

**CIS1610AP02**  
**RECICLATÓN: VIDEOJUEGO DIDÁCTICO PARA LA EDUCACIÓN DE NIÑOS**  
**SOBRE EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Mónica Cristina Abreo Ariza  
Juan Guillermo Cáceres Ruiz

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.  
2016

---



**CIS1610AP02**  
**RECICLATÓN: VIDEOJUEGO DIDÁCTICO PARA LA EDUCACIÓN DE NIÑOS**  
**SOBRE EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**Autor(es):**

Mónica Cristina Abreo Ariza  
Juan Guillermo Cáceres Ruiz

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO  
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS

**Director**

**Ing. Javier Francisco López Parra**

**Jurados del Trabajo de Grado**

Julio Ernesto Carreño Vargas

Efraín Ortiz Pabón

**Página web del Trabajo de Grado**

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1610AP02>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.  
JUNIO, 2016

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**Rector Magnífico**

Jorge Humberto Peláez Piedrahita, S.J.

**Decano Facultad de Ingeniería**

Ingeniero Jorge Luis Sánchez Téllez

**Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniera Mariela Josefina Curiel Huérfano

**Director Departamento de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniero Efraín Ortiz Pabón

**Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946**

*“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”*

## AGRADECIMIENTOS

A lo largo del desarrollo de este trabajo de grado, contamos con el apoyo incondicional de algunas personas, que ayudaron a la culminación del proyecto.

En primer lugar, agradecemos a nuestro director Javier Francisco López Parra, quien depositó gran interés y apoyo en el desarrollo de este proyecto. Además, de asesorarnos de manera integral a lo largo de todo el proceso.

En segundo lugar, agradecemos sobremanera, a todas las personas que nos asesoraron y aportaron a nuestro proyecto en diferentes áreas; Paola Andrea Licht Cadena, Miguel Ángel Pineda Cupa y Daniela Reyes Galindo, por su ayuda en áreas de diseño y GDD.

También, a los colegios de la provincia de Vélez, Santander, el Liceo Libre, el Colegio Sagrado Corazón de Jesús y el Colegio Nacional Universitario, por permitirnos realizar las pruebas beta y prestarnos sus locaciones y estudiantes, para culminar nuestro proceso de pruebas de software.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I - DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>2</b>
1.1 OPORTUNIDAD, PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES .....	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE RESOLVIÓ.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.4 IMPACTO ESPERADO .....	6
1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	7
1.5.1 <i>Objetivos</i> .....	7
1.5.2 <i>Metodología</i> .....	8
<b>2 II – MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 MARCO CONTEXTUAL.....	16
2.1.1 <i>European Green Dot</i> .....	16
2.1.2 <i>Projecto Learning Tree</i> .....	17
2.1.3 <i>Latino América</i> .....	18
2.1.4 <i>Colombia</i> .....	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	20
2.2.1 <i>Videojuego</i> .....	20
2.2.2 <i>Tratamiento de Residuos Solidos</i> .....	22
2.2.3 <i>Desarrollo Sostenible</i> .....	23
2.2.4 <i>Educación Ambiental</i> .....	24
2.2.5 <i>Reducir, Reutilizar y Reciclar</i> .....	25
<b>3 III – ANÁLISIS .....</b>	<b>27</b>
3.1 FASE DE PREPRODUCCIÓN.....	27
3.1.1 <i>Características que debe cumplir la herramienta</i> .....	27
3.1.2 <i>Identificación de actividades para el videojuego, basado en la temática de las 3 Rs.</i> 29	
3.1.3 <i>Casos de Uso significantes</i> .....	35
3.2 RESULTADOS ESPERADOS .....	36
3.2.1 <i>Especificación de requerimientos</i> .....	37
3.3 PLAN DE PRUEBAS.....	40
3.3.1 <i>Pruebas Unitarias</i> .....	40
3.3.2 <i>Pruebas de Integración</i> .....	41
3.3.3 <i>Pruebas de despliegue</i> .....	41

