figura 2. Promedio de notas de los Estudiantes de Ingeniería Industrial en la Asignatura de Química-I durante el periodo 2014-II. Fuente: Propia.....	11
Figura 3. Cantidad de estudiantes aprobados, desaprobados y desertores de la asignatura de Química-I.....	12
Figura 4. Cantidad de estudiantes aprobados, desaprobados y desertores de la Asignatura de Química-I.....	12
Figura 5. Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos.....	36
Figura 6. Etapas de metodología ASD. Fuente: (Highsmith & Highsmith, 2002)	44
Figura 7. Sistema de crafeo en videojuego The Witcher 3. Fuente: The Witcher 3.....	48
Figura 8. Reacción química. Fuente: («Reacciones químicas», 2012).....	49
Figura 9. Máquina de estado en Unity. Fuente: Propia	53
Figura 10. Diagrama de base de datos del prototipo. Fuente: Propia	58
Figura 11. Mapa del juego. Fuente: Propia.....	59
Figura 12. Escena del entorno del videojuego. Fuente: Propia	60
Figura 13. Interfaz del menú principal en desarrollo. Fuente: Propia	64
Figura 14. Interfaz de creación de partida en desarrollo. Fuente: Propia	65
Figura 15. Interfaz principal en desarrollo. Fuente: Propia	69
Figura 16. Punto de generación de enemigos. Fuente: Propia	70
Figura 17. Interfaz de tienda en desarrollo. Fuente: Propia	70
Figura 18. Interfaz de inventario en desarrollo. Fuente: Propia	71
Figura 19. Interfaz del juego con misiones. Fuente: Propia.....	74
Figura 20. Animator controller. Fuente: Propia.....	75
Figura 21. Interfaz con manual de instrucciones. Fuente: Propia.....	78
Figura 22. Interfaz de Menú Principal de la escena inicial. Fuente: Propia	85
Figura 23. Creación de partida con el nombre del jugador. Fuente: Propia	85
Figura 24. Lista de partidas creadas con sus respectivos identificadores. Fuente: Propia	86
Figura 25. Interfaz de carga para cambiar de escena. Fuente: Propia.....	86
Figura 26. Interfaz de escena principal y escenario 3D. Fuente: Propia	87
Figura 27. Interfaz del inventario del jugador. Fuente: Propia	87
Figura 28. Interfaz principal del juego con enemigos. Fuente: Propia.....	88
Figura 29. Interfaz de tienda mostrada al interactuar con el NPC. Fuente: Propia.....	88
Figura 30. Interfaz de tabla periódica para crear elementos químicos. Fuente: Propia	89
Figura 31. Interfaz para crear compuestos químicos. Fuente: Propia	89
Figura 32. Interfaz principal, mostrando una misión. Fuente: Propia	90
Figura 33. Interfaz principal, mostrando una misión aceptada. Fuente: Propia	90
Figura 34. Interfaz de misiones, mostrando misión cumplida. Fuente: Propia.....	91
Figura 35. Interfaz de misiones, mostrando error al cumplir la misión. Fuente: Propia	91
Figura 36. Interacción con un NPC, diálogos sobre química. Fuente: Propia.....	92
Figura 37. Interfaz de pausa del juego con menú de opciones. Fuente: Propia	92
Figura 38. Interfaz de instrucciones sobre cómo jugar. Fuente: Propia	93
Figura 39. Interfaz de instrucciones con conceptos de química. Fuente: Propia.....	93
Figura 40. Cuadro resumen de la pregunta número 1. Fuente: Propia	95
Figura 41. Cuadro resumen de la pregunta número 2. Fuente: Propia	95
Figura 42. Cuadro resumen de la pregunta número 3. Fuente: Propia	96



Figura 43. Cuadro resumen de la pregunta número 4. Fuente: Propia97
Figura 44. Cuadro resumen de la pregunta número 5. Fuente: Propia98



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un prototipo de videojuego serio como propuesta de herramienta de apoyo para el aprendizaje de temas o asignaturas como la Química, en este caso, el prototipo se enfocará en los conceptos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría, para lo cual se compartirá antecedentes de diversas investigaciones similares, un marco teórico enfocado en el diseño de Serious Games, la Estequiometría y el desarrollo de videojuegos utilizando una metodología ágil, todos provenientes de fuentes fiables.

Para llevar a cabo esta investigación, se trabajó con estudiantes y docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, particularmente, aquellos que cursan la asignatura de Química I, donde se evidenció una posible dificultad en la comprensión de conceptos básicos de Estequiometría. La información obtenida se utilizó como base para la conceptualización y el diseño de los componentes del prototipo de videojuego serio.

Para desarrollar el prototipo de videojuego serio se utilizó la metodología de desarrollo ágil ASD, que tiene como principal característica el adaptarse continuamente al cambio, lo que permite al equipo de desarrollo, adaptar el proceso en el que se llevan a cabo las iteraciones, a las situaciones imprevistas que pueden surgir durante el desarrollo del proyecto. Por otro lado, se utilizó el motor de videojuegos de Unity para desarrollar el prototipo que sería compilado para dispositivos móviles como plataforma de despliegue, principalmente para dispositivos con el sistema operativo Android.

Esta tesis es una investigación de tipo aplicada enfocada en al área de dominio de Tecnologías de información, debido a que se desarrolló un producto de software, que en este caso es un videojuego serio para dispositivos móviles que comparta y ponga en práctica conceptos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría, proponiendo el desarrollo de este tipo de software para apoyar procesos de aprendizaje dentro y fuera de los entornos educativos.

Palabras clave: Desarrollo de videojuegos, juegos serios, educación con TIC, metodología ASD, Estequiometría.



ABSTRACT

The present research aims to develop a prototype of a serious video game as a proposal for a support tool for the learning of topics or subjects such as Chemistry, in this case, the prototype will focus on the basic concepts for learning Stoichiometry, for which we will share antecedents of diverse similar investigations, a theoretical frame focused on the design of Serious Games, Stoichiometry and the development of video games using an agile methodology, all coming from reliable sources.

To carry out this research, we worked with students and teachers from the Faculty of Engineering and Architecture of the Andean University of Cusco, particularly those who take the subject of Chemistry I, where a possible difficulty in understanding basic concepts of Stoichiometry was evidenced. The information obtained was used as the basis for the conceptualization and design of the components of the serious video game prototype.

To develop the prototype of a serious video game, the agile development methodology ASD was used, whose main characteristic is to continuously adapt to change, which allows the development team to adapt the process in which the iterations are carried out, to the unforeseen situations that may arise during the development of the project. On the other hand, the Unity video game engine was used to develop the prototype that would be compiled for mobile devices as a deployment platform, mainly for devices with the Android operating system.

This thesis is an applied research focused on the Information Technology domain area, due to the fact that a software product was developed, which in this case is a serious video game for mobile devices that shares and puts into practice basic concepts for the learning of Stoichiometry, proposing the development of this type of software to support learning processes inside and outside of educational environments.

Keywords: Development of video games, serious games, education with ICT, ASD methodology, stoichiometry.



Capítulo 1

Problema de la investigación

1.1. **Ámbito de influencia**

1.1.1. **Influencia teórica**

La popularidad de los videojuegos ha crecido exponencialmente con los años, esto los ha llevado a ser estudiados frecuentemente, siendo uno de los descubrimientos más interesantes su gran potencial para procesos de aprendizaje. Este tipo de estudios dio origen al Aprendizaje basado en juegos (Game-Based Learning), que introduce conceptos como la Gamificación y los juegos serios (Serious games), que son estrategias que utilizan videojuegos o conceptos de estos en entornos formales donde se llevan a cabo procesos de aprendizaje como instituciones educativas y empresas.

El desarrollo de videojuegos se ha vuelto una actividad con mucha demanda debido al crecimiento exponencial de su industria, existen empresas con profesionales multidisciplinarios, que no solo involucra solo programadores, sino también artistas, diseñadores, guionistas, locutores, etc. Sin embargo, tanto para empresas como para desarrolladores independientes les es difícil sobresalir en el ámbito del entretenimiento, pero existen otros ámbitos como la educación, en los que existiría una mayor probabilidad de éxito.

1.1.2. **Área de dominio**

Entre las áreas de dominio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas definidas en la resolución N° 373-2018-CFIA-UAC de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, esta va acorde al área de “Tecnologías de información” debido a que el producto final de la investigación será un prototipo de videojuego como propuesta de herramienta de apoyo para el aprendizaje de la Estequiometría, el cual será evaluado por estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Industrial que cursen la asignatura de Química I.

1.1.3. **Línea de investigación**

Entre las líneas de investigación de la resolución N° 373-2018-CFIA-UAC de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, esta investigación va acorde a la de “Algorítmica” debido a que para el desarrollo del videojuego se diseñaron mecánicas que permitan incorporar los



contenidos básicos de la Estequiometría, para lo cual se utilizaron técnicas algorítmicas de juegos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción de la situación actual del lugar de intervención

Se decidió llevar a cabo la presente investigación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, debido a que se tuvo la oportunidad de interactuar y conversar con docentes y coordinadores de algunas de las escuelas profesionales que la conforman, donde se comentó la dificultad que tenían los estudiantes del curso de Química-I para aprobar, resaltando la falta de comprensión de conceptos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría, lo cual era fundamental para el adecuado desempeño de los estudiantes en cursos posteriores.

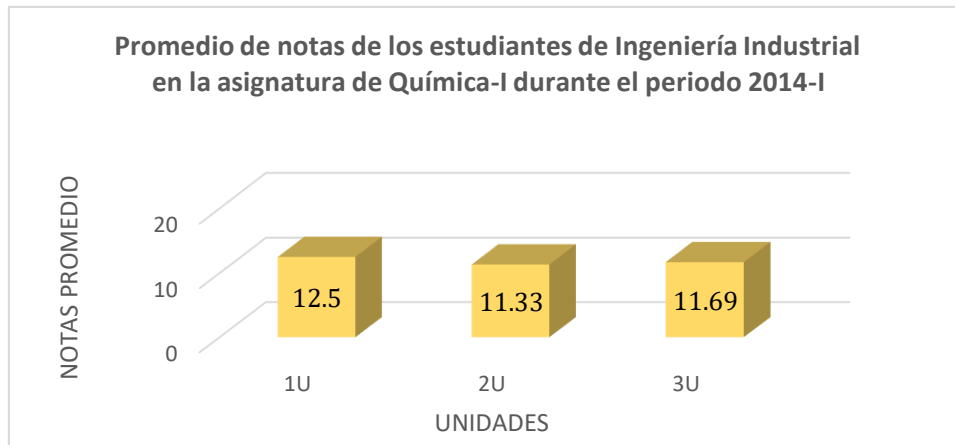
Para demostrar esta problemática, se decidió trabajar en la Escuela profesional de Ingeniería Industrial, sabiendo que existía una dificultad en el aprendizaje de los contenidos de una asignatura era un contexto adecuado para definir el público objetivo y el contenido de la propuesta.

1.2.2. Descripción del problema

Basados en los registros de las notas de estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial matriculados en el curso de Química-I en los periodos 2014-I y 2014-II, como se puede observar en la Figura 1, el rendimiento promedio del primer periodo es muy bajo, pero el promedio más bajo de las tres unidades fue obtenido en la segunda unidad, demostrando lo comentado por los docentes y coordinadores mencionados anteriormente.

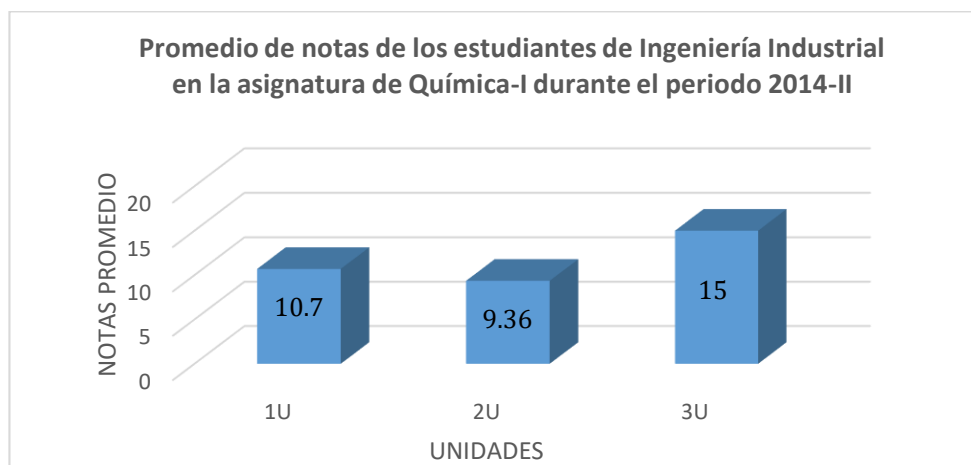


Figura 1. Promedio de notas de los estudiantes de Ingeniería Industrial en la asignatura de Química-I durante el periodo 2014-I. Fuente: Propia



En el caso del periodo 2014-II el comportamiento es el mismo, a excepción del notable crecimiento del promedio de este en la tercera unidad, que puede explicarse con el incremento de estudiantes desertores conforme transcurría el semestre académico, aumentando el promedio de las notas del grupo que quedó reducido. A pesar de esta diferencia entre ambos periodos, se repite el patrón del menor promedio obtenido en la segunda unidad, como se puede ver en la Figura 2.

Figura 2. Promedio de notas de los Estudiantes de Ingeniería Industrial en la Asignatura de Química-I durante el periodo 2014-II. Fuente: Propia



La reducción de la cantidad de estudiantes en las últimas unidades del semestre ocurrió tanto en el periodo 2014-I como el 2014-II, para representar mejor este comportamiento se realizaron otros gráficos donde se muestra la cantidad exacta de estudiantes que no se presentaron o dejaron de asistir en cada una de las unidades del semestre, así como también la cantidad de



estudiantes aprobados y desaprobados, como se puede ver en la Figura 3 y la Figura 4, la mayoría de estudiantes desertores abandonaron el curso coincidentemente en la tercera unidad de ambos periodos.

Figura 3. Cantidad de estudiantes aprobados, desaprobados y desertores de la asignatura de Química-I

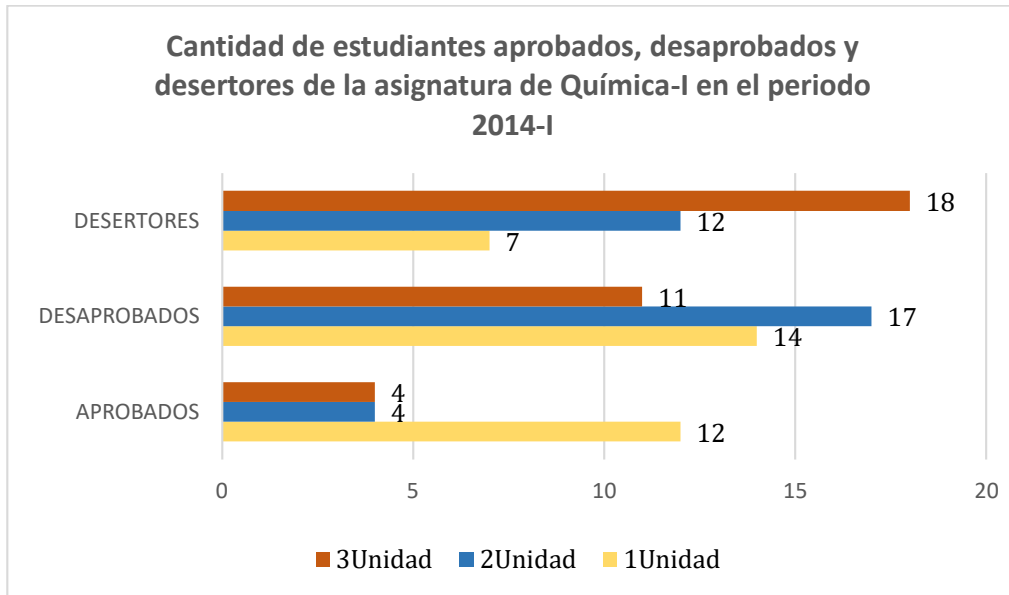
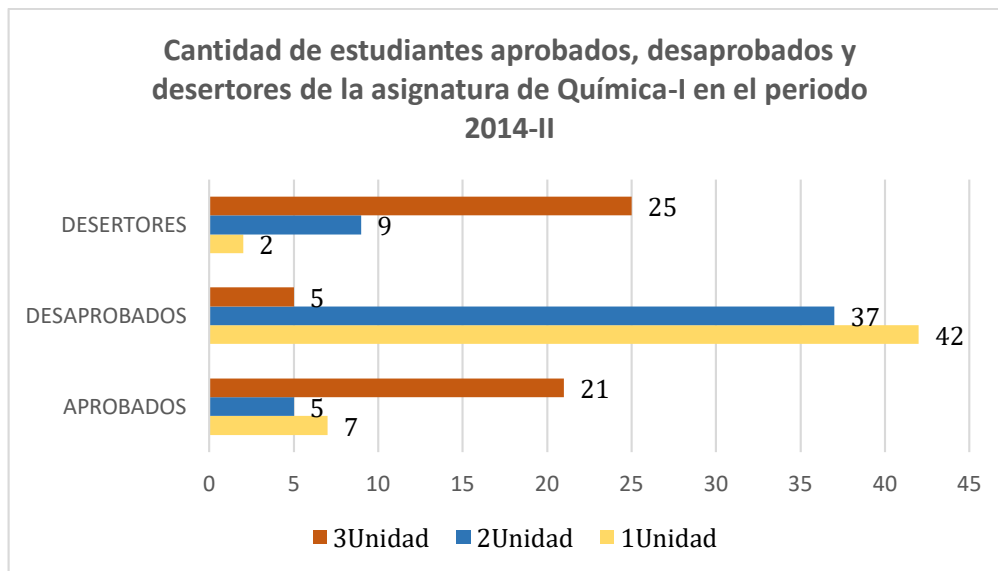


Figura 4. Cantidad de estudiantes aprobados, desaprobados y desertores de la Asignatura de Química-I



El bajo rendimiento de los estudiantes puede verse reflejado en una alta tasa de estudiantes desaprobados, ya que no se alcanzaron las calificaciones mínimas requeridas para aprobar el curso, siendo tal vez la consecuencia más grave el ser retirado de la universidad si se toma en cuenta la ley universitaria



N°30220 donde se especifica que si un estudiante repite tres veces el mismo curso este será retirado de la universidad temporalmente durante un año para luego poder matricularse únicamente en la asignatura desaprobada. Sin embargo, es necesario aclarar que esta investigación no busca resaltar un problema o deficiencia específico en el proceso de enseñanza dentro del lugar de intervención, ya que pueden existir muchos factores que influyen y explican este comportamiento, lo que se busca es definir el contenido que tendrá la propuesta y el público al que va dirigido, para lo cual se demostró este déficit en la comprensión de conceptos básicos de la Estequiometría.

1.2.3. Formulación del problema

Problema general

¿Cómo desarrollar un videojuego serio para estudiantes de Química-I que incorpore contenidos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría?

Problemas específicos

- ¿Qué son los videojuegos serios y que diferencia tienen frente a los videojuegos convencionales?
- ¿Cómo desarrollar un prototipo de videojuego serio con contenidos de Estequiometría utilizando una metodología ágil?
- ¿Cómo evaluar la percepción que los estudiantes del curso de Química-I tengan al usar el videojuego?

1.2.4. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un prototipo de videojuego serio como herramienta de apoyo para estudiantes de Química-I, el cual incluya contenidos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría.

Objetivos específicos

- Comprender la diferencia de los videojuegos serios frente a los videojuegos convencionales para realizar un apropiado diseño de un videojuego serio.
- Diseñar y desarrollar un prototipo de videojuego serio con contenidos de Estequiometría utilizando una metodología ágil.



- Utilizar el prototipo final del videojuego y evaluar la percepción que los estudiantes del curso de Química I tengan al usarlo.

1.2.5. Justificación

El uso de tecnologías de información y comunicación en el ámbito educativo se ha vuelto indispensable para la enseñanza, y el avance tecnológico ha llegado tan lejos que se ha vuelto indispensable, como el tener un Smartphone, las generaciones más jóvenes crecen junto a esta tecnología haciendo que sean mucho más hábiles que los adultos. En esta investigación se resalta este comportamiento porque se cree que promover el desarrollo de este tipo de software para el aprendizaje puede ser muy beneficioso para esta sociedad de jóvenes estudiantes con dispositivos inteligentes, siendo una alternativa innovadora no muy explorada en esta región.

En la investigación “Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecno pedagógicas en educación superior” (Gros & Noguera, 2013), hacen referencia al informe de la Fundación telefónica del año 2012 en España, donde hacen mención de tres escenarios pedagógicos del futuro, a los que denominaron aprendizajes: Estimulante, colaborativo y personalizado. Esta investigación se enfoca en el escenario del aprendizaje estimulante, donde términos como la Gamificación y los videojuegos serios son incluidos en ámbitos educativos, debido a que esta clase de aprendizaje consiste en la utilización de tecnologías que los estudiantes usan fuera de un entorno formal y emplearlos para el aprendizaje de contenidos curriculares.

La justificación de la presente investigación se surgió porque a que a pesar de que existen diversas investigaciones que demuestran los efectos positivos de los videojuegos para el aprendizaje no se promueve el desarrollo de estos, al menos no tanto en esta región, la tendencia a nivel mundial siempre será dirigida hacia el entretenimiento, debido a su esencia y lo extremadamente bien que le ha ido en este ámbito, pero puede ser mucho más fácil sobresalir en ámbitos como el educativo, que es mucho más importante y más noble, pero no tan rentable en el mercado.



1.2.6. Alcances y limitaciones

La propuesta de videojuego educativo se enfoca en los contenidos básicos de la Estequiometría, tomando en cuenta los aspectos más importantes que el estudiante debe comprender para poder dominarla. Es difícil abarcar todos los contenidos de este tema debido a la alta complejidad al que puede llegar, pero se enfocó en los conceptos básicos del tema de acuerdo al sílabo del curso de Química-I de la Escuela Profesional de Industrial de la Universidad Andina del Cusco.

En cuanto a los aspectos del desarrollo del videojuego, el producto final fue desarrollado para dispositivos móviles, especialmente para dispositivos con el sistema operativo Android de Google, los cuales son más utilizados, además de brindar facilidades a desarrolladores independientes para compartir sus aplicaciones en la App Store de Google, para lo cual solo se requeriría una licencia de desarrollador, sin embargo, es necesario aclarar que el prototipo final del videojuego no será compartido en esta plataforma, porque es solo una propuesta, y no requerirá de una conexión a internet.



Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Antecedente 1:

Título: Diseño de experiencia de usuario enfocado en el Mockup de un juego para estudiantes de exploración minera

Autor: Farías Toledo, Rocío

Institución: Universidad de Chile

País: Chile

Ciudad: Santiago

Año: 2013

Resumen: Farías Toledo es una diseñadora gráfica que realizó esta investigación para la obtención de su título profesional, para el cual desarrolló un Mockup, que es un bosquejo del videojuego en la fase de diseño de su proyecto que dio como resultado final un videojuego serio, concretamente el autor concluye que:

El presente trabajo buscó ser un aporte y contribuir al desarrollo de los estudios del área de EMTP debido a una falta de proyectos y ayudas que se enfoquen directamente a este tipo de enseñanza, la cual cobra cada día mayor relevancia, ya que en la actualidad el país presenta un déficit de técnicos versus la gran sobrepoblación de profesionales universitarios.

El uso de videojuegos en áreas ajenas a estos es algo que comienza a tomar fuerza en muchas partes del mundo, incluyendo nuestro país, por lo cual es relevante que la disciplina del diseño gráfico se abra a estas temáticas y a la enseñanza de nuevos conceptos y programas, puesto que para la realización de este trabajo fue muy necesaria la ayuda de una empresa que diseña videojuegos, con la cual aprendí cómo se deben organizar todos los procesos para la realización de un proyecto de este tipo.

Si bien la carrera de diseño aún no trabaja de forma plena los temas y programas relacionados al diseño de videojuegos, se encuentra al día con sus dos conceptos más importantes:

El diseño de Interfaz y el diseño de Experiencia.



Estos dos conceptos fueron los que enmarcaron todo el proyecto, por lo que fue necesario el trabajo en paralelo, y a veces en conjunto, de dos estudiantes para trabajar en la elaboración del mockup desde estos dos puntos de vista. (Farías, 2013)

Comentario: Este trabajo proporciona una perspectiva diferente respecto al desarrollo de videojuegos desde el punto de vista de un diseñador gráfico. Su investigación incluye todo sobre el proceso de desarrollo de videojuegos, en las etapas de análisis, planificación, diseño y desarrollo. En cuanto al diseño, se enfocó en la experiencia del usuario, definir la temática, mecánicas y la estética visual correspondiente al diseño de los contenidos del juego, (personajes, escenarios, logotipos, sonidos y efectos).

El contenido de este trabajo nos es de mucha utilidad para tomarlo como referencia principalmente para la planificación y asignación de tareas y responsabilidades, así como también la documentación del desarrollo del videojuego, además de explicar la representación de la temática y la jugabilidad mediante el Mockup, en el cual se puede ver una similitud con los casos de uso para la documentación del desarrollo de software.

- **Antecedente 2:**

Título: Desarrollo de un videojuego para la enseñanza-aprendizaje de la historia de los sitios turísticos de la ciudad de Loja

Autor: Cartuche Granda, Eduardo Luis

Institución: Universidad Nacional de Loja

País: Ecuador

Ciudad: Loja

Año:2015

Resumen: El ing. Eduardo Cartuche Granda desarrolló un videojuego serio para la investigación de su proyecto de tesis, desarrollado para la enseñanza de Historia de sitios turísticos de la ciudad de Loja en Ecuador. En este trabajo el autor concluye que:

El análisis de casos de éxito ayudó a determinar el interés por parte de los investigadores y comunidades por sacar el mayor de los beneficios de la aplicación de los videojuegos en la educación, así como también se



determinó la situación actual de la industria del videojuego tanto a nivel local, nacional e internacional, revelando el bajo desarrollo existente en nuestro medio.

El desarrollo de un videojuego puede no conllevar limitantes o reglas como en la creación de módulos que realicen una determinada tarea en un software tradicional o cualquier otra aplicación, las reglas que maneja un videojuego son enteramente creadas, modeladas y diseñadas por el equipo creativo del mismo.

Se logró desarrollar un videojuego sencillo pero funcional de tipo aventura gráfica, denominado “Loja Turística”, en el cual de manera didáctica se dan a conocer algunos datos históricos de los sitios turísticos de la ciudad de Loja.

Existe una gran cantidad de herramientas destinadas al desarrollo de videojuegos, Unity y Blender por ejemplo, muy intuitivas y de interfaz amigable que ayudan a crear proyectos de gran magnitud, sin embargo el aprendizaje resulta muy complejo, y la perseverancia debe estar día a día para poder sacar el máximo provecho a cada herramienta.

Educar jugando es posible, pues las pruebas realizadas con estudiantes de la localidad así lo determinaron, por lo que se considera al videojuego como un apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje..(Granda & Luis, 2016)

Comentario: Esta investigación inicialmente hace una gran introducción al uso de videojuegos en la educación resaltando los beneficios de estos en ámbitos educativos, narrando diferentes casos de éxito y luego compartiendo una serie de estudios similares que sirvieron para el desarrollo de su investigación. Finalmente, se hace una detallada descripción del proceso de desarrollo de su prototipo y el análisis de resultados de las pruebas realizadas con los estudiantes.

Esta tesis fue de utilidad debido a la comparación de metodologías ágiles de desarrollo de videojuegos, de las cuales se optó por utilizar SUM para su prototipo, esta metodología está basada en SCRUM y adaptada



exclusivamente para el desarrollo de videojuegos; Además de las buenas prácticas durante el desarrollo de su software durante las fases de concepto, planificación, desarrollo, beta y cierre hasta la obtención de su producto final.

- **Antecedente 3:**

Título: Videojuego educativo como apoyo a la enseñanza de la algoritmia para los estudiantes del Programa nacional de formación en sistemas e informática

Autor: Cisneros Arocha, Oswaldo y Collazo Delgado, Ramón

Institución: Instituto politécnico José Antonio Echeverría

País: Venezuela

Ciudad: Sucre

Año: 2012

Resumen: El Ing. Elías Oswaldo Cisneros Arocha desarrolló un prototipo de videojuego educativo para la enseñanza de algoritmia y tuvo las siguientes conclusiones:

Mediante un análisis del desempeño de los estudiantes de las asignaturas de "Introducción a la Programación" y "Desarrollo de Software"; la definición del perfil académico de los estudiantes del PNFSI; y del estudio de la asignatura Introducción a la Programación, se identificaron un conjunto de debilidades en los estudiantes del PNFSI que cursan las asignaturas en cuestión.

Se definieron los requerimientos funcionales del videojuego, se emplearon artefactos especializados en su construcción.

Se implementó un prototipo del videojuego para apoyar al proceso de enseñanza-aprendizaje de la algoritmia.

Se logró validar el interés educativo del videojuego mediante la aplicación de un conjunto de instrumentos de recolección de datos a una muestra de estudiantes, profesores y desarrolladores de software.

Se evidenció el interés de parte de los encuestados en la utilización de software educativo para apoyar el proceso de enseñanza de la algoritmia.(Cisneros & Collazo, 2012)



Comentario: Este artículo narra perfectamente cada proceso que se tomó en cuenta para el desarrollo de un videojuego educativo como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Algoritmia. Describieron los beneficios del uso de los videojuegos serios en ámbitos educativos, analizaron diferentes enfoques propuestos para la enseñanza de la Algoritmia con estudiantes universitarios, desarrollaron un prototipo de videojuego desde un enfoque técnico y educativo, para finalmente validar y evaluar el impacto de su producto final con los estudiantes y los docentes.

Este artículo fue muy útil debido a que orientaron el desarrollo de su propuesta para un contexto universitario, ya que los estudiantes son personas adultas que han alcanzado la etapa de plenitud intelectual y cuyo proceso de aprendizaje es diferente a la de menores de edad en pleno desarrollo. Además, sugirieron algunas herramientas para el desarrollo de videojuegos 3D y realizaron una valoración de metodologías de desarrollo de videojuegos, donde compararon al Proceso Unificado de Rational (RUP) y la metodología de desarrollo ágil SUM. Finalmente, proporcionó pautas para la validación de su propuesta definiendo instrumentos (encuestas) y métodos para verificar el impacto de su propuesta en los estudiantes y su estrategia de procesamiento de información para obtener sus resultados.

- **Antecedente 4:**

Título: Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

Autor: Yopasa Camacho, Wilson

Institución: Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

País: Colombia

Ciudad: Bogotá

Año: 2018

Resumen: Yopasá Camacho desarrolló una tesis para la obtención de su Master en eLearning y Redes Sociales en el cual desarrolló un videojuego serio para evaluar las competencias de Química bautizado como “Carburatron”, donde se concluyó que:

Una situación interesante se presentó en las respuestas a las preguntas abiertas del test de experiencia. En las respuestas a la pregunta “¿Para



qué me puede servir el videojuego Carburatom?”, planteada a los estudiantes, ellos respondieron que para aprender o repasar sobre química. Esta respuesta contrasta con los resultados de la prueba del grupo experimental, debido a que los estudiantes no evidenciaron mejores resultados en la prueba estándar de química, frente a los homólogos del grupo de control. No obstante, si permite ver el grado de aceptación que tiene en los estudiantes este tipo de metodologías.

De la observación realizada durante las pruebas, se puede concluir que, para que una estrategia evaluativa basada en juegos digitales sea efectiva, es preciso utilizar como metodología recurrente de aula el uso de videojuegos con mecánicas similares a las utilizadas en el videojuego planteado para evaluar, de modo que el manejo del juego no sea una variable a considerar.

Los hallazgos del proyecto demuestran la aplicabilidad para proporcionar evaluación dinámica y retroalimentación a través del uso de videojuegos, al igual que ofrece utilidad para repasar conceptos trabajados en el aula, lo que no significa la desaparición de las metodologías de evaluación estándar tradicionales, aunque representan una alternativa didáctica para obtener información de manera encubierta del progreso de los estudiantes. (Yopasa, 2018)

Comentario: Este trabajo fue de mucha utilidad porque se aproxima mucho al tema de investigación de la presente tesis al tratarse también de un videojuego serio para estudiantes de química. Entre los aspectos más importantes para resaltar en esta investigación es la metodología de desarrollo adaptable ASD, que fue utilizada para el desarrollo de “Carburatom”, videojuego desarrollado para evaluar el desempeño de estudiantes de química sobre el tema de Hidrocarburos. Esta metodología es bastante interesante porque permite desarrollar videojuegos simples de una manera ordenada y teniendo como característica principal la posibilidad de adaptarse al cambio.

La investigación de Yopasa Camacho describe cada uno de los procesos llevados a cabo para el diseño de los elementos del videojuego, de manera que les permita cumplir con el objetivo principal de su propuesta. También describen las herramientas de desarrollo utilizadas y el funcionamiento del



juego explicado detalladamente, analizando el flujo de este y su relación con el cumplimiento de los requisitos explicados previamente. Finalmente se explica la estrategia utilizada para realizar sus pruebas y comparar los resultados de sus dos grupos (control y experimental), para contrastar su desempeño y también evaluar la experiencia de los usuarios (estudiantes y docentes).

2.1.2. Antecedentes nacionales

- **Antecedente 1:**

Título: Las TIC más allá del aula: el reto de grupo Avatar PUCP

Autores: Evaristo Chiyong, Inés

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

País: Perú

Ciudad: Lima

Año:2012

Resumen: Este artículo hace un completo análisis respecto al uso de las TIC en el ámbito educativo a manera de introducción para presentar el proyecto académico multidisciplinario denominado grupo Avatar PUCP, que desde el año 2008 se propusieron la misión de explorar, investigar, desarrollar y transferir aprendizajes y propuestas referidos al empleo de los mundos virtuales, videojuegos y realidad aumentada para la educación. Respecto al uso de las TIC hacen una comparación de distintas investigaciones para demostrar que estas tecnologías no garantizan que el proceso de aprendizaje sea mejor, estas solo proporcionan la posibilidad de que lo hagan, si se realiza un adecuado uso de estas, pues comúnmente cuando son utilizadas en entornos formales de estudio, estas siguen regidas bajo los modelos de enseñanza convencionales, en la investigación se concluye lo siguiente:

Desarrollo de tecnologías avanzadas aplicadas a procesos formativos, artísticos y culturales, con la creación de espacios dentro de mundos virtuales y videojuegos pensando en un tema y usuario específicos. Puntualmente, hemos encontrado que para los estudiantes trabajar en un proyecto que será empleado por otros y no quedará en “el cajón o disco duro” es un factor altamente motivador no solo para culminar el



producto, sino para perfeccionarlo e incorporar nuevos conocimientos o técnicas que no necesariamente han sido “aprendidas” en espacios formales.

Desarrollo de competencias genéricas, optimización de los talentos, ya que los grupos multidisciplinares como AVATAR PUCP exigen a sus miembros, en el día a día, la puesta en práctica de habilidades de comunicación, trabajo en equipo con equipos mixtos, innovación, creatividad y, sobre todo, la capacidad de apertura a nuevos conocimientos, inclusive si para esto es necesario “desaprender” lo que se enseñó en las aulas. Además, se requiere un alto nivel de análisis crítico, aprendizaje de un “idioma universal” (que complemente la forma de comunicación de su propia especialidad). Adicionalmente, los grupos son un espacio en donde participantes que estudian una especialidad teóricamente no relacionada con las tecnologías pero que tienen habilidades o talentos en las mismas, tienen la posibilidad de participar en proyectos tecnológicos.

Planteamiento de preguntas de investigación y nuevas especializaciones, debido a que el avance de las TIC, la participación de los diferentes actores y la reformulación de roles en los procesos de innovación tecnológica plantean la necesidad de respaldar estos avances con investigaciones dentro de las diferentes especialidades, para enriquecer los planes formativos, los procedimientos, técnicas empleadas, articular cursos de diferentes especialidades. También requiere de investigaciones para validar y sustentar los empleos, creaciones y propuestas tecnológicas en espacios formativos. La Universidad debe tener una mirada prospectiva en desarrollo, e impulsar estos equipos de investigación científica y aplicada. (Evaristo, 2012)

Comentario: La investigación realizada por el grupo Avatar comparte la misma motivación de la presente Tesis, en la que se cree que el uso de videojuegos puede mejorar significativamente el aprendizaje de cualquier tema serio. Este proyecto mostró resultados positivos desde sus inicios, empezando por el uso del entorno virtual de Second Life para llevar a cabo sesiones de aprendizaje en materias como el Dibujo Geométrico, Lenguaje y



Programación, hasta el desarrollo de sus propios prototipos de videojuegos: “El pez dorado” y “1814: Rebelión del Cusco”, que gracias a un equipo multidisciplinario de profesionales comprometidos con la misión del Grupo AVATAR a manera voluntaria, lograron demostrar la efectividad de este tipo de propuestas, incluso sin la participación de Diseñadores de Videojuegos o profesionales de este ámbito.

- **Antecedente 2:**

Título: Arquitectura de software Cultiventura, herramienta de soporte a la enseñanza-aprendizaje de la cultura moche “videojuegos y realidad humana”

Autores: León Lezcano, Norma; Eyzaguirre Mamani, Sandra; y Gómez Illatopa, James.

Institución: Universidad San Martín de Porres

País: Perú

Ciudad: Lima

Año:2016

Resumen: En esta investigación se describió la arquitectura de software de una propuesta de videojuego serio denominado “Cultiventura”, para la enseñanza de historia sobre la cultura Moche. Concretamente el autor concluye que:

Diseñar la arquitectura en dos fases dentro de un proceso ágil ha permitido tener un enfoque integral, iniciando desde una perspectiva de diseño y producción básica global, que ha ido reajustándose en cada incremento, sin estorbar la gestión del producto desde la visión conceptual hasta el artefacto de software.

La arquitectura presentada, aporta las características esenciales para la organización de los elementos que componen Cultiventura, en donde se aprovechan las características de los videojuegos, la realidad aumentada y la información cultural para crear un grupo de recursos tecnológico interactivos que permiten acercar a los estudiantes a diversos temas culturales con características de diversión y aprendizaje.



La arquitectura permitió sistematizar el desarrollo de Cultiventura, organizando su desarrollo, gestionando los elementos que lo componen, visualizando cómo se comunican estos elementos entre sí, y cómo estos afectan los requerimientos funcionales y no funcionales, así como determinar los requisitos para disminuir riesgos y aumentar la calidad, permitiendo incluir teorías que refuerzan la identidad patrimonial cultural y el aprendizaje de diversos temas relacionados a la Cultura Moche. Además, permitió que el equipo de desarrollo trabaje de manera paralela en los diversos componentes que comprenden Cultiventura, su estructura tiene impacto directo sobre su capacidad para alcanzar los requerimientos, atributos de calidad, restricciones y reglas de negocio propuestas. (León, 2016)

Comentario: En este artículo se justifica el desarrollo de videojuegos para el aprendizaje resaltando los positivos efectos de estos en el desempeño y rendimiento de los estudiantes. Se explica de manera breve el diseño de la arquitectura de su videojuego “Cultiventura” tomando en cuenta distintos factores, como el tema que se quiere enseñar (cultura Moche), el contexto de implementación (Institución educativa a nivel primario), y el uso de nuevas tecnologías como la realidad aumentada, y finalmente el uso de metodologías de desarrollo de software ágiles.

- **Antecedente 3:**

Título: Buenas prácticas para el desarrollo de videojuegos educativos aplicados a historia y arqueología usando realidad aumentada para la educación primaria en el Perú

Autores: Preciado Cossío, Giacomo; y Silva Paucar, Eric Omar.

Institución: Universidad San Martín de Porres

País: Perú

Ciudad: Lima

Año: 2018

Resumen: Giacomo Preciado y Eric Omar Silva Paucar, proponen en su investigación un marco metodológico que servirá como buenas prácticas para



el desarrollo de videojuegos educativos con realidad aumentada. Los autores concluyen lo siguiente:

Mediante el uso de la metodología propuesta y las buenas prácticas, se logró diseñar y desarrollar un videojuego que mejoró el nivel de retención en un 9.7% de los elementos metalúrgicos, mejorando en 6.8% el resultado del proyecto de comparación, esto gracias a la integración de la realidad aumentada, que brindó al jugador una mayor inmersión.

Mediante el uso de la metodología presentada, se logró reducir los tiempos de desarrollo en un 42%. Esto se debió en gran parte a la experiencia del equipo de trabajo y el apoyo obtenido con respecto a los temas historia de la cultura Moche y su metalurgia.

Gracias al uso de las buenas prácticas se logró obtener una mayor aceptación del producto presentado. Los estudiantes que prefirieron la nueva versión sobre la original es alrededor de 93%, de los cuales obtuvieron sesiones de juegos que fueron en promedio de 15 minutos siendo el tiempo límite de uso de 20 minutos. En base a este resultado se puede concluir que los estudiantes tenderán a jugar el videojuego con más frecuencia, generando mayor interés por la arqueología e historia, dado que ellos estarán más involucrados con los elementos educativos, perdurando por mayor tiempo la enseñanza de dichos temas. (Preciado & Silva, 2018)

Comentario: Esta investigación resalta la importancia de la metodología a escoger, una conclusión importante fue que en comparación con metodologías de desarrollo tradicional las metodologías ágiles funcionan mejor para equipos de desarrollo pequeños donde se puedan realizar varias iteraciones para mejorar el resultado del producto. Además, también mencionan que es importante tomar en cuenta el tamaño del equipo y su capacidad, la duración del proyecto y el nivel de riesgo del proyecto.



2.2. Bases teórico – científicos

2.2.1. Enseñanza de la estequiometría

A. Aprendizaje de ciencias

Según las hermanas Grisolí, cuando se trata de procesos de enseñanza-aprendizaje de ciencias, el ámbito educativo suele utilizar un enfoque constructivista, que en la pedagogía consiste en proporcionar a los estudiantes todos los recursos necesarios para que ellos mismos definan sus propios procedimientos de aprendizaje, para que puedan resolver una problemática del tema o materia en cuestión, generando ideas que irán evolucionando junto con el aprendizaje. La idea es que este proceso de aprendizaje sea dinámico, con una constante participación de los estudiantes, de tal manera que el conocimiento adquirido sea ocasionado por la curiosidad de la persona que quiere aprender.

“Todos estos enfoques coinciden en que la educación debe estar dirigida a ayudar a los estudiantes a aprender a aprender, de forma que se promueva la capacidad de gestionar sus propios aprendizajes, adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de su vida”. (Grisolí & Grisolí, 2009)

Así mismo, la investigación sugiere que en todo proceso de aprendizaje deben existir tres categorías de contenidos que son muy conocidos en el ámbito educativo, estos son: los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

- Los contenidos conceptuales se refieren al conocimiento que se tiene acerca de las cosas, datos, conceptos, hechos y principios, que se expresan mediante el lenguaje. Incluyen el conocimiento factual y el conceptual.
- Los contenidos procedimentales se refieren al conocimiento acerca de cómo ejecutar acciones interiorizadas, habilidades intelectuales y motrices. Abarcan destrezas, estrategias y procesos que implican una secuencia de acciones y operaciones a ejecutar de manera ordenada para conseguir un fin.



- Los contenidos actitudinales los constituyen valores, normas, creencias y actitudes dirigidas al equilibrio personal y a la convivencia social.

B. Uso de software para la enseñanza

Los beneficios que proporciona el uso de softwares informáticos para la enseñanza de cualquier tema académico o serio proporcionan una gran variedad de ventajas, debido a sus características audiovisuales llaman la atención de los estudiantes que usualmente son jóvenes, motivándolos a desarrollar sus propias estrategias o procesos de aprendizaje, de manera autodidacta son capaces de adaptar el aprendizaje en función a sus propias necesidades y procesos cognitivos. Sin embargo, estas tecnologías pueden ser un problema para los docentes o educadores más longevos, debido al poco conocimiento y falta de experiencia sobre el uso de esta clase de herramientas informáticas, siendo esta resistencia al cambio el principal motivo por el que no son muy utilizados en ámbitos educativos de países tercermundistas como el Perú, es por eso que es necesario que los educadores estén capacitados para utilizar esta clase de herramientas y poder sacar provecho a todas sus ventajas.

En la investigación de las hermanas Grisolia (2009) se desarrolló un software educativo en el que utilizaron materiales hipermedia para la enseñanza de la Estequiometría, debido a los efectos positivos de materiales multimedia e hipertextos, los cuales son:

- Facilitan el acceso a la información y favorecen el aprendizaje de conceptos.
- Posibilitan una mayor adaptación a las características, actitudes y aptitudes de los usuarios, así como a las características del contenido, mostrando un fenómeno, concepto u objeto desde diferentes sistemas simbólicos.
- Aumentan la motivación y despiertan actitudes positivas en el estudiante.
- Desarrollan destrezas intelectuales, como la aplicación de nuevas estrategias de aprendizaje, no basadas en el aprendizaje memorístico.