3.3.4	<i>Pruebas de Usabilidad</i> .....	41
<b>4</b>	<b>IV – DISEÑO</b> .....	<b>43</b>
4.1	DISEÑO DEL VIDEOJUEGO .....	43
4.1.1	<i>Historia</i> .....	43
4.1.2	<i>Personajes</i> .....	44
4.1.3	<i>Niveles</i> .....	45
4.2	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA .....	47
4.2.1	<i>Diagrama de despliegue</i> .....	47
4.2.2	<i>Diagrama de Clases</i> .....	49
4.2.3	<i>Diagrama de estados</i> .....	52
4.2.4	<i>Diagrama de secuencia</i> .....	53
<b>5</b>	<b>V – DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN</b> .....	<b>56</b>
5.1	PRODUCCIÓN .....	57
5.1.1	<i>Primer Sprint</i> .....	57
5.1.2	<i>Segundo Sprint</i> .....	60
5.1.3	<i>Pruebas</i> .....	62
5.1.4	<i>Pantallas y funcionalidades</i> .....	62
<b>6</b>	<b>VI – RESULTADOS</b> .....	<b>67</b>
6.1	POSTPRODUCCIÓN .....	68
6.1.1	<i>Pruebas Unitarias</i> .....	68
6.1.2	<i>Pruebas de Integración</i> .....	69
6.1.3	<i>Pruebas de despliegue</i> .....	70
6.1.4	<i>Pruebas de Usabilidad</i> .....	70
6.1.5	<i>Aplicaciones del videojuego</i> .....	76
<b>7</b>	<b>VII– CONCLUSIONES</b> .....	<b>77</b>
7.1	ANÁLISIS DE IMPACTO DEL DESARROLLO .....	77
7.1.1	<i>Disciplinar</i> .....	77
7.1.2	<i>Social</i> .....	77
7.1.3	<i>Económica</i> .....	77
7.2	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	78
7.2.1	<i>Conclusiones</i> .....	78
7.2.2	<i>Trabajos futuros</i> .....	79
<b>8</b>	<b>IV- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>80</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>80</b>
<b>9</b>	<b>IV - ANEXOS</b> .....	<b>87</b>

## **ABSTRACT**

The present document, describe an alternative solution to the current problem in the increase of solid waste. In order to this situation, it was created an educational tool, that helps to sensitize the younger generation about the treatment of solid waste. For that, it was designed a video game called Reciclatón, with the main objective of contributing to environmental education of children between six and ten years. It focused on strengthening an educational initiative, based in three main areas which are: Recycle, Reduce, Reuse. For the design of the game, it was necessary to create an appropriate graphical environment for children, which started with a story, properly documented and contextualized.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado, surge como una alternativa de solución, a la problemática actual en el aumento de residuos sólidos. Dado este problema, se creó una herramienta didáctica para ayudar a concientizar a las nuevas generaciones, acerca del tratamiento de basuras. Para ello, se diseñó un videojuego denominado Reciclatón, con el objetivo de contribuir a la educación ambiental de niños entre seis y diez años. Particularmente se enfocó, en reforzar una iniciativa pedagógica, centrada en tres ejes fundamentales, los cuales son: Reciclar, Reducir y Reutilizar. Para el diseño del videojuego, fue necesario crear un ambiente gráfico apropiado para niños, el cual partió de una historia, debidamente documentada y contextualizada.



## INTRODUCCIÓN

En esta memoria de grado, se plasmó el proceso realizado para crear el videojuego denominado Reciclatón. Este surgió por la necesidad de encontrar una forma de ayudar a concientizar la población infantil, con edades entre los seis y diez años, acerca de la producción excesiva y el manejo inadecuado de basuras que se está presentando como problemática global. Para ello, se utilizó la temática de las 3'R's - Reducir, Reutilizar y Reciclar - como eje principal.

Éste documento se divide en siete capítulos. Cada uno de ellos es esencial para el desarrollo y ejecución de este trabajo de grado. A continuación, se dará una idea general, de lo que se encontrará en cada uno ellos.

Basado en los objetivos generales y específicos, en el capítulo I se da la descripción, justificación y se define la metodología escogida para ejecutar el proyecto. En el capítulo II, se presenta la investigación realizada de los conceptos y contextos del proyecto, por medio del levantamiento de información, es decir, el marco teórico.

En el capítulo III, se realizó el análisis de todos los elementos y procesos necesarios, para dar como resultado los elementos fundamentales, al momento de crear el videojuego didáctico. En el capítulo IV, se realizó el diseño de la arquitectura y de los elementos del videojuego, utilizando los resultados del capítulo III. Seguidamente, se empieza a implementar el videojuego, es decir, a crear el prototipo, lo que da como resultado el capítulo V.

Finalmente, después de realizar el proceso anterior, el capítulo VI, presenta los resultados obtenidos y su análisis, en las pruebas de software y Beta del videojuego. El capítulo VII, presenta las conclusiones del proceso y recomendaciones dadas por los autores.

El grupo logró, plasmar todo el proceso desarrollado a lo largo del semestre. Además de documentos anexos, que complementan la memoria de grado y dan una visión más específica de lo realizado. Por otro lado, se logró un prototipo funcional del videojuego, la documentación del código y el instalador de este.

## I - DESCRIPCIÓN GENERAL

### 1.1 Oportunidad, Problemática, Antecedentes

Con el crecimiento de la población, las diferentes actividades humanas y el consumismo, se aumentó en un 87% la cantidad de basuras en el mundo (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Este crecimiento descontrolado, incrementa la contaminación en el medio ambiente, la polución, la toxicidad en la tierra y la pérdida de recursos no re-generables (Toxics Action Center, 2007). La principal fuente de desechos, son las actividades diarias de los seres humanos en sus trabajos y hogares. Sin embargo, gran parte de las basuras son producto del pensamiento consumista de la sociedad (Grande Martín, Martínez González, Nuevo Pérez, Pérez Medina, & Rodríguez Guzmán, 2008).

Para ayudar a controlar la cantidad de basuras generadas diariamente, es necesario plantear proyectos y actividades para el correcto tratamiento de estas. David Korten dice: “Para lograr la verdadera sustentabilidad, debemos reducir nuestra basura cerca a cero” (Mansdorf, 2010). Para ello, se planteó el proyecto mundial *Basura Cero*, el cual tiene como meta, cambiar la forma de pensar acerca del uso de los recursos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012). Esto se logra por medio de centros, que tengan como objetivo principal reducir el consumo innecesario, maximizar el reciclaje, facilitar la producción de productos que se puedan reciclar, reparar o re-utilizar fácilmente. (Toxics Action Center, 2007)

No obstante, a pesar de que los gobiernos están implementando este tipo de proyectos, se han encontrado con dos problemáticas básicas. La primera es la ineficiencia en el tratamiento de residuos sólidos, producto de malas administraciones y manejos, en las ciudades del mundo. Según (Redacción Justicia, 2013), muchas veces los encargados hacen mal uso del dinero, como el despilfarro o robo de este, o en ocasiones las entidades públicas o privadas encargadas de las basuras, no realizan una buena planeación, prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección y tratamiento, lo que genera desordenes, contaminación, corrupción, descontento social, entre otras.

La segunda problemática, es la falta de educación y cultura ciudadana referente al tema. Esto es causado, por la idea del despilfarro, consumismo y un desconocimiento de las 3 R's – “reducir, reutilizar y reciclar” – muchas veces relacionado con la desinformación, la carencia e ineficiencia del servicio de aseo en el país y/o ciudades que habitan (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 1996). Además del concepto general de que todo es basura, sin tener en cuenta que el 90% de los residuos que se generan pueden ser aprovechados, y que parte de ellos puede volver a ser materias primas y generar nuevos productos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

Según él (Ministerio de Educación de Colombia, 2005), “la educación es la vía más expedita para generar conciencia y fomentar comportamientos responsables frente al manejo sostenible del ambiente”. Esta actividad se genera con un apoyo paralelo entre el comercio, hogares, empresas, gobierno e instituciones educativas. Esta últimas, ayudan a que el estudiante interactúe con diversas disciplinas como ciencias naturales, sociales y matemáticas, e integre conocimientos y saberes, en un proceso transversal que cruza la enseñanza y el aprendizaje educativo (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 1996).