C. Estequiometría

En líneas generales, la Estequiometría es uno de los núcleos conceptuales de la química, que se ocupa de los aspectos cuantitativos de una reacción química, entendida como un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otras sustancias. La química se interesa por la composición y la cantidad de las sustancias que reaccionan o se producen en un proceso químico. (Raviolo & Lerzo, 2016)

La Estequiometría aborda las relaciones cuantitativas de la química sobre una base cualitativa, conceptual. Resolver situaciones sobre Estequiometría implicaría la comprensión de los conceptos de fórmula química, reacción química, ecuación química, reactivos y productos, subíndices y coeficientes estequiométricos. Por su complejidad los estudiantes presentan dificultades que van más allá de cuestiones matemáticas (como el dominio de la proporcionalidad) y mantienen concepciones alternativas luego de la enseñanza.

● Conceptos fundamentales

Desde una perspectiva pedagógica, la investigación de Marcano Godoy, K. (2015) nos explica cómo es que los docentes y profesionales pedagógicos abordan la enseñanza de ciencias, particularmente la Química. En esta investigación se propuso evaluar el uso de un juego didáctico para la enseñanza de la Estequiometría, para lo que inicialmente se realizó un detallado análisis de esta materia, donde se menciona que los contenidos básicos que aborda esta rama de la química son:

- Ley de conservación de la masa y sus respectivos cálculos, el estudio cuantitativo de Lavoisier, ley de las proporciones definidas o composición constante y sus respectivos cálculos y el estudio cuantitativo de Proust.
- El mol como unidad de cantidad de sustancia, la unidad de masa atómica, la masa molar de las sustancias, el volumen molar, las ecuaciones químicas y su simbología, balanceo o ajuste.



- Cálculos estequiométricos, aplicaciones de la ley de la conservación de la masa, ley de proporciones definidas y reactivo limitante.

Ahora, se puede dividir estos contenidos en relación a los objetivos didácticos, los mismos que se clasifican en conceptuales, procedimentales y actitudinales, los cuales se esperan que sean alcanzados por los estudiantes luego de aplicada la estrategia pedagógica, estos son:

- Conceptuales: Usar adecuadamente el ajuste de ecuaciones, la masa molar y las leyes de la combinación química en la determinación de las cantidades de sustancias involucradas en una reacción química.
- Procedimentales: Resolver ejercicios estequiométricos siguiendo pasos justificados que involucren el uso adecuado de las ecuaciones químicas balanceadas.
- Actitudinales: Aprender la importancia de la Estequiometría en los procesos químicos cercanos a la vida diaria del estudiante como a niveles industriales.

- **Dificultades para el aprendizaje**

En cuanto a las distintas dificultades posibles que un estudiante de química pueda tener durante el aprendizaje de la Estequiometría, según la investigación de Raviolo y Lerzo (2016) se tienen las siguientes:

- Confunden distintas cantidades químicas (moles, masas, volúmenes) indispensables para la resolución de problemas.
- No comprenden las fórmulas químicas en términos de partículas y el significado de los subíndices o de los coeficientes estequiométricos, aun cuando ajusta correctamente las ecuaciones químicas.
- No conservan la masa y los átomos en una reacción química, o presentan problemas con la conservación de las moléculas en el cambio químico.



- Sostiene que el reactivo limitante es la sustancia que tiene el menor coeficiente estequiométrico de la ecuación química balanceada.
- Comprenden en forma incompleta la ecuación química, y su relación con la situación empírica, algunos estudiantes partiendo de la composición inicial del sistema no logran determinar el estado final empleando la ecuación química.
- Afirman que para que se produzca el cambio químico es necesario que los reactivos estén en la situación inicial en una proporción partículas (por ejemplo, la proporción dada por los coeficientes estequiométricos), dado que se confunde al lado izquierdo de la ecuación química con estado inicial del sistema.

2.2.2. Diseño de videojuegos serios

Para continuar con el tema de diseño de este tipo de software se tiene que tener muy en claro lo que es un videojuego serio, básicamente lo que lo diferencia de los demás tipos de videojuego es el objetivo principal, a diferencia de los videojuegos convencionales, los serious games buscan desarrollar o transmitir conocimiento, como una especie de capacitación encubierta bajo los componentes audiovisuales y entretenidos inherentes de los videojuegos, mientras que el resto de videojuegos “convencionales” priorizan en todo momento el entretenimiento, como por ejemplo una trama compleja e interesante o componentes audiovisuales cada vez más detallados.

Como indican Bruno, M. y Aldunate, R. (2014), para comprender mejor la diferencia de los videojuegos serios frente al resto de videojuegos convencionales está el denominado árbol de decisiones, todo videojuego tiene uno intrínsecamente, este está compuesto por todas las acciones o toma de decisiones que el jugador puede realizar dentro del videojuego, en el caso de los serious games este árbol debe contener acciones que involucran la transmisión o puesta en práctica de los contenidos conceptuales y/o prácticos del tema serio al que se está abordando, mientras que el árbol de decisiones de los videojuegos convencionales están más enfocados en la toma de decisiones



para el entretenimiento y la experiencia de usuario que se desea ofrecer al jugador.

Así mismo, estos autores hacen un énfasis en dos aspectos necesarios para un correcto diseño de un videojuego serio estos son:

- **Intervención cognitiva**

La principal característica de los videojuegos serios es la intervención cognitiva, como se menciona constantemente, los videojuegos serios desarrollan las capacidades cognitivas de las personas, la idea es que los jugadores se sientan retados con el juego, esto los motivará a superar los obstáculos del juego bajo las reglas de este, de esta manera se estimulan las mentes poniendo en práctica lo aprendido.

- **Personalización del videojuego serio**

La personalización de los videojuegos consiste en decidir que varía dependiendo del público al que va dirigido, un claro ejemplo es el del artículo de los videojuegos serios para el autocuidado de personas adultas, la personalización para este público debe ser muy bien analizada, y tomarla en cuenta para el desarrollo del “árbol de decisiones” del juego. Ahora, tomando en cuenta el público al que irá dirigido un videojuego serio para la educación, la población sería los estudiantes de nivel primario y secundario, y la personalización del juego será diferente.

A. Diseño centrado en el usuario

Durante el proceso de desarrollo de cualquier sistema de información, una adecuada intervención de los usuarios finales proporciona mayores probabilidades de éxito, especialmente durante las etapas iniciales de un proyecto, de esta manera se puede realizar un adecuado diseño de la propuesta antes de empezar la fase de producción. El Diseño Centrado en el Usuario es una especie de metodología que prioriza la creación de productos en función a dar solución a necesidades concretas que los usuarios finales buscan dar solución.



Este es un proceso cíclico en el que las tomas de decisiones respecto al diseño de un producto son dirigidas por el usuario, quien ayuda a plantear los objetivos que el producto final debe alcanzar, y donde la usabilidad de dicho diseño es evaluada de forma iterativa, dando la posibilidad de evaluar sus resultados. “El Diseño Centrado en el Usuario también puede ser visto como una filosofía de diseño que se relaciona con otras metodologías y técnicas que comparten un objetivo común: conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamiento y características del usuario, involucrando en muchos casos a usuarios potenciales o reales en el proceso” (Evans, 2016)

Los autores del artículo: “Proceso de desarrollo de serious games” hacen una comparación de dos modelos de diseño que incorporan el diseño centrado en el usuario para el caso de desarrollo de videojuegos, estos son:

- Modelo de diseño de videojuegos centrado en el jugador: este modelo busca evaluar la calidad de uso del videojuego basándose en la usabilidad y accesibilidad de este, la estrategia consiste en realizar prototipos incrementales de forma iterativa, es importante definir correctamente el perfil del jugador en base a la jugabilidad durante el proceso de desarrollo.
- Modelo de proceso para el desarrollo de objetivos de aprendizaje: busca que las fases iterativas que la conforman tomen en consideración aspectos tecnológicos y pedagógicos de un objeto de aprendizaje (OA), en función a los contenidos involucrados en este, diseñar estrategias para alcanzar dichos objetivos y evaluarlos. Este modelo proporciona criterios de valoración de un OA de acuerdo a las funcionalidades, estándares y el contexto educativo en el cual se implementará.

“Es de particular importancia en el contexto de esta investigación el concepto de asset: es el bloque básico de construcción de un recurso de aprendizaje. Los assets son una representación electrónica de un medio de comunicación: texto, imágenes, sonidos o cualquier dato que pueda ser mostrado en el OA. Es importante indicar que un asset puede ser construido por varios assets” (Evans, 2016)



Se entiende entonces que el diseño centrado en el usuario no necesariamente requiere que el usuario final esté involucrado en el proceso de diseño, básicamente es comprender correctamente las necesidades y requerimientos que este necesite para ponernos en sus zapatos durante el proceso de diseño, esto se complementará al final de cada iteración cuando el usuario final evalúe los prototipos desarrollados. Se puede dividir el proceso del Diseño Centrado en el Usuario en tres fases mínimas que se repiten en cada iteración, estas son:

- Fase 1: Identificación de requerimientos y contexto de uso.
- Fase 2: Diseño y construcción del prototipo.
- Fase 3: Evaluación del Prototipo.

2.2.3. Desarrollo de videojuegos

Un juego de video es un software informático que a diferencia de otros sistemas de información fue creado para el entretenimiento, se basa en la interacción de los jugadores con los aparatos electrónicos en los que se despliegan, estos pueden ser: computadoras, consolas de video, dispositivos móviles, etc. Los cuales son conocidos como "plataformas".

Respecto al proceso de desarrollo, es similar al ciclo de vida de desarrollo de cualquier software, pero con un enfoque diferente, existen características exclusivas para el desarrollo de videojuegos, como son la jugabilidad y las mecánicas. La jugabilidad hace referencia a la interacción que tiene el jugador con el juego, es decir, la manera en la que el videojuego reacciona frente a las acciones o decisiones tomadas por el jugador, y los límites hasta los que puede llegar esta interacción dentro de su realidad virtual.

Por otro lado, las mecánicas del juego hacen referencia a aquellos componentes que lo conforman, es decir, son un conjunto de componentes del juego relacionados entre si, para cumplir un objetivo específico, proporcionando las propiedades o características establecidas en esta. En el artículo "Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos" el autor hace una comparación de lo que son las mecánicas del videojuego frente a las denominadas cajas negras:

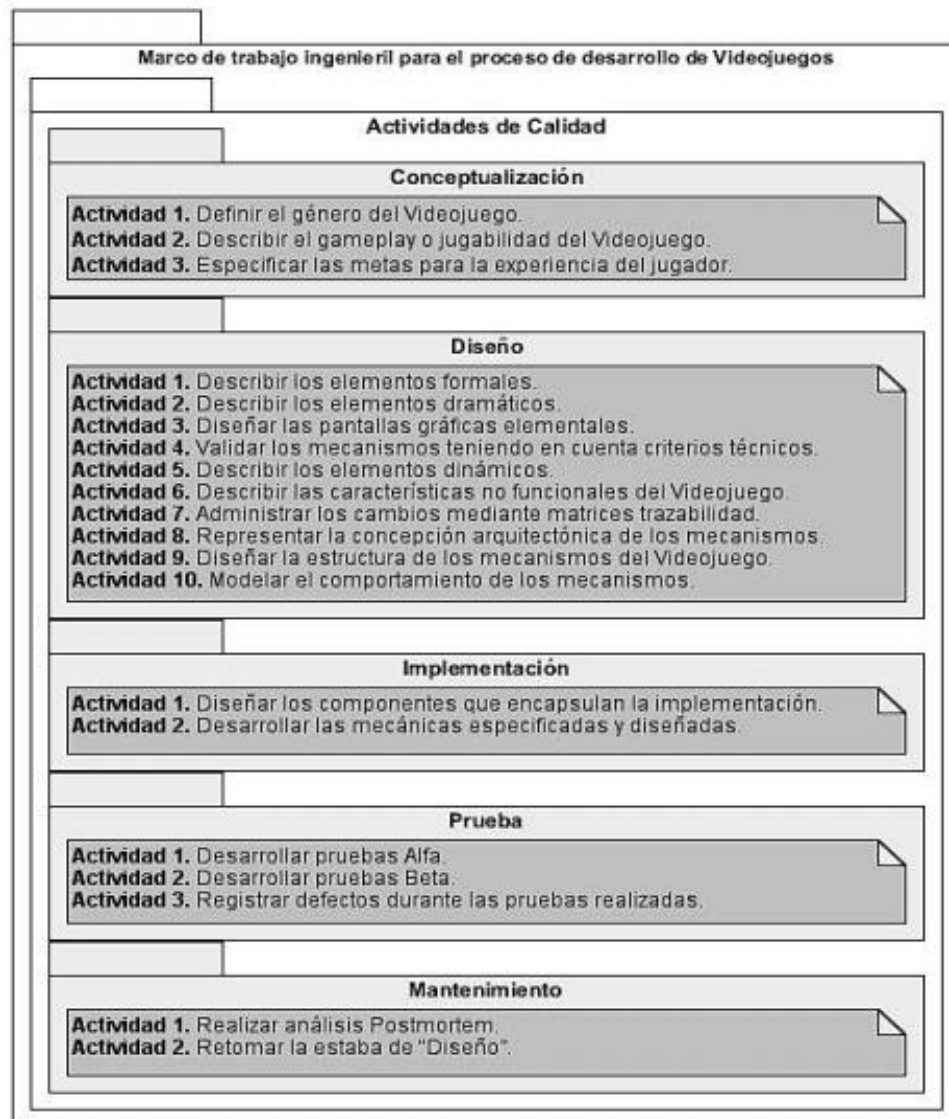


“Las mecánicas de un videojuego se perciben como mecanismos, cajas negras, que pueden o no ser visibles y los jugadores entienden que ellas son capaces de recibir entradas y producir salidas, lo que conlleva a un cambio en su estado y a generar nuevas interacciones con otras cajas, provocando una reacción en cadena. Por lo tanto, la mecánica de un juego determinado puede ser capaz de recibir diferentes entradas y reaccionar en consecuencia. En términos de juego, para el jugador esto significa que la mecánica tiene características que le permiten desencadenar diferentes interacciones.” (Hernández, 2017)

Este artículo resalta las diferencias que existen entre el proceso de desarrollo de software y el del desarrollo de videojuegos siguiendo un marco de trabajo de ingeniería, a pesar que estos son muy similares, estos procesos tienen actividades diferentes y los entregables o resultados no se manejan de la misma forma. En el desarrollo de videojuegos no suele realizarse bajo un marco de trabajo ingenieril, a pesar de la similitud en el proceso de identificación de requerimientos y el uso de metodologías ágiles o marcos de trabajo, no son muy útiles en la etapa de implementación, ya que no ayudaría a garantizar la calidad del producto final.

Hernández propone un marco de trabajo ingenieril para complementar el desarrollo de videojuegos, el cual se divide en cinco etapas: Conceptualización, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento, todo esto con el objetivo de poder garantizar de alguna manera la calidad del prototipo final de videojuego, alineando este proceso de desarrollo con el modelo desarrollado en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), el cual se puede apreciar en la Figura 5.

Figura 5. Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos.



Otro punto importante en este marco de trabajo está en los equipos de trabajo que serán multidisciplinarios, ya que requerirán de profesionales artísticos que se encargan de diseñar los componentes creativos y audiovisuales del juego (historia, música, personajes y escenarios, etc.) que no son indispensables en el desarrollo de otros tipos de software. Es por esta característica que el marco de trabajo resalta la importancia de definir roles y responsabilidades para poder utilizarlo, así como el uso de metodologías iterativas e incrementales (ágiles) y la concepción de la implementación basada en componentes.



A. Herramientas para el desarrollo de videojuegos

- **Motor de videojuegos (Game Engine)**

Un motor de videojuegos es un framework o un conjunto de herramientas que permiten agilizar el proceso de desarrollo de un videojuego, estos proveen al programador herramientas que le permiten dedicar menos tiempo a aspectos poco importantes para la idea general del videojuego, pero que son de suma importancia para la experiencia del usuario final.

Existen diversos motores de juegos que permiten la reutilización de mecánicas o mecanismos, tales como Unreal 15 Development Kit (UDK), Unity 3D, Ardor3D, Axioma Engine, Cryengine, Fox Engine, Stingray y Frostbite entre otros.

- **Entornos de desarrollo integrado (IDE)**

Ya que un videojuego es indiscutiblemente un software o sistema de información, para su desarrollo se requiere de entornos de desarrollo para la programación de sus componentes, todas las funcionalidades y mecánicas que se desean incorporar al videojuego se realizan mediante código, en el caso de los videojuegos los lenguajes de programación más utilizados están basados en C, lo que significa que podemos utilizar cualquier IDE que permita programar en lenguajes como C+, C#, y Java o JavaScript debido a la similitud en sus sintaxis. Se considera que el lenguaje más apropiado para el desarrollo de videojuegos es C#, debido a su compilación en tiempo de ejecución (Just in Time Compilation), motivo por el que motores de desarrollo de videojuegos como Unity lo implementan.

- **Software de edición de imágenes**

Siendo los videojuegos un software que se caracteriza por sus componentes audiovisuales, el uso de herramientas de edición como Photoshop, Illustrator, y similares son necesarios para la creación de Assets. Los assets son los componentes más básicos de



un videojuego, estos pueden ser imágenes, audios, scripts, etc. En este caso en particular al hablar de assets que serán visualizados por los jugadores, se refiere a la gestión de imágenes, para la composición de escenarios, personajes, objetos y todos los aspectos visuales del videojuego, los cuales pueden descargarse en internet en caso de ser libres o gratuitos, pero siempre serán necesarias herramientas de edición para poder editarlas según los criterios establecidos en los requerimientos.

- **Modelado y Animación 3D**

Estas herramientas son las que permiten la creación de objetos o elementos visuales dentro del videojuego. Algunas consideraciones técnicas de este tipo de herramientas: Uso de Multi-Textura en los objetos tridimensionales, es la capacidad de dar diferentes tipos de textura o múltiples texturas a la superficie de un objeto. Compatibilidad con el motor gráfico seleccionado, el Armature que es el objeto básico de una animación, es el equivalente al esqueleto humano, las animaciones se las obtiene con el movimiento de los huesos.

B. Motor de videojuegos Unity

“Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, Mac OS, Linux, el cual puede usarse junto con otras herramientas de diseño como Blender, Maya, Adobe Photoshop, etc. En cuanto al motor gráfico, Unity utiliza OpenGL para los distintos S.O. de Windows, Mac y Linux, también puede trabajar con Direct3D, pero solo en Windows”. (Unity (motor de videojuego), s.f.)

- **Assets**

“Un asset es una representación de cualquier ítem que puede ser utilizado en su juego o proyecto. Un asset podría venir de un archivo creado fuera de Unity, tal como un modelo 3D, un archivo de audio, una imagen, o cualquiera de los otros tipos de archivos que Unity soporta.”



“El Asset Store de Unity es el hogar de una creciente biblioteca de assets comerciales y gratuitos creados por Unity Technologies y miembros de la comunidad. Hay una gran cantidad de assets disponibles, desde texturas, modelos y animaciones hasta ejemplos de proyectos completos, tutoriales y extensiones del editor. Estos assets son accesibles desde una interfaz simple dentro del Editor Unity y son descargados e importados directamente en sus proyectos.” (*Unity - Manual: Importando desde la Asset Store*, s. f.)

Los usuarios de Unity pueden volverse publicadores en el Asset Store, y vender contenido que estos han creado.

- **Unity Collaborate**

“Unity Collaborate es parte de Unity Teams. Unity Teams permite a los equipos pequeños guardar, compartir y sincronizar un proyecto de Unity en un entorno alojado en la nube. El uso de Collaborate permite que todo su equipo contribuya a un proyecto, independientemente de su ubicación o función. Collaborate permite publicar proyectos en la nube para su almacenamiento. También mantiene un historial de las versiones del Proyecto que se publican, lo que le permite restaurar archivos individuales o todo su Proyecto a un estado anterior. Permite agregar miembros del equipo a sus proyectos, permitiendo a los miembros del equipo trabajar juntos. Monitorea continuamente los cambios realizados por cada miembro del equipo y muestra una insignia en los archivos que han cambiado, pero que aún no se han publicado. Se pueden ver los cambios y luego puede optar por revertir los cambios en su archivo o publicarlos y manejar cualquier conflicto de fusión que pueda ocurrir. Collaborate está diseñado para apoyar equipos multidisciplinarios (es decir, equipos con una mezcla diversa de desarrolladores, artistas, expertos en audio y otros especialistas) que trabajan juntos en proyectos.” (*Unity - Manual:*



Technologies, s. f.) (*Unity - Manual: Importando desde la Asset Store*, s.f.)

C. Motor de Base de Datos SQLite

SQLite es uno de los motores de base de datos más utilizados en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, esto debido a que permite almacenar información de manera simple y rápida en cualquier dispositivo con bajos recursos.

“SQLite implementa el estándar SQL92 y también agrega extensiones que facilitan su uso en cualquier ambiente de desarrollo. Esto permite que SQLite soporte desde las consultas más básicas hasta las más complejas del lenguaje SQL, y lo más importante es que se puede usar tanto en dispositivos móviles como en sistemas de escritorio, sin necesidad de realizar procesos complejos de importación y exportación de datos, ya que existe compatibilidad al 100% entre las diversas plataformas disponibles, haciendo que la portabilidad entre dispositivos y plataformas sea transparente.”(Filein, s. f.)

- **Plataformas**

“SQLite está construida en C, lo cual facilita la migración a diversas plataformas de sistemas operativos y de dispositivos. Dado que una base de datos de SQLite se almacena por completo en un solo archivo, esta puede ser exportada a cualquier otra plataforma y tener interoperabilidad al 100% sin ningún requerimiento de programación adicional o cambios de configuración.”(Filein, s.f.)

2.2.4. Metodologías de desarrollo ágil

A. Metodología Scrum

“Scrum es una metodología ágil para la gestión de proyectos relacionados con la construcción (desarrollo) de Software. Según Jeff Sutherland, uno de los creadores de Scrum y del método de control empírico de procesos en el cual se basa dicha metodología, éste se sostiene en la implementación de tres pilares: transparencia (visibilidad de los procesos), inspección



(periódica del proceso) y adaptación.” (Scrum-y-eXtrem-Programming-para-programadores.pdf, s. f.)

- **El Marco de Trabajo de Scrum**

“En un sentido amplio, el marco de trabajo de Scrum se compone de una serie de reglas, que definen roles que integran los equipos, artefactos necesarios para los procesos, bloques de tiempo preestablecidos y ceremonias que deben respetarse.” (Scrum-y-eXtrem-Programming-para-programadores.pdf, s. f.)

Los equipos de Scrum definen tres roles bien diferenciados:

1. El Scrum Master, responsable de asegurar los procesos;
2. El Dueño de Producto, responsable de maximizar el valor del producto;
3. El Equipo, responsable de realizar el trabajo

Cómo herramientas aplicables a todos los procesos anteriores, Scrum emplea cuatro artefactos:

1. Backlog de Producto (una lista priorizada de todo lo que requiere el software)
2. Backlog de Sprint (una lista de tareas necesarias para convertir parte del Backlog de Producto, en incremento de funcionalidad del Software)
3. Scrum taskboard (un tablero físico que permite la transparencia de los ítems de trabajos pendientes, en curso y terminados de un mismo Sprint)
4. Diagrama de Burndown (un gráfico que permite medir visualmente, el progreso de los ítems del Backlog de Producto)

La definición de bloques de tiempo iterativos (de 2 a 4 semanas), está destinada a crear continuidad y regularidad en las cuáles, se basarán las seis ceremonias (reuniones) que aseguran el cumplimiento de objetivos:



1. Reunión de Planificación de la Entrega
2. Reunión de Planificación del Sprint
3. El Sprint, corazón de Scrum
4. Reunión diaria
5. Reunión de revisión 6. Reunión de Retrospectiva

B. Programación extrema

“Extreme Programming (programación extrema) también llamado XP, es una metodología que tiene su origen en 1996, de la mano de Kent Beck, Ward Cunningham y Ron Jeffries. Los principios y prácticas son de sentido común pero llevadas al extremo, de ahí proviene su nombre.

XP propone un conjunto de prácticas técnicas, que, aplicadas de manera simultánea, pretenden enfatizar los efectos positivos de en un proyecto de desarrollo de Software.” (*Scrum-y-eXtrem-Programming-para-programadores.pdf*, s. f.)

Esta metodología apoya 5 valores:

- Comunicación
- Simplicidad
- Retroalimentación
- Respeto
- Coraje

“Además, XP propone 12 técnicas o prácticas que garantizan un mejor resultado en el proyecto.” (*Scrum-y-eXtrem-Programming-para-programadores.pdf*, s. f.)

- Práctica #1: En XP se requiere que el cliente esté dispuesto a participar activamente del proyecto, contando con la disponibilidad suficiente y necesaria, para interactuar con el equipo en todas las fases del proyecto.



- Práctica #2: Extreme Programming considera que el equipo no debe asumir responsabilidades que le demanden mayor esfuerzo del que humanamente se puede disponer.
- Práctica #3: A fin de evitar los problemas de comunicación que suelen ocurrir durante la práctica, entre técnicos y usuarios, XP propone el uso de metáforas, intentando hallar un punto de referencia que permita representar un concepto técnico con una situación en común con la vida cotidiana.
- Práctica #4: Diseño simple, especifica que se tiene que mantener siempre un diseño simple de fácil comprensión.
- Práctica #5: Refactorización de código, consiste en modificar el código existente sin afectar su comportamiento externo.
- Práctica #6: Programación de pares, sugiere que se desarrolle en parejas de dos desarrolladores. Uno escribe código mientras otro lo va revisando.
- Práctica #7: Entregas cortas, cada lapso breve de tiempo se entrega pequeñas funcionalidades. Esto conlleva que el cliente pueda tener una mejor experiencia con el software, ya que podrá probar poco y será fácilmente asimilable.
- Práctica #8: Testing, sugiere el uso de tres tipos de tests:
 - Test unitarios
 - Test de aceptación
 - Test de integración
- Práctica #9: Código estándar, los estándares de escritura del código fuente, son esenciales a la hora de programar. Permiten hacer más legible el código y más limpio a la vez de proveer a otros programadores, una rápida visualización y entendimiento del mismo.
- Práctica #10: Propiedad colectiva, no existe un programador dueño del código, todos los miembros conocen el qué y cómo se está desarrollando el sistema.
- Práctica #11: Integración continua, la integración continua de XP propone que todo el código desarrollado por los miembros del equipo



encuentre un punto de alojamiento común en el cual deban enviarse los nuevos desarrollos, diariamente.

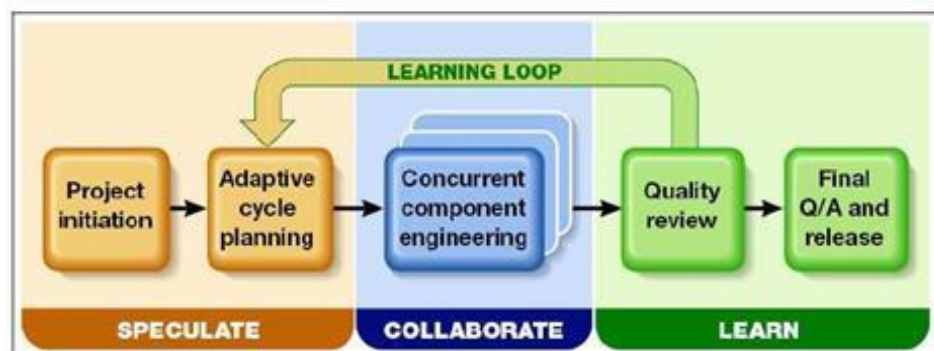
- Práctica #12: Juego de planificación, con un parecido a Scrum la dinámica de planificación de XP se lleva a cabo de la siguiente forma:
 - EL cliente presenta lista de funcionalidades.
 - El equipo de desarrollo estima el esfuerzo que demanda desarrollarlas.
 - El cliente decide qué historias de usuario desarrollar y en qué orden.

C. Desarrollo adaptable de software (ASD)

El desarrollo adaptativo de software proporciona un fondo filosófico para las metodologías ágiles, que muestra cómo las organizaciones de desarrollo de software pueden responder al clima turbulento de negocios actual mediante el aprovechamiento en lugar de evitar el cambio.

ASD contiene las prácticas: desarrollo iterativo, planificación basada en características, revisiones de grupos de enfoque de clientes y una filosofía de gestión “ágil” llamada gestión de liderazgo y colaboración. Al igual que la mayoría de metodologías ágiles, el proceso de desarrollo se realiza mediante iteraciones, pero con la característica de estar orientado al cambio, para esto se aplican tres componentes conceptuales en cada una de las iteraciones a desarrollar, lo cual puede apreciarse gráficamente en la Figura 6.

Figura 6. Etapas de metodología ASD. Fuente: (Highsmith & Highsmith, 2002)



El primer componente de ASD es Especular que da espacio para explorar, para aclarar la comprensión de que no estamos seguros, para desviarnos



de los planes. Significa que se tiene que mantener las iteraciones de entrega cortas y fomentar la iteración. Un equipo que "especifica" no abandona la planificación, reconoce la realidad de la incertidumbre. La especulación reconoce la naturaleza incierta de los problemas complejos y alienta la exploración y la experimentación. Finalmente podemos admitir que no sabemos todo.

El segundo componente conceptual de ASD es la colaboración. Las aplicaciones complejas no se construyen, evolucionan. Las aplicaciones complejas requieren que un gran volumen de información se recopile, analice y aplique al problema. El entorno, en el que una persona o grupo pequeño no puede "saberlo todo", las habilidades de colaboración (la capacidad de trabajar conjuntamente para producir resultados, compartir conocimientos o tomar decisiones) son primordiales.

Finalmente, la fase de "Aprender". Una vez que se admite que se son falibles, entonces las prácticas de aprendizaje se vuelven vitales para el éxito. Se tiene que probar el conocimiento constantemente, utilizando prácticas como retrospectivas de proyectos y grupos de enfoque de clientes. Además, las revisiones deben realizarse después de cada iteración en lugar de esperar hasta el final del proyecto.

Un ciclo de vida ASD tiene seis características básicas:

- Enfocado en misiones
- Basado en características
- Iterativo
- Caja de tiempo
- Impulsado por los riesgos
- Tolerante al cambio

D. Diferencias entre Scrum, XP Y ASD

Se realizó una comparación de las metodologías ágiles mencionadas previamente, tomando en cuenta características como la documentación y la forma en la que manejan las iteraciones, tal y como se puede apreciar en la Tabla 1.



Tabla 1. Comparativa de metodologías SCRUM, XP y ASD. Fuente: (Quiñónez-Ku et al., 2019)

	SCRUM	XP	ASD
Documentación	Historias de usuario y reuniones diarias.	Historias de usuario.	Lista de requerimientos.
Interacción con el cliente	A través del product owner.	Alta participación del cliente.	A través de lanzamientos frecuentes.
Reuniones	Se lleva un registro de reuniones diarias.	Ya que el desarrollo se lleva en pares la comunicación es importante.	Reuniones cara a cara, no requieren documentación.
Tamaño y complejidad del proyecto	Cualquier formato de proyecto.	Proyectos pequeños que puedan estar sujetos a cambios.	Proyectos pequeños y menos complejos.
Duración de iteración	2 – 4 semanas.	1 – 6 semanas.	4 - 8 semanas.
Tamaño del equipo.	Mínimo 3 personas.	Mínimo 3 personas.	Mínimo 2 personas.



Capítulo 3

Desarrollo del prototipo

Para el desarrollo y documentación del presente proyecto se utilizó la metodología ágil ASD, debido a su flexibilidad para el trabajo en equipo durante todo el proceso de desarrollo, con o sin la participación de los usuarios finales. Siguiendo las pautas de esta metodología, se realizaron iteraciones en las que cada ciclo pasa por las etapas mencionadas anteriormente: Especular, colaborar y aprender, hasta la obtención de un prototipo final que contenga la mayoría de los requerimientos, funcionalidades y características necesarias para considerarlo un producto mínimo viable.

3.1. Iniciación del proyecto

Antes de empezar el desarrollo de cualquier software se deben establecer los criterios o pautas necesarias a tomar en cuenta durante todo el proyecto, esta etapa se conoce como la iniciación del proyecto, donde se definen los aspectos generales, características, y funcionalidades que nos permitirán establecer los requerimientos que debe cumplir o adquirir el producto final, en este caso, un videojuego. En la metodología ASD, la iniciación del proyecto forma parte de la etapa de Especulación, sin haber iniciado aún las iteraciones, en esta fase se fomenta un proceso de exploración y experimentación donde se identificarán los requerimientos del producto final.

Es necesario aclarar que para este proyecto el equipo de desarrollo estuvo formado por dos desarrolladores, sin la participación activa de un cliente o usuario final, la identificación de los requerimientos se realizó bajo la premisa de un videojuego serio que permita compartir y poner en práctica los conceptos básicos para la comprensión de la Estequiometría, sin embargo, teniendo en cuenta el lugar de intervención donde se probará el prototipo desarrollado, se consideraron los contenidos descritos en el sílabo del curso de Química-I.

Los dos integrantes del equipo de desarrollo fueron también activos conocedores y consumidores de videojuegos, lo que permitió definir las características lúdicas y entretenidas del videojuego sin la necesidad de un usuario final, en vista que el



lugar de intervención no solicitó el desarrollo de este prototipo, ya que es una propuesta que sugiere para afrontar el problema descrito en el capítulo 1.

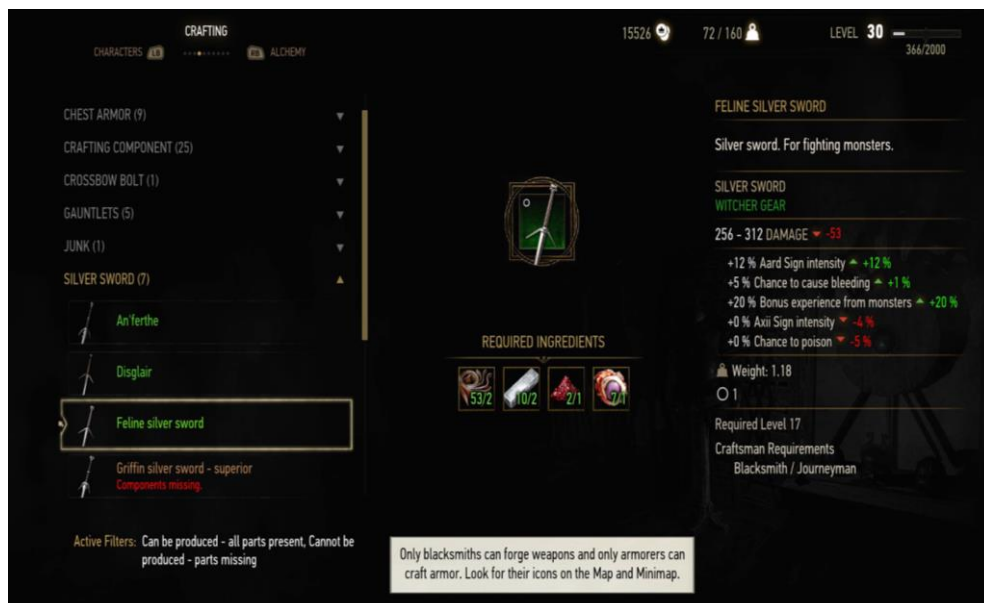
Como la metodología no especifica pautas concretas para la fase de Colaboración se adaptó parte de la metodología de desarrollo ágil Scrum, considerando conceptos como Daily Stand Up, Sprint retrospective y Sprint BackLog. Además de utilizar la herramienta Trello para visualizar y gestionar el avance del proyecto.

3.1.1. Identificación de requerimientos

Entre todos los tipos de videojuegos conocidos, se escogió el tipo RPG (Juego de Rol) para el desarrollo de este prototipo, básicamente por su característico sistema de creación de objetos, que es similar a la forma en la que interactúan los elementos y compuestos químicos en las reacciones químicas.

En el sistema de creación de objetos se combinan diferentes materiales para obtener como resultado un objeto diferente y más valioso, este objeto suele tener o compartir las características de sus objetos predecesores, como se puede apreciar en la Figura 7.

Figura 7. Sistema de crafteo en videojuego The Witcher 3. Fuente: The Witcher 3

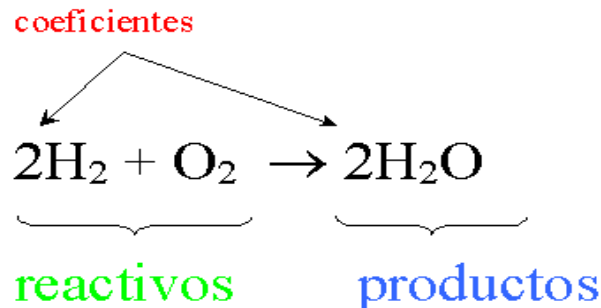


Este proceso de creación de objetos se puede comparar con los ingredientes de un determinado plato, o la receta de un medicamento o poción. En las reacciones químicas, como se puede apreciar en la figura 8, la creación de una



sustancia se origina a partir de la combinación de otras, estas pueden ser átomos y moléculas de elementos y compuestos químicos, que dan como resultado una nueva sustancia diferente que comparte las propiedades de las sustancias que la originaron.

Figura 8. Reacción química. Fuente: («Reacciones químicas», 2012)



Las sustancias que se combinan se conocen como Reactivos, y el resultado de esta combinación se conoce como producto o productos, debido a que algunas reacciones químicas pueden dar como resultado más de una sola sustancia. Entonces, al notar este parecido se optó por desarrollar un videojuego de tipo RPG, donde el jugador desempeña un rol, explora un territorio, interactúa con los objetos, y gana experiencia combatiendo con enemigos.

Para la identificación de los requerimientos se tomó en cuenta que durante el diseño del prototipo priorizaría que este debe permitir al jugador aprender los contenidos básicos de la Estequiometría, siendo esta la principal prioridad del juego serio. Luego de revisar los contenidos del Curso de Química I, se llevó a cabo una reunión para realizar una lluvia de ideas que permitió definir los requerimientos funcionales y no funcionales para el prototipo, los mismos que se detallan en la Tabla 2 y la Tabla 3 Respectivamente.

- **Requerimientos funcionales**

Tabla 2. Requerimientos funcionales. Fuente: Propia

ID	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RF1	Registrar información del jugador	El jugador registrará su información básica para su identificación y asignar un apodo a su avatar	Media



RF2	Personalización del jugador	El jugador podrá seleccionar un aspecto diferente de una colección de personajes	Media
RF3	Contenido de Química (Estequiometría)	El juego deberá incluir elementos relacionados a la química, como una tabla periódica necesaria para los abarcar los contenidos de la Estequiometría desarrollados en el curso de Química-I	Alta
RF4	Misiones químicas	El juego deberá contar con misiones relacionadas a los contenidos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría	Alta
RF5	Recompensas	Al resolver las misiones el jugador recibirá recompensas como experiencia o monedas que lo motiven a seguir jugando y aprendiendo para subir de nivel	Media
RF6	Inventario	El jugador tendrá un inventario necesario para almacenar y gestionar algunos objetos especiales tanto para el personaje como para los contenidos de Química del videojuego	Alta
RF7	Intentos Ilimitados	El jugador no puede perder el progreso alcanzado en el juego en caso de que su personaje	Media



		pierda la vida en algún momento	
RF8	Modo de combate	El jugador podrá combatir enemigos con su personaje en un modo de batalla que agregue ese lado divertido	Media
RF9	Mapas o Zonas de Juego	En el modo de batalla el personaje podrá desbloquear nuevos mapas conforme suba de nivel	Baja
RF10	Puntuación y Sistema de niveles	El jugador adquirirá experiencia que le permitan subir de nivel conforme siga interactuando con el videojuego.	Media

- **Requerimientos no funcionales**

Tabla 3. Requerimientos no funcionales. Fuente: Propia

ID	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RNF1	Compatibilidad	El juego será diseñado para ser utilizado en dispositivos móviles, principalmente para los dispositivos móviles de Android.	Alta
RNF2	Resolución	El juego debe adaptarse a cualquier tamaño de pantalla, tomando en cuenta los diferentes tamaños de los dispositivos que existen actualmente.	Media



RNF3	Rendimiento	El juego debe procurar tener un rendimiento fluido que contribuya a una buena experiencia de usuario.	Alta
RNF4	Hardware mínimo	Para el desarrollo se debe contar al menos con un ordenador con procesador Core i5, Memoria RAM de 8GB, y una tarjeta de video NVIDIA GTX 1050 o similar.	Alta
RNF5	Software mínimo	Para el desarrollo del videojuego se utilizarán mínimamente el motor de juegos de Unity engine, el software de modelado y animación Blender, y un editor de código C# como Visual Studio Code.	Alta

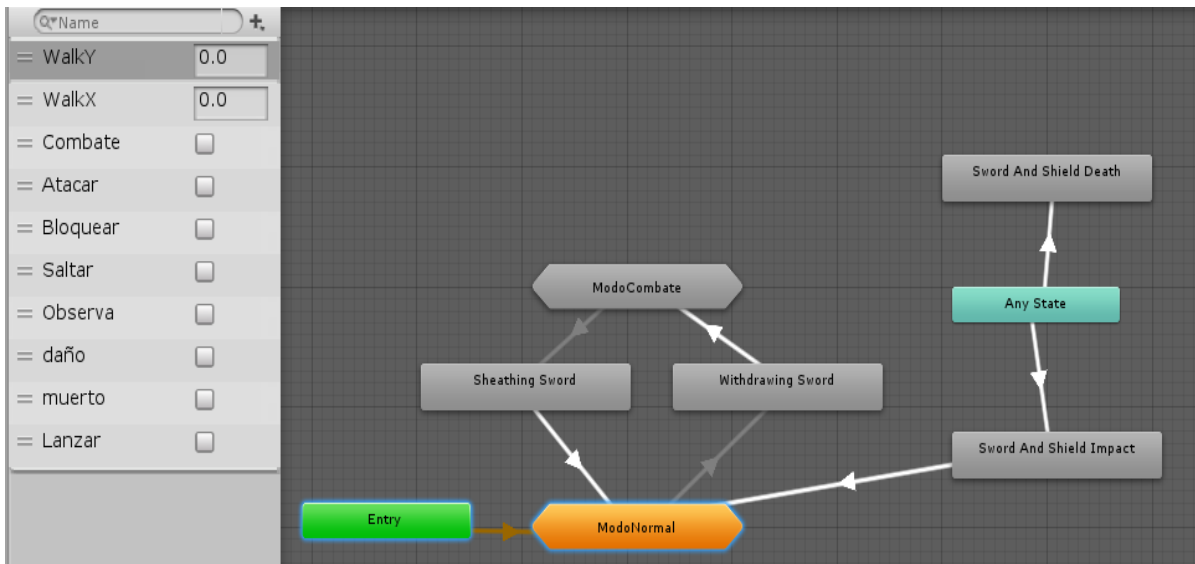
3.1.2. Técnicas algorítmicas utilizadas

A. Máquinas de estado.

Para las animaciones en el motor Unity se utilizaron máquinas de estado, que varían en base a parámetros de entrada, por ejemplo, el estado de la animación de los personajes varía, Unity tiene una herramienta para representar esto de forma gráfica.

Cada estado tiene una animación que se reproduce cuando se está en ese estado, cambia mediante transiciones que ocurren al cambiar parámetros de entrada como son movimiento, eventos que ocurren al jugador o posición en el espacio.

Figura 9. Máquina de estado en Unity. Fuente: Propia



B. Programación orientada a objetos.

Unity trabaja con el lenguaje C# y este es un lenguaje orientado a objetos, un objeto tiene comportamientos que sirven para indicar acciones que se van a realizar como el movimiento, combate, reproducción de animaciones; también tiene propiedades que representan atributos de un objeto como vida, oro, experiencia, etc.

Unity tiene métodos preestablecidos que se ejecutan cada fotograma, o cuando ocurren eventos en específico por ejemplo cuando un objeto choca con otro.

3.2. Desarrollo de las iteraciones

En total se realizaron 5 iteraciones, en la siguiente tabla se muestra un resumen de las iteraciones realizadas durante el proceso de desarrollo.

Tabla 4. Resumen de iteraciones desarrolladas. Fuente: Propia

Iteraciones	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración	Nº de actividades programadas	Nº de actividades terminadas	Nº de actividades sin terminar
Iteración 1	29/04/2019	16/05/2019	17 días	7	2	5



Iteración 2	17/05/2019	03/06/2019	18 días	8	6	1
Iteración 3	04/06/2019	04/07/2019	30 días	6	6	0
Iteración 4	05/07/2019	02/08/2019	30 días	5	3	2
Iteración 5	06/08/2019	09/09/2019	30 días	5	5	0

3.2.1. Iteración 1

A. Planificación de la Iteración (Especcular)

Tabla 5. Resumen fase de especulación Iteración 1. Fuente: Propia

Planificación de Iteración N°1			
Código:	IT1	Nombre:	Iteración 1
Descripción:	Diseño de componentes principales		
Fecha Inicio:	29 de Abril del 2019	Fecha Cierre:	16 de Mayo del 2019

La primera iteración se enfocó en el diseño de la base de datos y en la creación de las interfaces iniciales, siendo estos los componentes principales del prototipo a desarrollar. Esta iteración solo duró 17 días tal y como se detalló en la Tabla 5.