Al ser un tema de actualidad y que concierne a todos, es importante buscar medios para que la sociedad lo entienda y lo aplique (Linea Verde). La educación, es uno de los caminos que ayuda a conseguir los objetivos de la educación ambiental propuestos por la UNESCO. Tales como, “conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actitudes, valores, compromiso para acciones y responsabilidades éticas para el uso racional de los recursos con el propósito de lograr un desarrollo adecuado y sustentable” (Unesco, 1997).

Este proceso debe realizarse durante toda la vida del ser humano. Sin embargo, es más efectivo si se inicia en edades tempranas (Unesco, 1997). Ya que, al identificar y solucionar problemas ambientales a temprana edad, es más factible que continúen desarrollándose a lo largo de su vida. Además, de empezar a jugar un papel activo en la reducción de basuras (Age, 1998).

Para efectuar estas actividades, es necesario implementar herramientas divertidas, educativas, que involucren el entorno y gestionen mejoras para el medio ambiente. Una de las principales temáticas para el tratamiento de basura, hace referencia a las 3 R's (Graves, 1991). Su concepto

principal, es ayudar a prevenir la generación de basuras, reducir o reciclar los residuos sólidos que no pueden ser usados en su forma original. (Mansdorf, 2010)

Es por ello, que para la ingeniería de sistemas resulta interesante la oportunidad de desarrollar una herramienta tecnológica, que ayude al proceso y fomente la educación ambiental en niños de seis a diez años. Tomando como temática central, no solo la actividad del reciclaje sino combinando las 3 R's.

## **1.2 Formulación del problema que se resolvió**

Basados en la problemática planteada anteriormente, se formuló la siguiente pregunta.

¿Qué elementos se deben considerar para desarrollar un videojuego didáctico, orientado a mejorar la educación en niños entre seis a diez años de edad, frente a los nuevos métodos de tratamiento de residuos sólidos?

## **1.3 Justificación del problema**

Actualmente se vive en una época de grandes cambios, muchos de ellos demográficos, económicos y sobre todo tecnológicos. Es por esto, que los gobiernos del mundo han manifestado su preocupación por la problemática ambiental y han creado un conjunto de Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) (Sachs, 2015). Para ello, es necesario redefinir el concepto de progreso y tener en cuenta que es imprescindible satisfacer nuestras necesidades, sin alterar las de las generaciones futuras, es decir, promover el desarrollo sostenible.

Con el fin de aportar a la disminución, reutilización y prevención de residuos sólidos, las 3 R's se han vuelto el referente en el tratamiento de residuos (Neal, 1994). Para ello, existen dos formas básicas de ejecutarla, la primera es crear planeas, proyectos y técnicas que ayuden al tratamiento de las basuras. Mientras que la segunda, es la educación ambiental dirigida a la ciudadanía. (Printing world, 2001)

Sin embargo, una de las mejores formas de realizar esta actividad, es enseñar y/o instruir a las personas de un modo alternativo al tradicional. Además, de utilizar la familiaridad que las nuevas generaciones tienen con los recursos disponibles en la red, y el poco uso de las tecnologías

por parte de los docentes para enseñar nuevos conceptos (Ojefa-Barceló, Guitiérrez-Pérez, & Perales-Palacios, 2006). Por esta razón, se planteó la idea de desarrollar un videojuego didáctico, el cual, según Wilson, “se caracteriza por tener un objetivo educativo implícito o explícito por medio del cual las personas aprenderán un tema específico” (1996).

Pero, ¿por qué se eligió la niñez?, según algunos estudios el control sobre la producción de basuras, se fundamenta en las nuevas generaciones (Green Teacher, 2015). Además, se considera que los valores ambientales se aprenden en una temprana edad (Wilson, 1996) y en esta etapa, el niño tiene una visión más holística del ambiente, dado que todavía ve el mundo como un todo (Linea Verde). Teniendo en cuenta esto y la limitación del tiempo de desarrollo para la propuesta, se eligió a la niñez como población objetivo.