B. Desarrollo de componentes (Colaborar)

Tabla 6. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 1. Fuente: Propia

Actividades	Responsable	Prioridad
Diseño de la base de datos	Carlos, Eduardo	Alta



Diseño (Atributos y estadísticas del jugador) y Modelado (masculino y femenino)	Carlos	Media
Base de datos de los elementos Químicos	Eduardo	Alta
Algoritmo que determine nombre y clasificación de los compuestos químicos	Eduardo	Media
Animaciones (movimiento, ataque y bloqueo)	Carlos	Media
Interfaz gráfica para crear moléculas/ compuesto	Eduardo	Media
Interfaz principal (mostrar estadísticas, incorporar Joystick, agregar botones)	Carlos	Media

En esta iteración se agregaron actividades que eran necesarias para el cumplimiento de los requisitos iniciales, cada actividad fue repartida de forma equitativa a cada miembro del equipo de desarrollo, como se puede ver en la tabla 6.



C. Resultados de la Iteración (Aprender)

Tabla 7. Resultados actividades fase aprender Iteración 1. Fuente: Propia

Resultados de la Iteración N°1			
Actividad	% Avance	Estado Actual	Observación
Diseño de la base de datos	100%	Terminado	Agregar tabla de Habilidades
Diseño (Atributos y estadísticas del jugador) y Modelado (masculino y femenino)	10%	En proceso	Falta el menú principal del juego para tener esa parte lista.
Base de datos de los elementos Químicos	100%	Terminado	Usar en gestor de base de datos SQLite
Algoritmo que determine nombre y clasificación de los compuestos químicos	30%	En proceso	Faltan formulación de Compuestos Ternarios y Cuaternarios
Animaciones (movimiento, ataque y bloqueo)	80%	En proceso	Bug en animaciones personaje se queda quieto.
Interfaz gráfica para crear moléculas/ compuesto	10%	Incompleto	Falta definir el gestor de Base de Datos para continuar
Interfaz principal	80%	En	Faltan botones como



(mostrar estadísticas, incorporar Joystick, agregar botones)		proceso	inventario y menú de opciones, así como mostrar información del jugador
--	--	---------	---

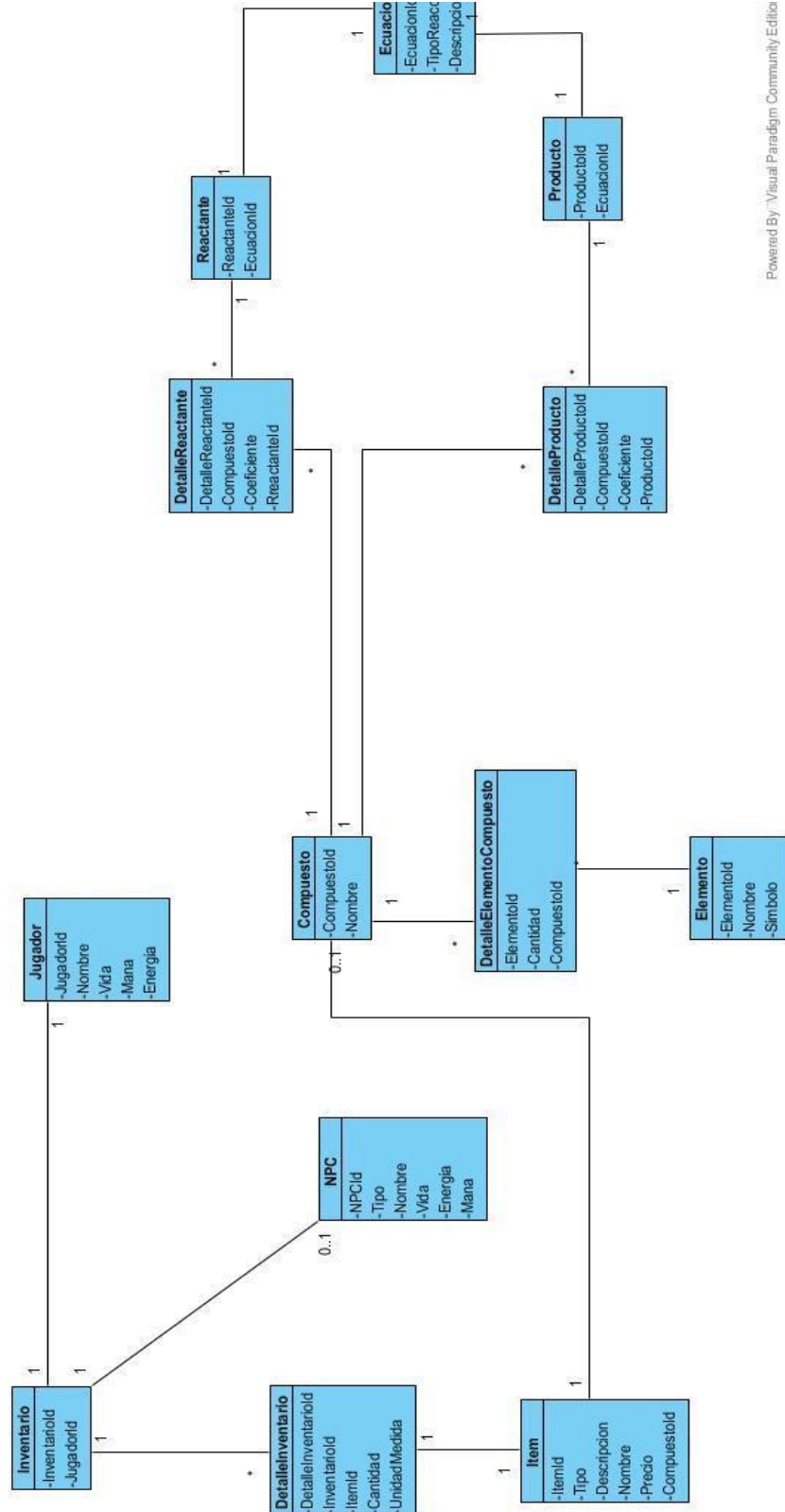
- Descripción del proceso de desarrollo:

Al final de la iteración, dos actividades fueron terminadas al 100%, el diseño de la base de datos que se realizó en Visual Paradigm, mientras que el desarrollo de esta se realizaría más tarde en el gestor de base de datos SQLite para dispositivos móviles. La otra actividad completada fue el desarrollo de la interfaz de control del movimiento del personaje principal, mientras que las demás actividades quedaron inconclusas tal y como se muestra en la tabla 7.

La base de datos desarrollada fue diseñada tomando en cuenta necesidades diferentes, por un lado se tenía que incluir todo lo necesario para implementar en el prototipo los datos para la creación de un juego de tipo RPG, y además, combinar el sistema de creación de objetos y adecuarlo para la creación de átomos y moléculas de elementos y compuestos químicos, esto dio como resultado una base de datos con trece tablas, las cuales se pueden dividir en dos categorías: Tablas para el tipo de juego RPG (5) y tablas para la funcionalidad de la Estequiometría (8), tal y como puede apreciarse en la figura 9.



Figura 10. Diagrama de base de datos del prototipo. Fuente: Propia



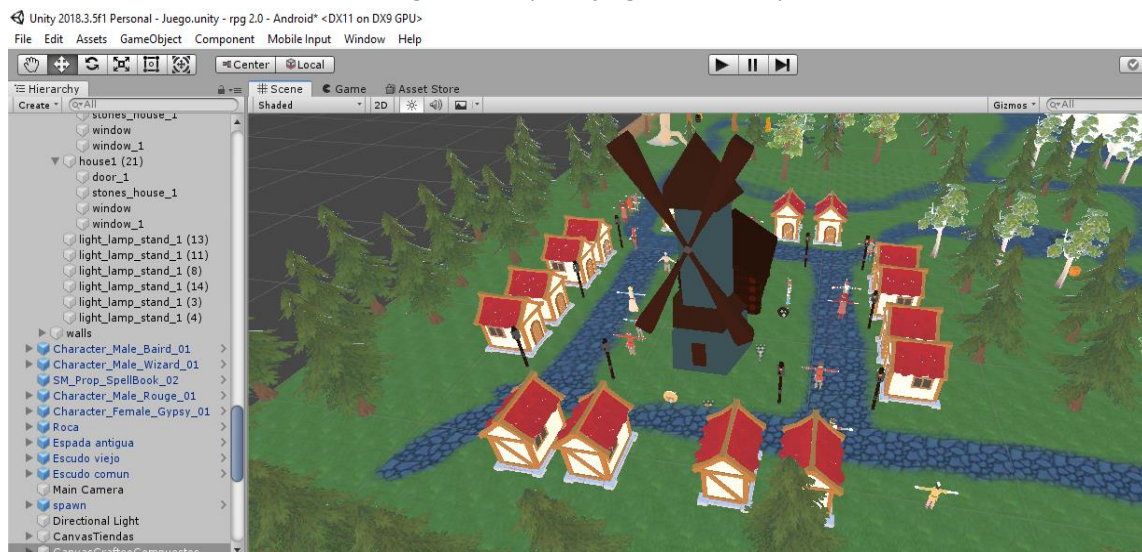
Powered By Visual Paradigm Community Edition



La interfaz de creación de átomos, moléculas y compuestos se postergó debido a que no se terminó de desarrollar la base de datos para el final de la iteración y surgieron complicaciones para la creación de un algoritmo para determinar el nombre y clasificación de compuestos químicos, por lo que se optó por descartar dicho algoritmo, ya que no es una prioridad para el tema de Estequiometría.

Se recurrieron al uso de assets gratuitos de personajes 3D, y otros para el modelado de los elementos de un escenario básico o mapa en el que se desenvolverá el personaje para este primer prototipo, tal como se puede observar en la Figura 10.

Figura 11. Mapa del juego. Fuente: Propia



Finalmente, el resultado obtenido como primer prototipo fue un APK que contenía un mapa pequeño y un personaje genérico con forma de robot, con animaciones incompletas, ya que la base del movimiento del personaje estaba terminada, pero con algunos errores.

La interfaz ya contaba con los botones de ataque, defensa, acción e inventario como se observa en la Figura 11, pero aun no funcionaban al 100% debido a que hacían falta animaciones para el movimiento fluido del personaje.



Figura 12. Escena del entorno del videojuego. Fuente: Propia



Durante el desarrollo de esta iteración se encontraron diferentes dificultades, las mismas que se listan a continuación:

- No existe una animación para que el personaje pueda moverse con el escudo.
- Complicación con el algoritmo de nomenclatura, determinar los atributos adecuados para realizar la formulación de compuestos evitando errores.
- El sistema de gestión de base de datos pensado inicialmente no facilitaba su implementación en el motor de videojuegos de Unity, por lo que era necesario utilizar uno nuevo.

Para poder pasar a la siguiente iteración se tomaron contramedidas ya que las dificultades retrasaban el desarrollo del prototipo, la lista de contramedidas fue:

- Terminar actividades inconclusas
- Dejar de lado las animaciones y el modelado, usar solo lo básico

Para aproximarse más a un producto mínimo viable se consideró que se agreguen las siguientes actividades:

- Crear menú principal



- Agregar sonidos
- Interfaz para comprar ítems a un NPC

3.2.2. Iteración 2

A. Planificación de la Iteración (Espeular)

Tabla 8. Resumen fase especulación Iteración 2. Fuente: Propia

Planificación de Iteración N°2			
Código:	IT2	Nombre:	Iteración 2
Descripción:	Diseño de interfaces y codificación de scripts		
Fecha Inicio:	17 de Mayo del 2019	Fecha Cierre:	03 de Junio del 2019

La duración de esta iteración fue establecida en 18 días tal y como se muestra en la tabla 8, en esta se enfocaron a terminar las actividades inconclusas de la iteración anterior, dejando de lado los aspectos visuales para acelerar el desarrollo del prototipo.

B. Desarrollo de componentes (Colaborar)

Tabla 9. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 2. Fuente: Propia

Actividades	Responsable	Prioridad
Creación de menú principal	Carlos	Media
Diseño (Atributos y estadísticas del jugador) y Modelado (masculino y femenino)	Carlos	Media
Algoritmo que determine nombre y clasificación de los compuestos químicos	Eduardo	Media
Animaciones (movimiento, ataque y bloqueo)	Carlos	Media



Interfaz gráfica para crear moléculas/ compuesto	Eduardo	Media
Interfaz principal (mostrar estadísticas, incorporar Joystick, agregar botones)	Carlos	Media
Interfaz gráfica de la Tabla periódica	Eduardo	Media
Integrar interfaz de nomenclatura a la tienda	Eduardo	Media

Se agregaron tres actividades más y nuevamente se repartieron las actividades de forma equitativa con el equipo de desarrollo, como se puede observar en la Tabla 9, estas actividades fueron:

- Crear menú principal
- Agregar sonidos
- Agregar interfaz de comprar items a un NPC

C. Resultados de la Iteración (Aprender)

Tabla 10. Resultados actividades fase aprender Iteración 2. Fuente: Propia

Resultados de la Iteración N°2			
Actividad	% Avance	Estado Actual	Observación
Creación de menú principal	100%	Terminado	Actividad funcional, faltan estilos
Diseño (Atributos y estadísticas del jugador) y Modelado (masculino y femenino)	100%	Terminado	Lo necesario para crear y cargar partida



Algoritmo que determine nombre y clasificación de los compuestos químicos	40%	Cancelado	La complejidad de los compuestos ternarios y cuaternarios es muy alta, implica grandes cambios en la Base de datos.
Animaciones (movimiento, ataque y bloqueo)	100%	Terminado	Animaciones básicas, pero funcionan.
Interfaz gráfica para crear moléculas/ compuesto	100%	Terminado	La interfaz permite una búsqueda de compuestos según su clasificación.
Interfaz principal (mostrar estadísticas, incorporar Joystick, agregar botones)	100%	Terminado	Interfaz de juego con botones necesarios y barras de vida, mana, etc
Interfaz gráfica de la Tabla periódica	100%	Terminado	Interfaz muestra todos los elementos químicos permitiendo realizar búsquedas según su clasificación.
Interfaz del inventario del personaje Integrada a la interfaz para crear moléculas y compuestos	80%	Incompleto	Aún falta corregir errores al crear las moléculas y los compuestos. Se cambió el nombre de la actividad.

- Descripción del proceso de desarrollo:



Para esta iteración se terminaron la mayoría de las actividades en un 100%, sin embargo, dos de las actividades no fueron terminadas para el periodo de tiempo establecido, esto se puede apreciar en la tabla 10.

Entre los componentes que se agregaron esta una nueva escena que viene a ser el menú principal del prototipo, donde el jugador podría crear partidas con un nombre o cargar partidas previamente creadas, tal como se observa en la Figura 12.

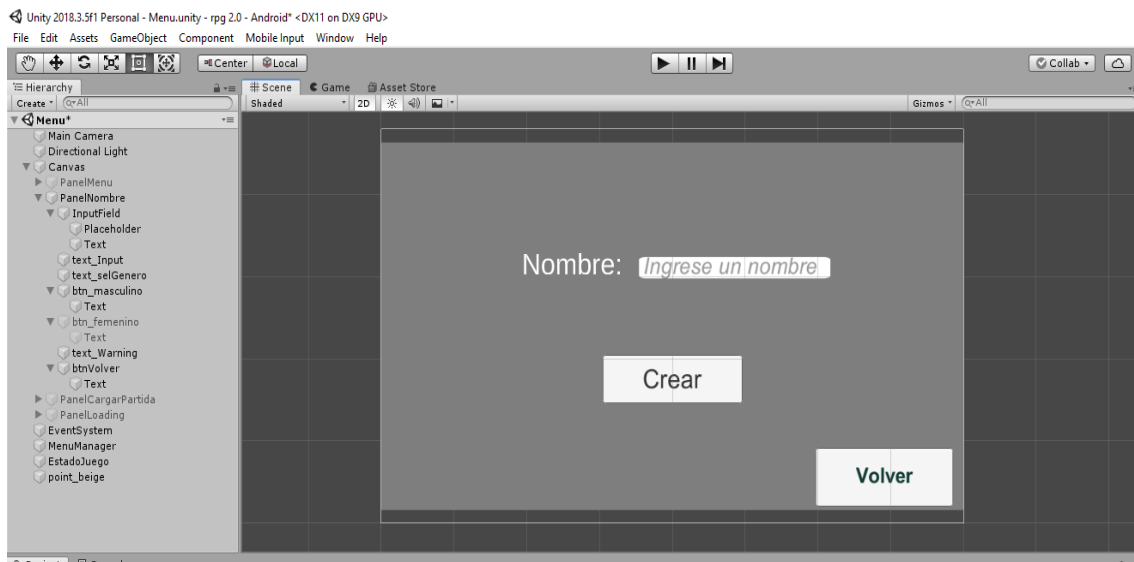
Figura 13. Interfaz del menú principal en desarrollo. Fuente: Propia



El jugador necesita crear una partida para que pueda hacer uso del prototipo, la única restricción es que no puede crear una partida con un nombre ya registrado previamente, esto para evitar conflictos en los registros de la base de datos, esta funcionalidad puede verse en la Figura 13, un formulario con un solo campo para el nombre.



Figura 14. Interfaz de creación de partida en desarrollo. Fuente: Propia



Se pensó en agregar atributos al personaje como fuerza, defensa, velocidad y resistencia para que estos afecten al desarrollo del juego y dependan de habilidades e ítems que tenga equipado el jugador. Además de que el jugador pueda escoger entre un personaje femenino o masculino.

Durante el desarrollo de la iteración se encontraron diferentes dificultades, las mismas que se detallan a continuación:

- Los algoritmos para determinar la nomenclatura de los compuestos Químicos excedieron de cierta forma la dificultad que puede manejar la base de datos, lo que implicaba muchos cambios en su estructura. Para entonces la solución consistía en cancelar esta actividad para continuar con las demás funcionalidades más importantes.
- La actividad “Integrar interfaz de nomenclatura a la tienda” se cambió de nombre puesto que la interfaz que se trabajó era la del inventario, y esta tenía que integrarse con la otra interfaz desarrollada. El nombre final de la actividad fué: “Interfaz del inventario del personaje Integrada a la interfaz para crear moléculas y compuestos”



Para poder pasar a la siguiente iteración se tomaron contramedidas ya que las dificultades retrasaban el desarrollo del prototipo, la lista de contramedidas fue:

- Terminar actividades inconclusas
- Cancelar la actividad “Algoritmo que determine nombre y clasificación de los compuestos químicos” hasta nuevo aviso.
- Eliminar actividad de modelar mapa y modelar personajes por ser redundantes.

Para que se tenga un producto mínimo viable se consideró que se agreguen las siguientes actividades:

- Agregar enemigos (uno o dos)
- Combate con enemigos
- Diseño del mapa (terreno con montañas, una ciudad, bosque, etc.)
- Diseño de personajes (pasivos y enemigos)
- Interfaz de comprar ítems de NPCs
- Mostrar información del Elemento químico seleccionado
- Agregar sonidos

3.2.3. Iteración 3

A. Planificación de la Iteración (Espeular)

Tabla 11. Resumen fase especulación Iteración 3. Fuente: Propia

Planificación de Iteración N°3			
Código:	IT3	Nombre:	Iteración 3
Descripción:	Modo de combate e incorporación de interfaces para la tabla periódica y tienda		
Fecha Inicio:	4 de Junio del 2019	Fecha Cierre:	4 de Julio del 2019

La duración de esta iteración fue establecida en 30 días como se puede ver en la Tabla 11, se enfocó en agregar la mayor cantidad de contenido al prototipo, primero para dar lugar a la mecánica de combate, y segundo



para incorporar interfaces tanto para la tienda como para incorporar una tabla periódica al juego. Se agregaron las siguientes actividades:

- Agregar enemigos (uno o dos)
- Combate con enemigos
- Diseño del mapa (terreno con montañas, una ciudad, bosque, etc.)
- Diseño de personajes (pasivos y enemigos)
- Interfaz de comprar ítems de NPCs
- Mostrar información del Elemento químico seleccionado
- Agregar sonidos

B. Desarrollo de componentes (Colaborar)

Tabla 12. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 3. Fuente: Propia

Actividades	Responsable	Prioridad
Agregar enemigos (uno o dos)	Carlos	Media
Combate con enemigos	Carlos	Media
Agregar más enemigos	Carlos	Media
Mostrar información del Elemento químico seleccionado	Eduardo	Alta
Interfaz para equipar objetos	Eduardo	Alta
Interfaz de comprar ítems de NPCs	Eduardo	Media

Para esta iteración también se repartió equitativamente cada actividad al equipo de desarrollo como se muestra en la Tabla 12, además, se aumentó la duración de la iteración con respecto a las anteriores debido a la complejidad de cada actividad.



C. Resultados de la Iteración (Aprender)

Tabla 13. Resultados actividades fase aprender Iteración 3. Fuente: Propia

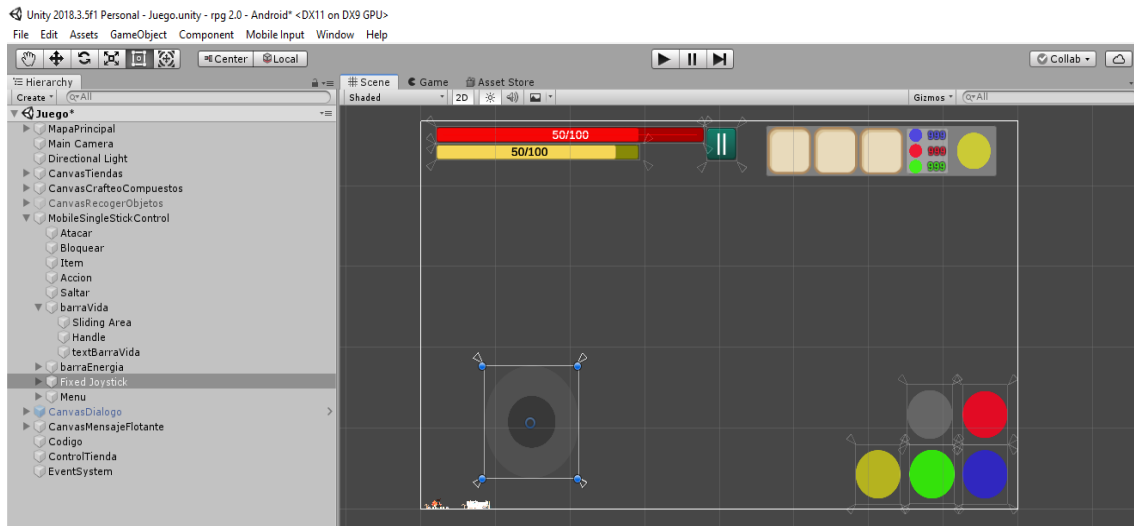
Resultados de la Iteración N°3			
Actividad	% Avance	Estado Actual	Observación
Agregar enemigos (uno o dos)	100%	Terminado	Hay 3 modelos diferentes de esqueletos.
Combate con enemigos	100%	Terminado	El combate funciona, con espada y lanzando objetos
Agregar más enemigos	100%	Terminado	Se pueden generar enemigos desde un spawn point
Mostrar información del Elemento químico seleccionado	100%	Terminado	Inventario muestra información de los Ítems, moléculas, y compuestos
Interfaz para equipar objetos	100%	Terminado	Mostrar ítems equipados al jugador. Son 3 tipos de Ítems, Espadas, Escudos y Objetos Lanzables
Interfaz de comprar ítems de NPCs	100%	Terminado	Interfaz que muestra los ítems que se pueden comprar a los NPC's

Al finalizar la iteración se concluyeron en su totalidad todas las actividades establecidas previamente, tal y como se muestran en la Tabla 13.

- Descripción del proceso de desarrollo:

En esta iteración se agregaron componentes en la interfaz principal para mostrar los atributos de vida del personaje en las barras superiores que se puede ver en la Figura 14, y por otro lado se crearon enemigos que atacaban al personaje cada vez que este se acercaba.

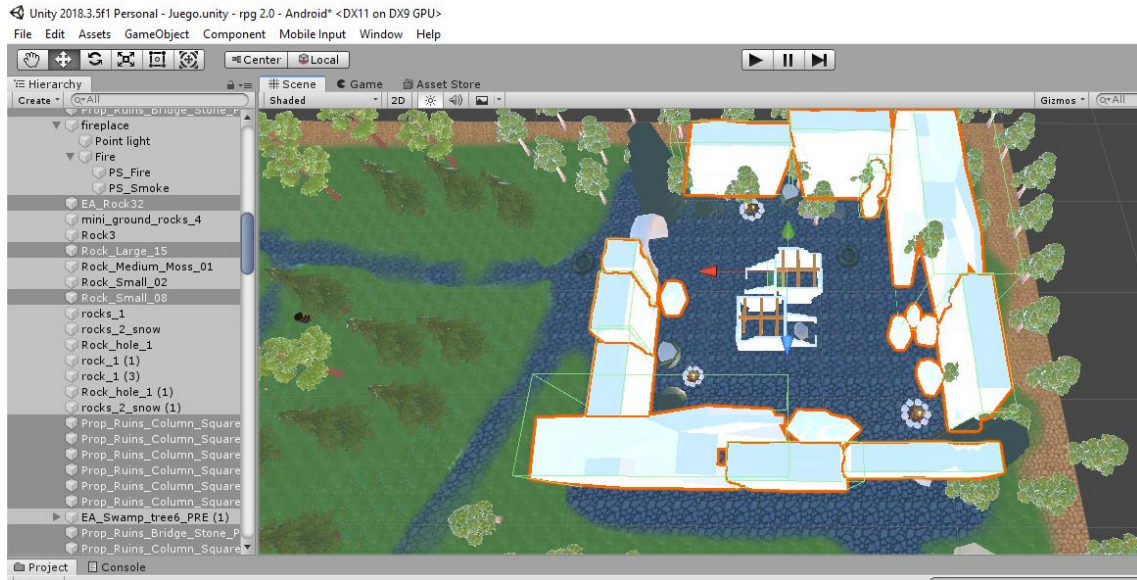
Figura 15. Interfaz principal en desarrollo. Fuente: Propia



Los movimientos de ataque y defensa se completaron así también como la interacción de estos con los enemigos. También se agregó un punto del mapa dónde los enemigos pueden reaparecer cada cierto tiempo y así evitar que el jugador se quede sin la posibilidad de interactuar con estos al recorrer todo el terreno, esta parte del mapa se puede observar en la Figura 15.

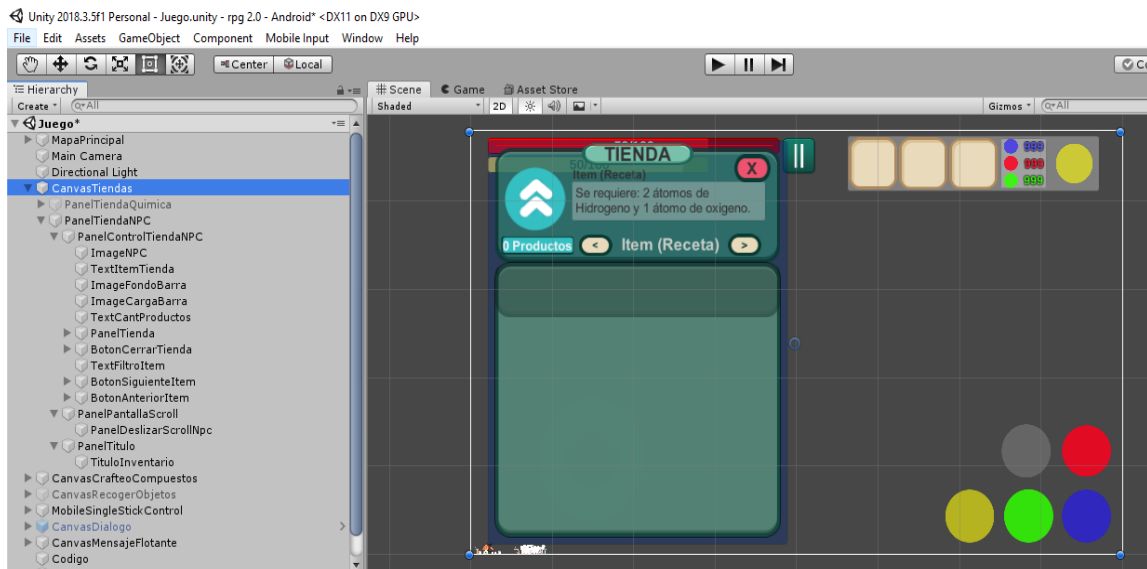


Figura 16. Punto de generación de enemigos. Fuente: Propia



Se agregaron tres interfaces nuevas para implementar la tienda que pueda mostrarse al acercarse a un NPC, mediante la cual el jugador podría comprar objetos para combatir, como se ve en la Figura 16; Así mismo, se realizó otra interfaz muy similar, pero en lugar de comprar objetos de combate se adquirirán elementos y compuestos químicos para emular el comportamiento de las reacciones químicas en la Estequiometría.

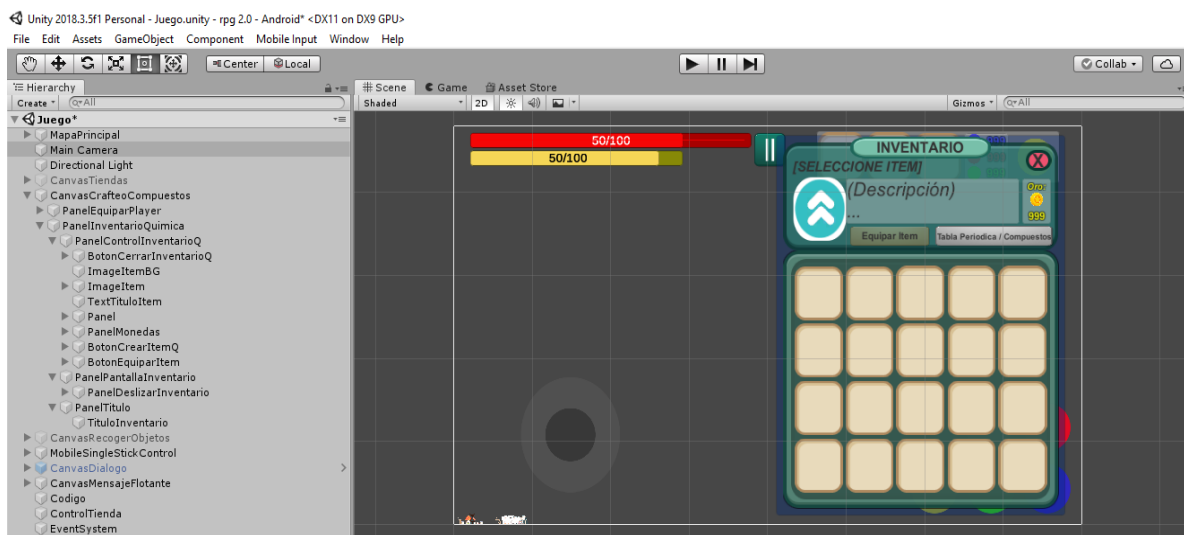
Figura 17. Interfaz de tienda en desarrollo. Fuente: Propia





Otra de las interfaces desarrolladas fue la del inventario del jugador la cual puede verse en la Figura 17, en esta se almacenarán todos los objetos, átomos y moléculas de elementos y compuestos químicos necesarios para las mecánicas principales.

Figura 18. Interfaz de inventario en desarrollo. Fuente: Propia



Durante el desarrollo de la iteración se encontraron diferentes dificultades, las mismas que se listan a continuación:

- Conflicto al subir los avances de una misma escena, en ocasiones se perdía el avance local y se tuvo que realizar nuevamente.
- Problemas con la función de collaborate de Unity.

Para poder pasar a la siguiente iteración se tomaron contramedidas ya que las dificultades retrasaban el desarrollo del prototipo, la lista de contramedidas fue:

- Terminar actividades inconclusas para evitar problemas en la función collaborate de Unity cuando se debe trabajar en una misma escena.
- Se alteraron algunas tablas de la Base de Datos para la funcionalidad de Equipar Ítems y crear moléculas y compuestos.
- Guardar una copia de seguridad de los avances de una misma escena en caso se pierdan al momento de subirlas a la nube.



3.2.4. Iteración 4

A. Planificación de la Iteración (Espeular)

Tabla 14. Resumen fase especulación Iteración 4. Fuente: Propia

Planificación de Iteración N°4			
Código:	IT4	Nombre:	Iteración 4
Descripción:	Corrección de errores y mejora del prototipo.		
Fecha Inicio:	4 de Julio del 2019	Fecha Cierre:	2 de Agosto del 2019

La duración de esta iteración fue establecida en 30 días como se puede observar en la Tabla 14, ya que se terminaron las actividades de la iteración anterior, no se agregaron actividades adicionales.

B. Desarrollo de componentes (Colaborar)

Tabla 15. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 4. Fuente: Propia

Actividades	Responsable	Prioridad
Animaciones de los personajes	Carlos	Media
Diseño de personajes (pasivos y enemigos)	Carlos	Media
Interfaz gráfica del inventario del personaje Integrada a la interfaz para crear moléculas y compuestos químicos	Eduardo	Alta
Sistema de diálogo con NPCs	Carlos	Media
Balanceo de ecuaciones	Eduardo	Alta



Para esta iteración también se repartió equitativamente cada actividad al equipo de desarrollo, se mantuvo la duración de la iteración anterior por la complejidad de cada actividad, todo esto se puede apreciar en la Tabla 15.

C. Resultados de la Iteración (Aprender)

Tabla 16. Resultados actividades fase aprender Iteración 4. Fuente: Propia

Resultados de la Iteración N°4			
Actividad	% Avance	Estado Actual	Observación
Animaciones de los personajes	100%	Terminado	Enemigos y jugador con animaciones
Diseño de personajes (pasivos y enemigos)	100%	Terminado	Agregado un npc, enemigos también
Interfaz gráfica del inventario del personaje Integrada a la interfaz para crear moléculas y compuestos químicos	100%	Terminado	Ahora se crean compuestos y moléculas. Se agregó una interfaz para mostrar notificaciones
Sistema de diálogo con NPCs	90%	Incompleto	Sistema de diálogo terminado pero no hay una historia principal
Balanceo de ecuaciones	80%	Incompleto	Código completado, pero aún falta integrar al sistema de misiones



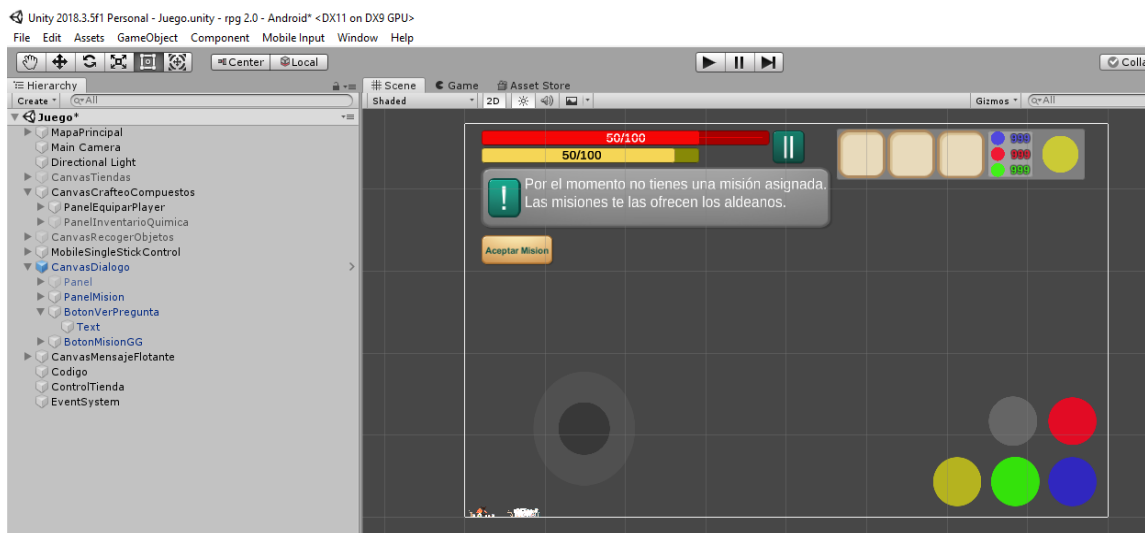
Al finalizar esta iteración se terminaron la mayoría de actividades, a excepción de dos que no llegaron a concluirse en el periodo de tiempo establecido previamente, tal y como se pudo observar en la Tabla 16.

- Descripción del proceso de desarrollo:

En esta iteración se mejoró la fluidez de las animaciones del personaje y de los enemigos, además de que se agregaron otros personajes pasivos como pobladores para darle más vida al mapa.

Se agregó una interfaz gráfica para poder crear moléculas y compuestos según misiones entregadas, esta funcionalidad se puede apreciar en la Figura 18. Cada misión consiste en obtener elementos o compuestos químicos, para este fin es necesario comprar elementos químicos con las partículas que los enemigos arrojan al ser derrotados, una vez conseguidos los elementos necesarios se realiza la combinación de estos.

Figura 19. Interfaz del juego con misiones. Fuente: Propia



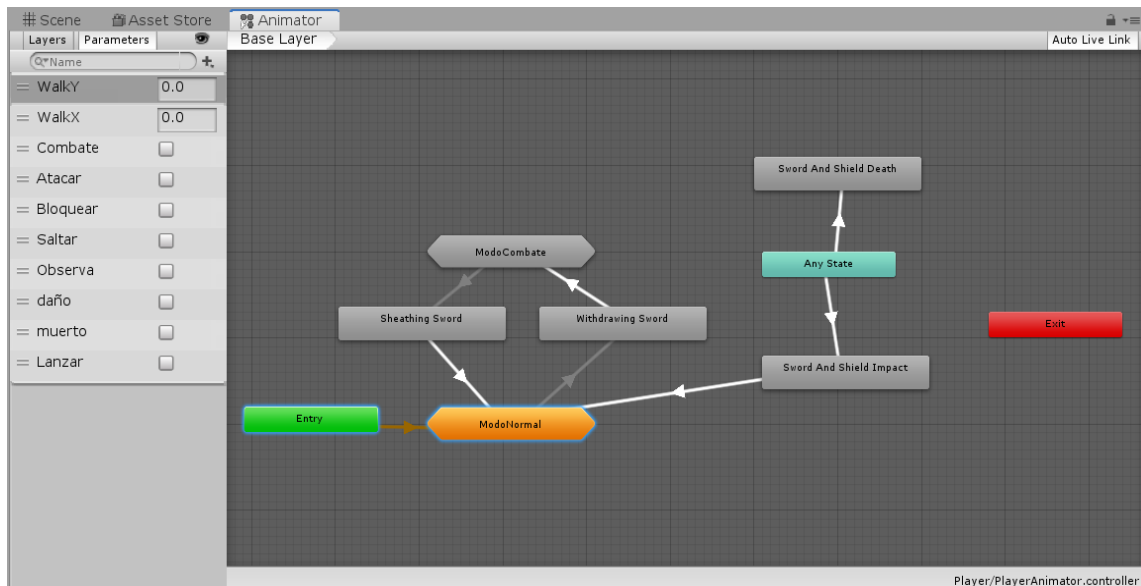
También se agregó la posibilidad de poder interactuar con NPCs que están distribuidos por el mapa, estos brindan, a manera de conversación, información básica sobre conceptos de química al jugador.

Para el funcionamiento de las animaciones Unity tiene un asset o ventana llamado Animator Controller, la cual se puede observar en la Figura 19, esta controla todas los movimientos y las animaciones de un determinado objeto. El Animator Controller de Unity utiliza el concepto de Máquinas



de Estado en la cual cada estado es una animación a reproducir y que en base a uno o varios parámetros de entrada puede cambiar de estado.

Figura 20. Animator controller. Fuente: Propia



Durante el desarrollo de la iteración se encontraron diferentes dificultades, las mismas que se listan a continuación:

- Problemas con la función de collaborate de unity.
- Conflicto al subir los avances de una misma escena, en ocasiones se perdía el avance local y se tuvo que realizar nuevamente.
- Problemas de rendimiento en Android, algunos teléfonos móviles presentan problemas de rendimiento a causa de la cantidad de objetos en el juego.

Para que se tenga un producto mínimo viable se consideró que se agreguen las siguientes actividades:

- Terminar actividades inconclusas para evitar problemas en la función collaborate de Unity.
- Guardar una copia de seguridad de los avances de una misma escena en caso se pierdan al momento de subirlas a la nube.
- Quitar luces adicionales, sombras y animaciones de árboles.



3.2.5. Iteración 5

D. Planificación de la iteración (Especular)

Tabla 17. Resumen fase especulación Iteración 5. Fuente: Propia

Planificación de Iteración N°5			
Código:	IT5	Nombre:	Iteración 5
Descripción:	Corrección de errores, mejora de aspectos visuales y generación de instalador para pruebas en dispositivos móviles.		
Fecha Inicio:	6 de Agosto del 2019	Fecha Cierre:	9 de Septiembre del 2019

La duración de esta iteración fue de 30 días como se puede ver en la Tabla 17, se enfocó en terminar las actividades anteriores y mejorar aspectos visuales del prototipo como son sonidos, efectos visuales y objetos, así como mejorar el rendimiento del juego en dispositivos móviles.

E. Desarrollo de componentes (Colaborar)

Tabla 18. Actividades a realizar fase colaboración Iteración 5. Fuente: Propia

Actividades	Responsable	Prioridad
Agregar efectos de sonidos	Carlos	Media
Agregar efectos visuales	Carlos	Media
Interfaz para mostrar misiones	Eduardo	Alta
Sistema de diálogo con NPCs	Carlos	Media
Conversión de gramos a moles	Eduardo	Alta



Para esta iteración también se repartió equitativamente cada actividad al equipo de desarrollo como se puede observar en la Tabla 18, se mantuvo la duración de la iteración anterior por la complejidad de cada actividad.

F. Resultados de la Iteración (Aprender)

Tabla 19. Resultados actividades fase aprender Iteración 5. Fuente: Propia

Resultados de la Iteración N°5			
Actividad	% Avance	Estado Actual	Observación
Agregar efectos de sonidos	100%	Terminado	No hay observaciones
Agregar efectos visuales	100%	Terminado	No hay observaciones
Interfaz para mostrar misiones	100%	Terminado	No hay observaciones
Sistema de diálogo con NPCs	100%	Terminado	Se optó por no poner una historia general.
Conversión de gramos a moles	100%	Terminado	Código completado, pero aún falta integrar al sistema de misiones

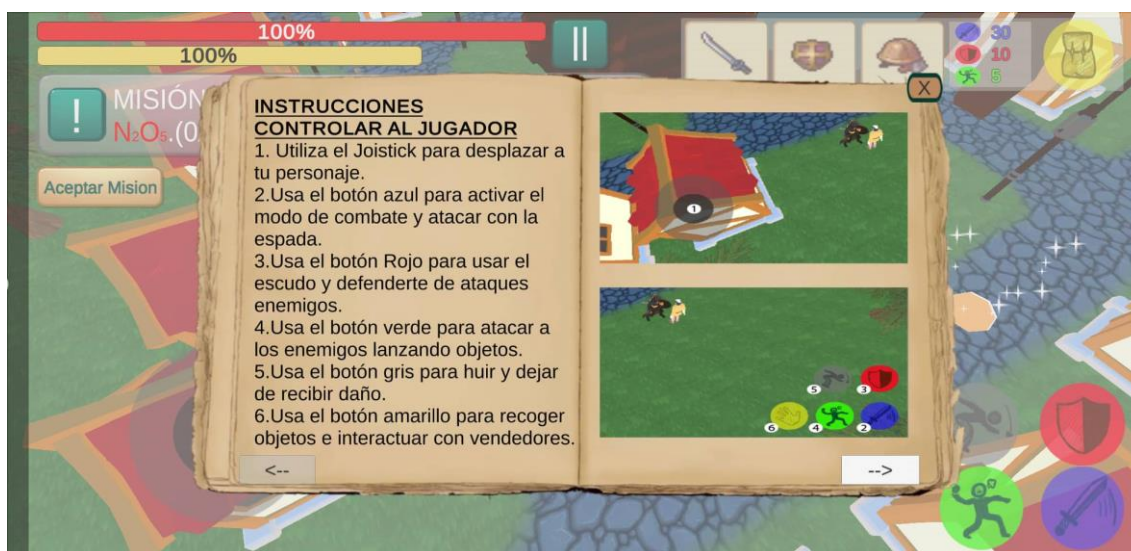
Al finalizar esta iteración se terminaron en su totalidad cada una de las actividades previamente establecidas, tal y como se pudo observar en la Tabla 19.



- Descripción del proceso de desarrollo:

En esta iteración se buscaron efectos de sonido para el juego, como música de fondo y otros. Cada sonido se consiguió de forma gratuita en la AssetStore de Unity. Por otro lado, los efectos visuales para cada ataque y para los objetos que se encontraban en el mapa también fueron agregados. Se agregó una pantalla de carga y una interfaz general en forma de libro para mostrar conceptos básicos de la química como puede observarse en la Figura 20, esto debido a que la información brindada por los NPCs sería aleatoria y sin seguir un orden adecuado.

Figura 21. Interfaz con manual de instrucciones. Fuente: Propia



Las demás actividades fueron mejoras de las anteriores iteraciones. Al terminar la iteración se concluyó que ya se contaba con un Producto mínimo Viable (PMV) que se podía proporcionar a los estudiantes del lugar de intervención para obtener una adecuada retroalimentación.

Durante el desarrollo de la iteración se encontraron diferentes dificultades, las mismas que se solucionaron durante el tiempo establecido y se listan a continuación:

- Inicialmente la interfaz que mostraba las misiones se visualizaba todo el tiempo, se le agregó una funcionalidad esté oculta y eso cambió de cierta forma todo el código de los ejercicios estequiométricos, por lo que se tuvo que hacer varios cambios.
- Las mecánicas para los ejercicios de Factor molar y factor de conversión implican agregar una tabla más en la Base de Datos, para



agregar datos adicionales que no pueden ser incluidas en la tabla “Reacción” de donde se están sacando la mayoría de preguntas de Estequiometría.

- Se optó por agregar una interfaz que proporcione a los jugadores algunos conceptos básicos de química, que no son indispensables para la jugabilidad ni las mecánicas.
- Conflicto al subir los avances de una misma escena, en ocasiones se perdía el avance local y se tuvo que realizar nuevamente.
- No se contó con presupuesto para comprar la licencia de desarrollo de la PlayStore dificultando la forma de distribuir el videojuego.



Capítulo 4

Resultados

En el presente capítulo se analizaron los resultados obtenidos luego de haber proporcionado el prototipo final de videojuego serio a los estudiantes del curso de Química I de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco. Lo que se evaluó concretamente fue la aceptación que consiguió el prototipo final con los estudiantes y docentes de la asignatura antes mencionada.

4.1. Comprobación de la prospectiva

La situación esperada de la presente investigación consiste en que los estudiantes del curso de Química-I tengan una buena percepción del prototipo de videojuego serio desarrollado, asumiendo que hayan utilizado la herramienta lo suficiente como para proporcionar una retroalimentación considerable útil. Así mismo, se espera que un docente encargado de la asignatura apruebe el contenido de la propuesta como básico para el aprendizaje de la Estequiometría, esto para consolidar la aceptación de la propuesta.

Para recolectar la información de los estudiantes se realizaron encuestas luego de haber transcurrido una semana de haber proporcionado el prototipo, el grupo para la prueba estaba conformado por 24 estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Desde el inicio los estudiantes se mostraron muy entusiasmados por la idea de utilizar un videojuego para el aprendizaje de un tema del curso, a pesar de que se aclaró que el prototipo solo era una propuesta como herramienta de apoyo externa que no sería utilizada dentro del entorno educativo.

A pesar del claro interés inicial por la propuesta, según los resultados obtenidos en la encuesta se observó que el grupo de estudiantes fueron utilizando el aplicativo cada vez menos conforme transcurría el periodo de pruebas, lo que puede interpretarse como que fueron perdiendo el interés o que la propuesta proporcionada no alcanzó sus expectativas.

Por otro lado, en cuanto a la validación del contenido de Estequiometría abordado en el prototipo por parte de un docente conocedor del curso de Química-I se llevó a cabo una reunión con la coordinadora de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Andina del Cusco, la Ing. Jannette Delgado Obando,



la misma que aceptó el contenido incluido en la propuesta como básico para el aprendizaje de la Estequiometría, dando un par de consejos resaltó el trabajo realizado en esta Tesis y comentó su interés en continuar o promover este tipo de propuestas para apoyar el aprendizaje de este tema u otros.

Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que el prototipo final no obtuvo la aceptación esperada por parte de los estudiantes, que puede interpretarse como que la propuesta no alcanzó sus expectativas. Sin embargo, la aceptación por parte del docente conocedor del curso de Química-I fue positiva, además de conocer los problemas que tienen los estudiantes para aprobar dicha asignatura, reconoció el trabajo realizado y animó a continuar con él.

Tomando en cuenta el interés inicial mostrado por parte de los estudiantes y la opinión proporcionada por la docente del curso al evaluar la propuesta podemos decir que el uso de un videojuego serio para apoyar en el aprendizaje de los contenidos de una asignatura como la Química-I, sigue siendo una idea atractiva tanto para los estudiantes como para los docentes.

4.2. Cumplimiento de objetivos

4.2.1. Diferencia entre videojuegos serios y videojuegos convencionales para el adecuado diseño del prototipo

La principal diferencia entre estas categorías de juegos está en su objetivo principal, mientras que los videojuegos convencionales se enfocan en el entretenimiento priorizando el diseño de sus componentes lúdicos, los videojuegos serios priorizan la enseñanza o capacitación de un tema serio (educación, salud o servicios) en específico, priorizando el contenido de dicho tema en el diseño de los componentes del videojuego, tanto en la concepción del videojuego como en la etapa de diseño del mismo, de tal manera que pueda proporcionar un innovador proceso de aprendizaje.

Existen otras diferencias no tan significativas entre los videojuegos serios y los convencionales, las cuales se explican de manera más detallada en la Tabla 20 donde se mencionan algunas de las más notables:



Tabla 20. Diferencias entre videojuegos serios y videojuegos convencionales. Fuente: Propia

	Videojuegos convencionales	Serious game
Objetivo Principal	Priorizan el entretenimiento para proporcionar una buena experiencia al jugador.	Priorizan la enseñanza o capacitación de un tema serio en específico para proporcionar un estimulante e innovador proceso de enseñanza/aprendizaje.
Importancia	Prima la experiencia de Usuario, enfocándose en los componentes visuales y audiovisuales del juego, en las etapas de diseño y desarrollo.	Prima el contenido del tema serio a transmitir o enseñar, enfocándose en las mecánicas y dinámicas, tanto en la concepción del videojuego como en la etapa de diseño.
Entorno de uso	Solo son utilizados esencialmente para entretener a los jugadores fuera de entornos serios como los académicos	Pueden ser utilizados dentro y fuera de entornos académicos, con la idea de aprender jugando, de manera estimulante.
Diseño	Busca que los componentes audiovisuales del juego sean cada vez más detallados, tratando de proporcionar una experiencia semejante a la	Busca que los componentes principales del juego como las mecánicas involucren si o si el contenido del tema serio a transmitir, de manera que el



	realidad.	jugador aprenda conforme use el juego.
	Es fundamental la presencia de profesionales creativos como diseñadores gráficos para perfeccionar el contenido audiovisual del videojuego.	Es fundamental la presencia de un individuo o profesional en educación que domine el tema serio a transmitir, para garantizar un efectivo proceso de aprendizaje.
Ventajas principales	Mayor interés voluntario por parte de los jugadores.	Resultados positivos en procesos de aprendizaje. (Game-based learning)
	Mayor demanda en el mercado global.	Creciente demanda en ámbitos educativos.

4.2.2. Diseñar y desarrollar un prototipo de videojuego serio con contenidos de Estequiometría utilizando una metodología ágil.

Para el desarrollo de este prototipo de videojuego serio se trabajó siguiendo la metodología de desarrollo ágil ASD, se estimó obtener el primer producto mínimo viable luego de haber concluido el desarrollo de cinco iteraciones, las cuales fueron definidas al iniciar el proyecto de desarrollo de esta propuesta, justo después de haber definido los requerimientos funcionales y no funcionales. En la Tabla 21 se explica cómo fueron definidos los periodos de tiempo para cada iteración de manera detallada:



Tabla 21. Iteraciones realizadas en el desarrollo. Fuente: Propia

Iteraciones	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración
Iteración 1:	29/04/2019	16/05/2019	17 días
Iteración 2:	17/05/2019	03/06/2019	18 días
Iteración 3:	04/06/2019	04/07/2019	30 días
Iteración 4:	05/07/2019	02/08/2019	30 días
Iteración 5:	06/08/2019	09/09/2019	30 días

Luego de finalizar las iteraciones se obtuvo el producto mínimo viable, el cual satisface mínimamente los requisitos funcionales definidos al iniciar el proyecto, este prototipo es un videojuego de tres dimensiones (3D) para dispositivos móviles que cuenten con el sistema operativo Android de Google.

Este producto mínimo viable de videojuego serio combina las características de los juegos de rol (RPG) y los conceptos básicos de la Estequiometría para que los jugadores sean capaces de comprender mejor sus fundamentos para así facilitar su aprendizaje.

La primera escena del prototipo fue diseñada para iniciar el juego mediante un Menú Principal, el cual se utilizó para crear una partida nueva o para cargar una ya creada previamente, esta interfaz puede apreciarse en la Figura 21. En caso de ser utilizado por primera vez el jugador deberá crear una partida nueva, como se observa en la Figura 22, esto para almacenar información respecto a su progreso en el juego, además, el jugador podrá tener más de una partida creada.



Figura 22. Interfaz de Menú Principal de la escena inicial. Fuente: Propia



Figura 23. Creación de partida con el nombre del jugador. Fuente: Propia



Al crear una partida nueva el jugador deberá a ingresar un nombre para poder identificarla tal y como se muestra en la Figura 23, de esta manera se crea un nuevo personaje y así se registrará su progreso en la base de datos del aplicativo, una vez creada o seleccionada la partida se muestra una ventana de carga como se ve en la Figura 24, mientras se realiza una transición de la escena inicial en la que se está hasta la escena principal del juego, donde el jugador empieza a controlar a su personaje.



Figura 24. Lista de partidas creadas con sus respectivos identificadores. Fuente: Propia



Figura 25. Interfaz de carga para cambiar de escena. Fuente: Propia



En la escena principal del juego se puede observar un escenario de 3D, donde el jugador podrá controlar a su personaje mediante una interfaz compuesta por un joystick para el desplazamiento y botones para realizar determinadas acciones, como se puede observar en la parte inferior de la Figura 25. Se puede interactuar con los elementos dispersos en el escenario, como objetos que pueden ser almacenados en el inventario, tal y como se muestra en la Figura 26. Estos objetos también pueden ser obtenidos mediante algunos personajes no jugadores (NPC) como aldeanos y enemigos con los que el jugador se puede topar al explorar el entorno 3D.

Figura 26. Interfaz de escena principal y escenario 3D. Fuente: Propia



Figura 27. Interfaz del inventario del jugador. Fuente: Propia



La mecánica principal del juego consiste en derrotar a los enemigos para poder obtener recursos como oro y partículas elementales que permitan al jugador equiparse y cumplir las misiones químicas, esta mecánica se puede apreciar en la Figura 27. Las monedas de oro sirven para comprar objetos como espadas y escudos necesarios para las batallas, mientras que las partículas elementales son utilizadas para crear átomos y moléculas de elementos y compuestos químicos necesarios para el cumplimiento de las misiones y de esta manera poder subir de nivel.



Figura 28. Interfaz principal del juego con enemigos. Fuente: Propia



Figura 29. Interfaz de tienda mostrada al interactuar con el NPC. Fuente: Propia



El personaje del jugador cuenta con un inventario para almacenar los objetos encontrados en el mapa o comprados con los recursos obtenidos, para comprarlos por un lado están los vendedores NPC, al interactuar con ellos se muestra una interfaz de tienda en la cual se puede comprar espadas, escudos y otros objetos para la batalla, como se pudo observar en la Figura 28. Mientras que, por otro lado, el inventario del jugador tiene un botón que muestra la tabla periódica de elementos químicos, donde se compran los átomos y moléculas solicitados en las misiones, tal y como se muestra en la Figura 29 y en la Figura 30.



Figura 30. Interfaz de tabla periódica para crear elementos químicos. Fuente: Propia



Figura 31. Interfaz para crear compuestos químicos. Fuente: Propia



Las misiones del juego se muestran al presionar el botón verde “!”, al hacerlo se mostrará una misión aleatoria. Existen tres tipos diferentes de misiones: Fáciles (Crear átomos o moléculas de elementos químicos), Medianas (Crear moléculas de compuestos químicos), y Difíciles (crear compuestos para balancear ecuaciones de reacciones químicas, tal como se observa en la Figura 31. El jugador acepta la misión presionando el botón amarillo debajo del texto, al hacerlo el color del panel cambiará hasta cumplir el objetivo de dicha misión, como se puede apreciar en la Figura 32.



Figura 32. Interfaz principal, mostrando una misión. Fuente: Propia



Figura 33. Interfaz principal, mostrando una misión aceptada. Fuente: Propia



Para cumplir las misiones el jugador debe crear los átomos y moléculas solicitados en la misión, una vez los tengan en el inventario deben presionar el botón “Usar Átomo” o “Usar Molécula” según el slot seleccionado. En el caso de que la respuesta sea correcta se mostrará una ventana que lo indique, como se observa en la Figura 33, mientras que en el caso de ser incorrecta se mostrará la misma ventana indicando el error que se ha cometido, tal como se observa en la Figura 34.



Figura 34. Interfaz de misiones, mostrando misión cumplida. Fuente: Propia

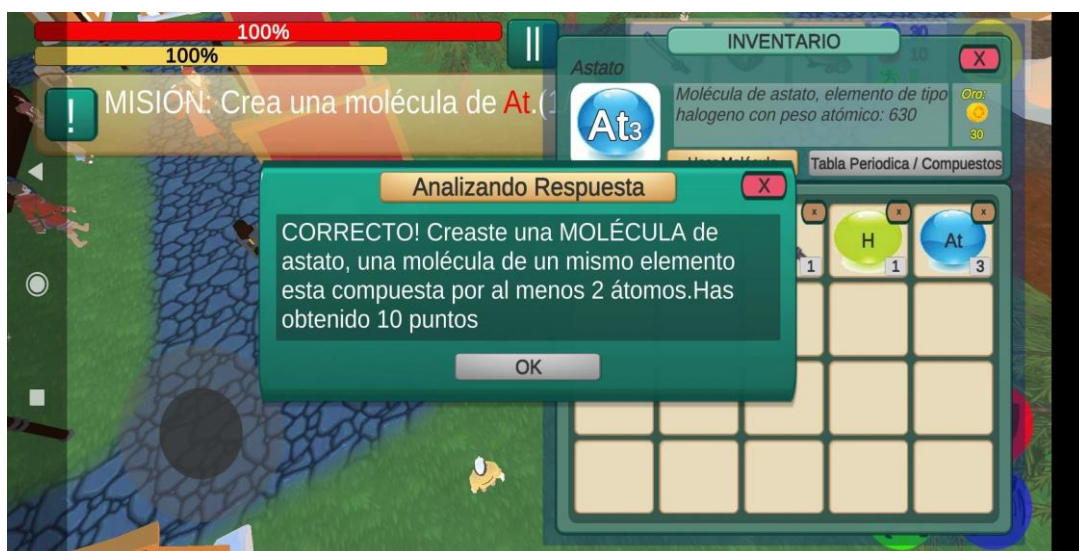
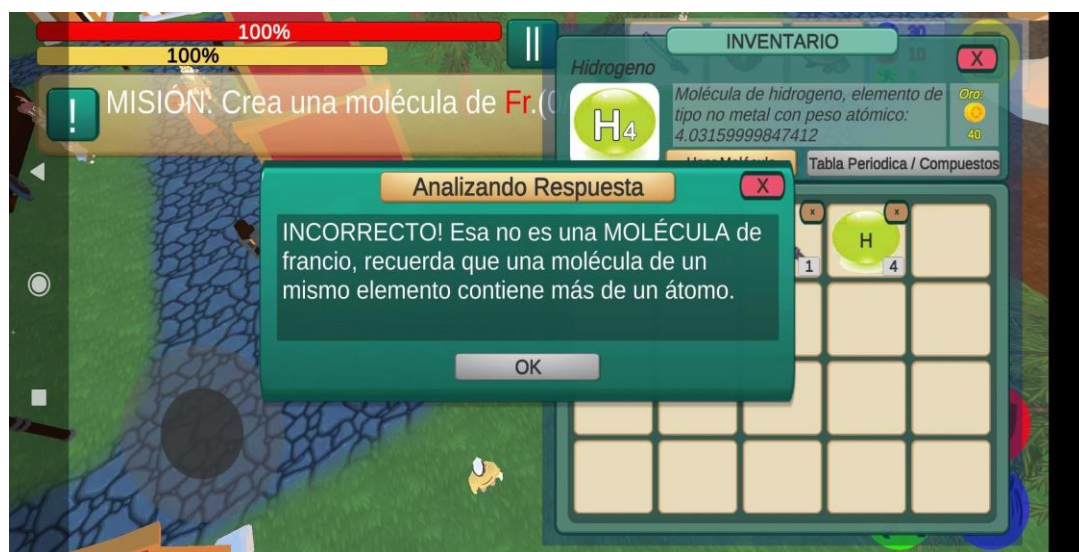


Figura 35. Interfaz de misiones, mostrando error al cumplir la misión. Fuente: Propia



Se agregaron algunas características adicionales al juego, como por ejemplo la interacción con ciertos NPC que muestran un cuadro de diálogo que proporcionan algunos conceptos relacionados a la Química, tal como se puede ver en la Figura 35, estos conceptos se muestran de manera aleatoria. Además, en la interfaz de la escena principal hay un botón verde en la parte superior central de la pantalla, la cual sirve para pausar el juego y adicionalmente mostrar un menú de opciones, como se observa en la Figura 36.



Figura 36. Interacción con un NPC, diálogos sobre química. Fuente: Propia

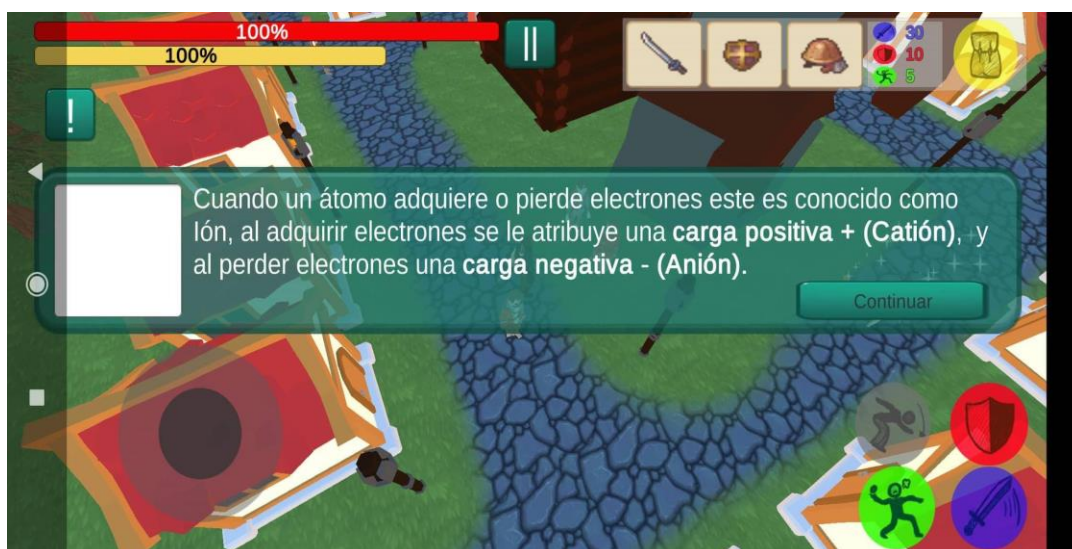


Figura 37. Interfaz de pausa del juego con menú de opciones. Fuente: Propia



En el menú mostrado al pausar el juego se tiene la opción de continuar con la partida, pero adicionalmente se agregó un par de opciones para que el jugador pueda entender las instrucciones del juego en caso de no haber comprendido cómo se juega, como se muestra en la Figura 37. Por otro lado, se agregó una opción para mostrar algunos de los conceptos básicos necesarios para el aprendizaje de la Química y la Estequiometría, esta funcionalidad se puede observar en la Figura 38.



Figura 38. Interfaz de instrucciones sobre cómo jugar. Fuente: Propia

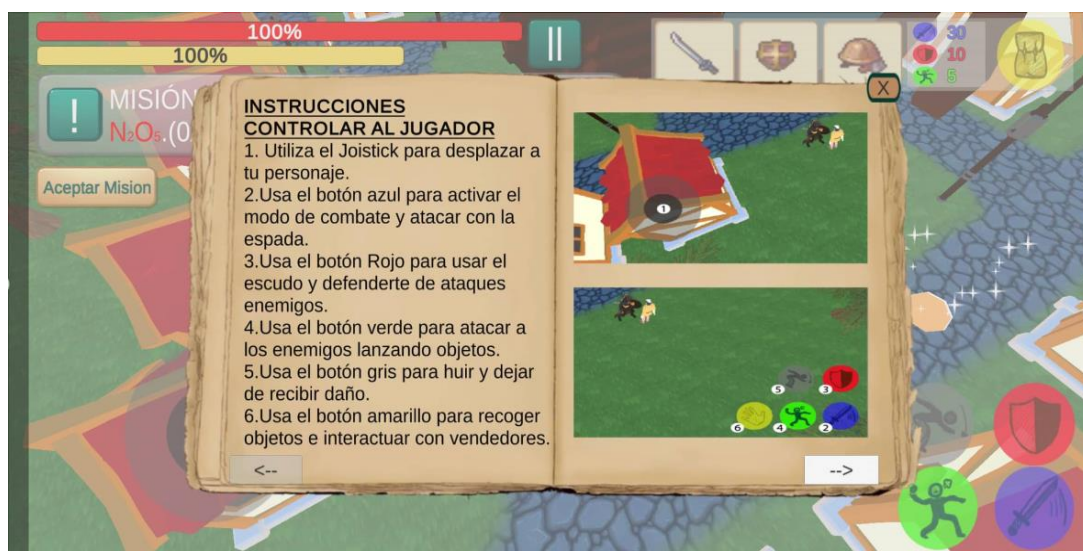
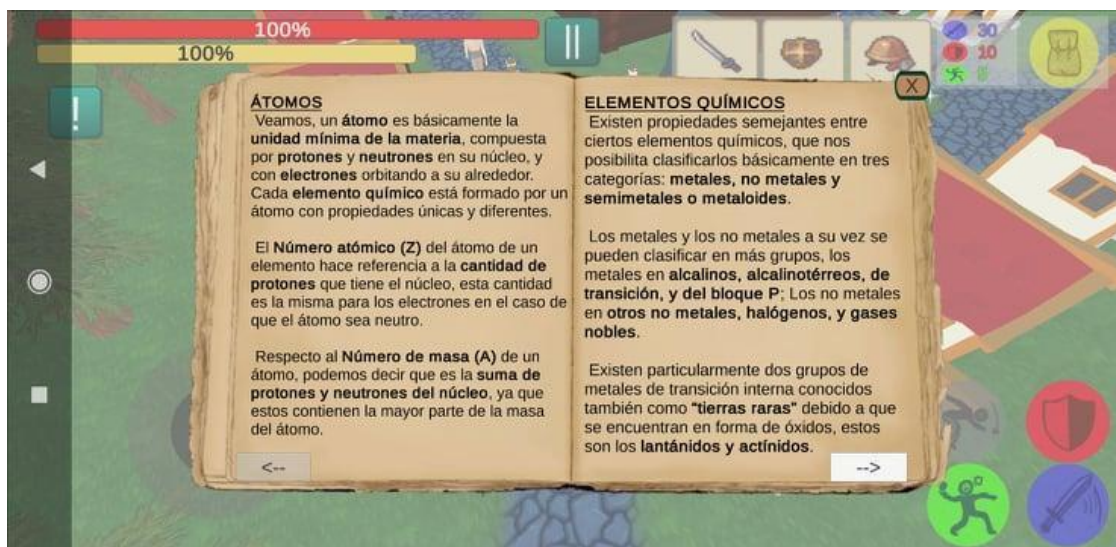


Figura 39. Interfaz de instrucciones con conceptos de química. Fuente: Propia



4.2.3. Utilizar el prototipo final del videojuego y evaluar la percepción que los estudiantes del curso de Química I tengan al usarlo

Para cumplir con el tercer objetivo se proporcionó el videojuego a los estudiantes de la Universidad Andina del Cusco, concretamente aquellos que llevaron el curso de Química-I en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para lo cual se solicitó un permiso a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial mediante una carta de presentación (*Véase anexo A*), la cual permitió una conversación con los estudiantes y el docente del curso de Química-I en el semestre académico 2019-II.



En la primera reunión con ambos grupos, luego de exponer el tema de investigación se proporcionó el videojuego a los estudiantes que poseían dispositivos móviles Android, acordando que lo utilizarían durante una semana, todo esto con el objetivo de obtener retroalimentación y recolectar datos respecto a la experiencia que tuvieron al utilizar el prototipo durante el tiempo establecido.

Para recopilar la información necesaria se utilizaron encuestas como herramienta de recolección de datos, cuyas preguntas fueron enfocadas a la característica de Usabilidad mencionada en el modelo de Calidad de Software de la ISO/IEC 25010 y también en recolectar información sobre la percepción que tuvieron con el videojuego.

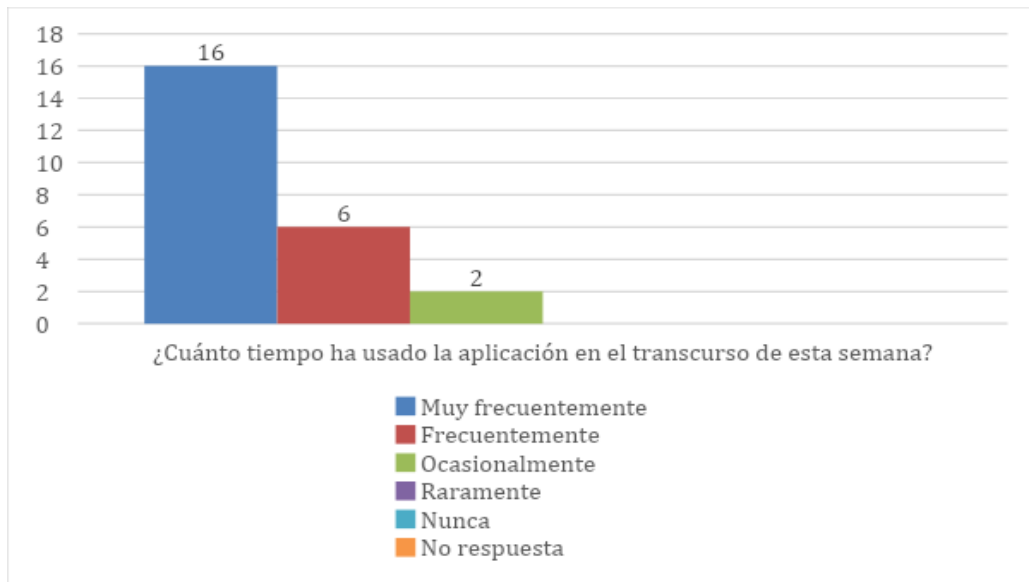
La usabilidad según la ISO/IEC 25010 es el grado en que los usuarios específicos pueden utilizar un producto o sistema para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso.

Se proporcionó el prototipo a los estudiantes el 24/08/19 y después de una semana se hizo la encuesta a 24 estudiantes. (***VÉASE ANEXO B***).

La primera pregunta fue: “¿Cuánto tiempo ha usado la aplicación en el transcurso de esta semana?”, para recolectar información sobre el tiempo de uso que dieron al videojuego. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Figura 39.



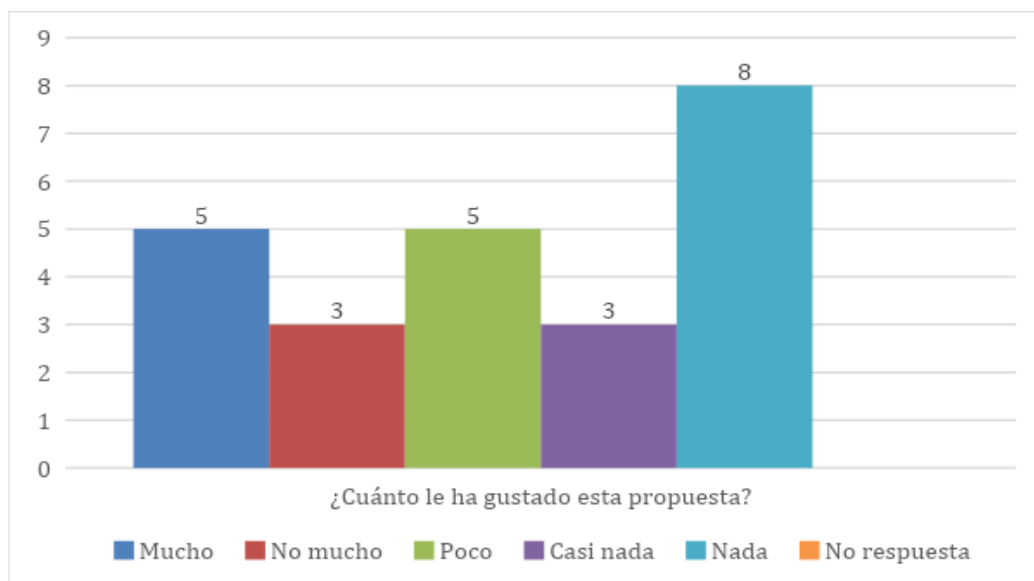
Figura 40. Cuadro resumen de la pregunta número 1. Fuente: Propia



En este cuadro se puede apreciar que en más de la mitad de los estudiantes afirman haber utilizado el videojuego de forma frecuente durante la semana de pruebas.

La segunda pregunta: “¿Cuánto le ha gustado esta propuesta?”, tenía como objetivo saber si les había gustado el prototipo del videojuego. Los resultados obtenidos se ven en la Figura 40.

Figura 41. Cuadro resumen de la pregunta número 2. Fuente: Propia

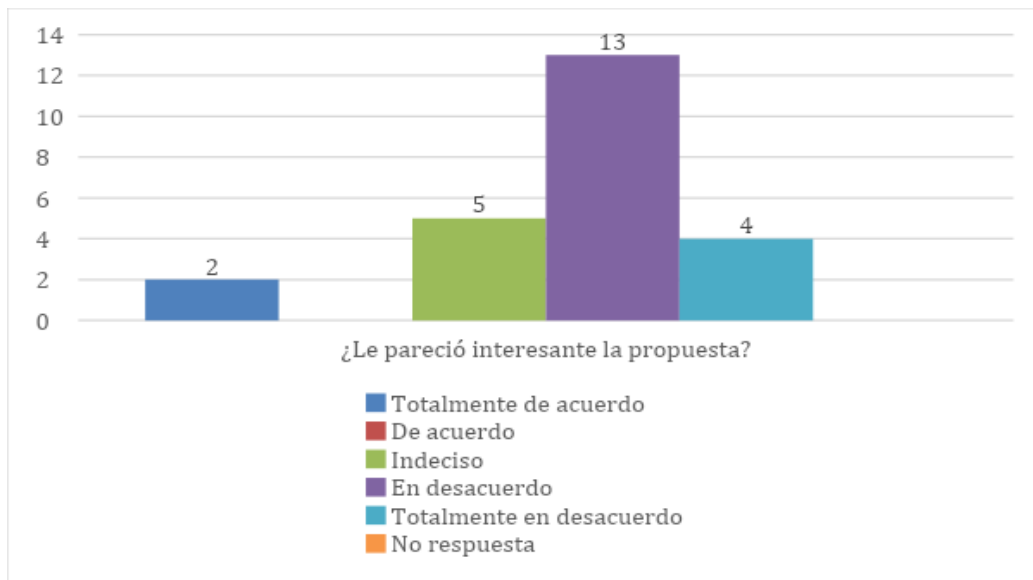




En este cuadro se puede apreciar que a la tercera parte de los estudiantes encuestados no les gusto el videojuego. La razón más probable sea que el género de videojuego RPG sea complicado de entender.

La tercera pregunta: “¿Le pareció interesante la propuesta?”, tenía como objetivo saber si a los estudiantes les pareció interesante la propuesta de aprender utilizando videojuegos serios. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la Figura 41.

Figura 42. Cuadro resumen de la pregunta número 3. Fuente: Propia

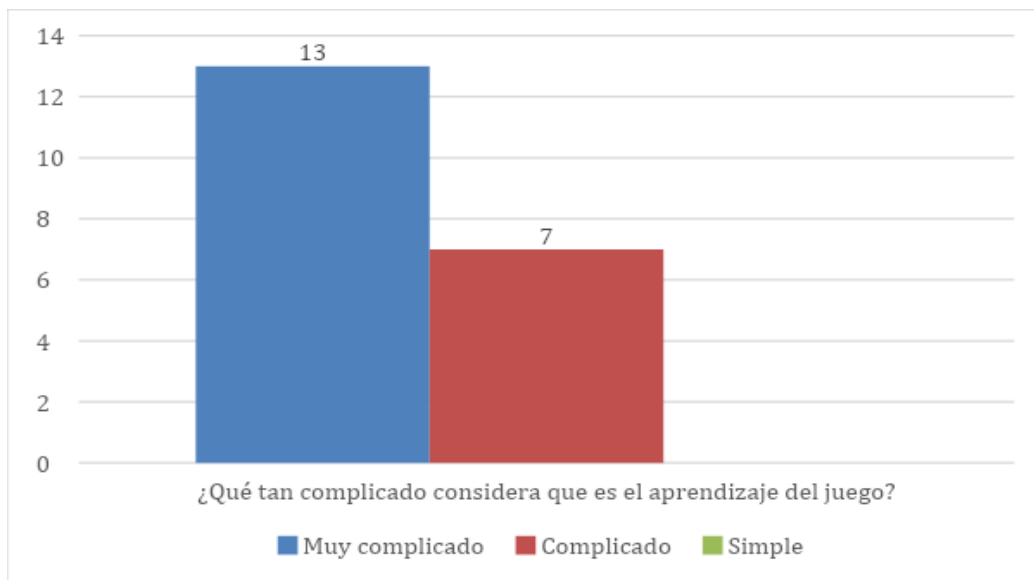


En este cuadro se puede apreciar que más de la mitad de los estudiantes no les llama la atención el aprender utilizando videojuegos serios.

La cuarta pregunta fue: “¿Qué tan complicado considera que es el aprendizaje del juego?”, esta pregunta fue realizada para saber si el videojuego fue complicado de aprender. Los resultados obtenidos se ven en la Figura 42.



Figura 43. Cuadro resumen de la pregunta número 4. Fuente: Propia

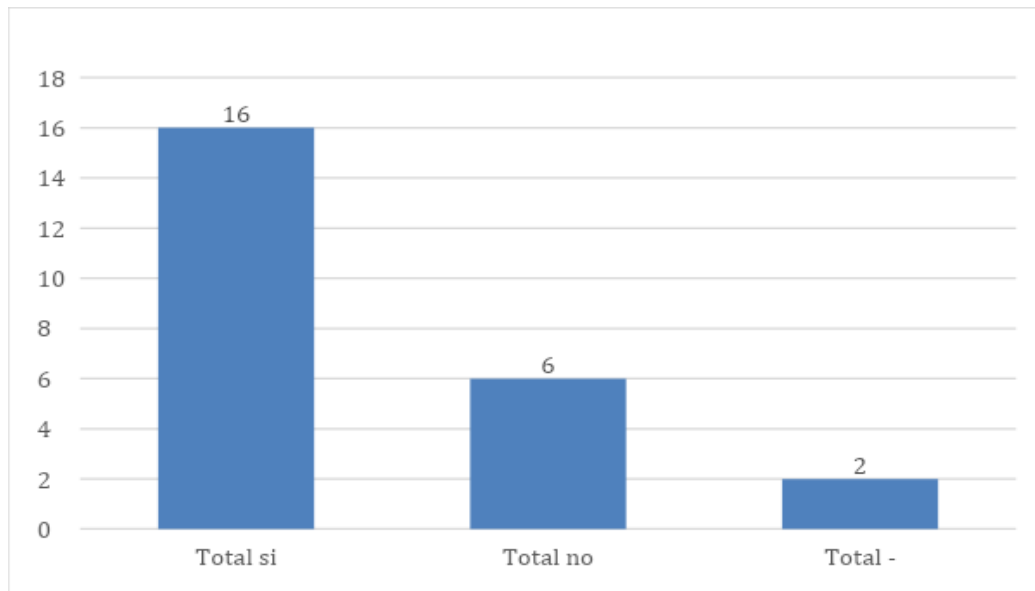


En este cuadro se puede apreciar que una gran parte de los estudiantes encuestados consideran que el videojuego es muy complicado de entender, entonces esto puede haber influido en la percepción que tuvieron del videojuego.

La pregunta número 5 fue: “¿Su dispositivo móvil desplegó correctamente el juego?, Si la respuesta es no por favor especifique el problema y la versión de Android que tiene su dispositivo.” para saber si el videojuego funcionaba correctamente en los dispositivos móviles de los estudiantes, los resultados se pueden observar en la Figura 43.



Figura 44. Cuadro resumen de la pregunta número 5. Fuente: Propia



En este cuadro se puede apreciar que seis estudiantes tuvieron problemas al utilizar el videojuego. Los problemas especificados fueron los siguientes:

- Problema con rendimiento en teléfonos de gama baja.
- No disponible para dispositivos con sistema operativo IOS.
- Teléfonos con sistema operativo menor a Android 5.1 no permitieron la instalación del videojuego.

Adicionalmente se agregó la pregunta abierta: “¿Tiene observaciones o recomendaciones respecto a nuestra propuesta?” para saber qué es lo que les gustaría cambiar o agregar al prototipo.

Entre las observaciones más destacadas se tuvieron:

- Que sea parecido a Clash Royale (un videojuego para celulares que está de moda).
- Que la descarga del videojuego sea por la Play store.
- Personalización del personaje, estilos y ropa.
- Modo multijugador.
- Mejorar el rendimiento en teléfonos de gama baja.
- Mejorar la parte visual.
- Agregar una historia.



Por otra parte, para validar los contenidos de la Estequiometría que se incluyeron en el juego se presentó el prototipo desarrollado a uno de los docentes encargados de impartir el curso de Química-I en de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, el docente es además la Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. La reunión se llevó a cabo el día 10 de marzo del 2020 con una duración aproximada de 45 minutos, esta fue documentada en un acta (*Véase Anexo C*). El tema principal de la reunión era la revisión de los componentes del juego que están relacionados a esta rama de la Química, los cuales fueron validados por la docente antes mencionada, indicando que efectivamente contienen los contenidos básicos para el aprendizaje de la Estequiometría, sin embargo, se indicó que hay algunos puntos específicos que no se incluyeron respecto al enlace químico, que son necesarios para algunos casos especiales que ocurren en las reacciones químicas.



4.3. Contribuciones (impacto)

- En el capítulo 2 de la presente Tesis se aportó una revisión conceptual y estudio conciso respecto a los videojuegos serios en la educación, mencionando todo lo necesario para el desarrollo de este tipo de software bajo un marco de trabajo de ingeniería mediante una metodología ágil, además de sugerir pautas y herramientas para el diseño de este tipo de videojuegos.
- En el capítulo 3 se proporciona documentación respecto al proceso de desarrollo de este prototipo de videojuego serio, trabajando bajo la metodología de desarrollo ágil ASD, que es perfecta para el desarrollo de proyectos pequeños como este, en el que no es necesaria la participación de un cliente o usuario final.
- La creación del escenario principal, interfaces y mecánicas de juego fueron diseñadas personalmente, así como los algoritmos desarrollados para emular el comportamiento de Átomos y Moléculas de Elementos y Compuestos químicos y su interacción en las Ecuaciones químicas.
- Finalmente, para el prototipo de videojuego desarrollado se utilizaron recursos gratuitos de plataformas Web como Mixamo de Adobe y la tienda de Assets de Unity, permitiendo suplir de alguna manera la carencia de diseñadores gráficos en el equipo de Trabajo.



Conclusiones

- Los componentes fundamentales desarrollados para este prototipo de videojuego serio fueron diseñados para compartir conceptos básicos para la comprensión de la Estequiometría, tomando en cuenta la característica principal de un Serious Game, que prioriza el contenido del tema serio, desplazando el entretenimiento al segundo lugar.
- Para un apropiado diseño de un videojuego serio es necesario que los componentes fundamentales del juego, como las mecánicas principales, involucren de una u otra manera el contenido del tema serio a transmitir, de manera que el jugador pueda aprender en base a la práctica, conforme siga utilizando el videojuego.
- El desarrollo del prototipo de videojuego serio se describe detalladamente en el capítulo tres, cuyo periodo de duración fue de 5 meses utilizando la metodología ágil ASD, que permitió adecuar el proceso las iteraciones en la planificación inicial de cada una de estas, agregando componentes funcionales al prototipo hasta la obtención de un producto mínimo viable que pueda ser evaluado por los estudiantes y el docente de la asignatura de Química-I (*Véase anexo C*).
- Se evidencia bastante interés inicial por parte de los estudiantes, sin embargo, el prototipo final no obtuvo la aceptación esperada. Se generó evidencia que, al menos para el grupo de usuarios finales encuestados en este estudio, la modalidad o tipo de videojuego RPG no es la más adecuada para un videojuego serio, los resultados de la encuesta sugieren que el género escogido para el videojuego fue difícil de entender para los estudiantes que cursan la asignatura de Química I en el semestre 2019-2.

Recomendaciones

- Explorar otros géneros o tipos de juegos más simples para el diseño de un videojuego serio en dispositivos móviles, ya que el tamaño de la pantalla junto a otras características de los dispositivos móviles usados durante la etapa de pruebas fueron una limitante en cuanto al rendimiento debido al género escogido para el prototipo.
- El uso de metodologías ágiles es muy recomendado debido a que permite acelerar el proceso de desarrollo y obtener un producto viable en periodos de tiempo



cortos, afortunadamente existen diversas metodologías de este tipo con características diferentes para adecuarse al proyecto en el cual se desea emplearlas.

- En el caso de la metodología ASD fue de mucha ayuda la característica de adecuarse a los cambios, ya que al ser un equipo únicamente de dos personas desempeñando tareas de guionistas, diseñadores gráficos, programadores, testadores, además de la nula participación de un cliente o usuario final debido al tipo de software desarrollado, nos permitió sacar adelante el proyecto hasta la obtención de un producto mínimo viable.
- Para definir o plantear las mecánicas de un videojuego serio se recomienda la participación de un experto del tema serio en cuestión dentro del equipo de trabajo, debido a que no basta el perfil de los usuarios o jugadores finales para un adecuado diseño, debido a que, en el caso de jóvenes estudiantes, estos no priorizan los contenidos académicos ni el objetivo principal de un juego serio.
- Se recomienda el uso de plataformas virtuales como Mixamo para obtener recursos gratuitos para el desarrollo de prototipos de videojuegos como el de la presente investigación, en el caso de Mixamo se puede encontrar desde modelos 3D de personajes y una gran variedad de animaciones para estas.
- Se recomienda el uso de Unity por ser una herramienta de software libre que tiene una serie de características muy útiles para el desarrollo de videojuegos y aplicaciones, además de facilitar el trabajo colaborativo mediante Unity Collaborate, que permite a los equipos de trabajo el guardar, compartir y sincronizar sus proyectos en la nube, proporcionando un flujo de trabajo más sencillo y la posibilidad de trabajar en cualquier parte.

Referencias

Alberto, K., & Godoy, M. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría Application of a didactic game as pedagogical strategy for teaching stoichiometry.

Bruno, M., Aldunate, R., & Melendez, J. (2014). Personalization of Serious Video Games for Self Care in Aging. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 12, 484-490. <https://doi.org/10.1109/TLA.2014.6827877>

Cisneros Arocha, E. O., & Collazo Delgado, R. (2012). Videojuego educativo como apoyo a la enseñanza de la algoritmia para los estudiantes del Programa Nacional de



Formación en Sistemas e Informática.

<https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/handle/123456789/3282>

Evaristo, I. (2012). Las TIC más allá del aula: El reto de Grupo AVATAR PUCP. En Blanco y Negro, 3(2), 14-24.

Felipe Evans, I., Adolfo Spinelli, I., Esteban Zapirain, I., Fernando Soriano, I., & Massa, S. M. (2016, septiembre 7). PROCESO DE DESARROLLO DE SERIOUS GAMES. DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO, JUGABILIDAD E INMERSIÓN.

Filein, R. (s. f.). SQLite: La Base de Datos Embebida. SG Buzz. Recuperado 17 de septiembre de 2020, de <https://sg.com.mx/revista/17/sqlite-la-base-datos-embebida>

Granda, C., & Luis, E. (2016). Desarrollo de un videojuego para la enseñanza-aprendizaje de la historia de los sitios turísticos de la ciudad de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/10948>

Grisolía, M., & Grisolía, C. V. (2009). Integración de elementos didácticos y del diseño en el software educativo hipermedial «Estequiometría. Contando masas, moles y partículas».

Gros, B., & Noguera, I. (2013). Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en educación superior. Campus virtuales, 2, 130-140.

Hernández P., A. P. T. K. C. M., Omar. (2017). Marco de trabajo ingenieril para el proceso de desarrollo de videojuegos (Engineering framework for the videogame development process). Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software RACCIS, 7(1), 13-26. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2617305>

León Lescano, N., Eyzaguirre Mamani, S., & Gomez Illatopa, J. (2016). Arquitectura de software Cultiventura, herramienta de soporte a la enseñanza-aprendizaje de la cultura Moche “Videojuegos y realidad humana”. Universidad de San Martín de Porres - USMP. <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/2175>

Preciado Cossío, G., & Silva Paucar, E. O. (2018). Buenas prácticas para el desarrollo de videojuegos educativos aplicados a historia y arqueología usando realidad aumentada para la educación primaria en el Perú. REPOSITORIO ACADÉMICO USMP. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/3943>

Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: Uso de analogías y comprensión conceptual. Educación Química, 27(3), 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>

Unity (motor de videojuego). (2020). En Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Unity_\(motor_de_videojuego\)&oldid=125074833](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Unity_(motor_de_videojuego)&oldid=125074833)

Unity—Manual: Importando desde la Asset Store. (s. f.). Recuperado 8 de septiembre de 2019, de <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/AssetStore.html>

Yopasa-Camacho, W. (2018). Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6530>