Sin embargo, era necesario escoger una categoría más específica de trabajo. Se descartó las personas mayores de 13 años, dado a que esta edad empieza la adolescencia (Profamilia, 2013) y los niños menores de seis años, debido a que, según algunos estudios, esta población se caracteriza por aprender de una forma más interactiva, la cual involucra experiencia proporcionada por lugares, sentidos, sonidos, etc. (Wilson, 1996). Por consiguiente, presentan una oportunidad de mayor aprendizaje en el tema, por medio del autodescubrimiento de la naturaleza. Para delimitarla aún más, se tomó en cuenta la etapa de la pubertad que inicia a los once años (Profamilia, 2013). Finalmente, se obtiene un rango de acción en niños entre los seis y diez años.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, fue necesario buscar la herramienta de aprendizaje más adecuada para la población objetivo. Es importante utilizar estrategias innovadoras y creativas que permitan a los niños incursionar en nuevas formas de ver la realidad y de acercarse a la educación ambiental (Acuña Agudelo, 2013). Por lo cual, se decidió realizar un videojuego didáctico. El cual pretende ayudar a mejorar la conciencia acerca del tema, y a hacerlo de forma que los niños interactúen con la realidad y el conocimiento de una forma divertida.

No obstante, la problemática del tratamiento de residuos sólidos, ya ha sido abarcada desde un área en común, como lo podemos ver en los siguientes juegos: Energy champions<sup>1</sup>, reciclavidrio<sup>2</sup>, el juego del reciclaje<sup>3</sup>, juegos ambientales<sup>4</sup>, página ecoembes<sup>5</sup> y el juego implementado en la Universidad Javeriana, en el área de PSU, BotaBien. Sin embargo, todos los videojuegos anteriores están enfocados en la misma temática de la clasificación de basuras. Esta se asocia al Reciclaje, sin tener en cuenta que lo anterior es parte del proceso, no lo es todo.

Por lo tanto, el objetivo principal fue crear una herramienta que ayude a los niños a ver el proceso completo en el tratamiento de las basuras, que estimule la conciencia ambiental, promueva el pensamiento crítico y los enfoques de solución de problemas. Además de involucrar temáticas como: Reducir la producción de basuras, como y cuales basuras Reutilizar o como crear nuevos productos a partir de ellas.

En conclusión, se buscó abarcar la educación ambiental desde la perspectiva de las 3 R's, tomado un enfoque diferente y didáctico, que incentive a la población a practicar los consejos aprendidos.

## 1.4 Impacto Esperado

Como estudiantes de ingeniería de sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana, se busca un generar impacto en la sociedad desde una perspectiva tecnológica, a la concientización y conocimiento de los problemas ambientales. Con este proyecto, se espera generar un cambio en tres periodos de tiempo. A corto plazo, se busca implementarlo en los diferentes colegios de la

---

<sup>1</sup> <http://www.juegos.com/juego/energy-champions>

<sup>2</sup> <http://www.reciclavidrio.com/entrar.htm>

<sup>3</sup> [http://www.mma.es/secciones/area\\_infantil/juego\\_recicla.html](http://www.mma.es/secciones/area_infantil/juego_recicla.html)

<sup>4</sup> <http://www.juegosambientales.com/content/blogcategory/22/60/>

<sup>5</sup> <https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/educacion-ambiental/recursos-educativos>

ciudad de Bogotá. A mediano plazo, se espera la expansión a las diferentes capitales de Colombia. Mientras que, a largo plazo, nuestro videojuego sea tomando como una guía metodológica en el ámbito ambiental, además de incentivar a que diferentes personas realicen cambios y mejoras en su estructura para adaptarlo a sus respectivas necesidades.

Por otro lado, se busca generar un cambio, respecto a las nuevas generaciones, al ayudar a concientizar acerca del problema de generación de basuras y al poco tratamiento que se da a estas. Asimismo, fomentar una nueva mentalidad referente al consumismo, que dé a conocer los graves daños que éste causa y fomentar la educación ambiental desde una perspectiva divertida.

## **1.5 Descripción del Proyecto**

A continuación, se realiza un planteamiento global del proyecto, desde la perspectiva de los objetivos general, específicos y la metodología.

### **1.5.1 Objetivos**

#### **1.5.1.1 Objetivo general**

Desarrollar un videojuego didáctico como herramienta de educación ambiental, en el tema de tratamiento de residuos sólidos, para aplicarlo en niños entre seis a diez años de edad.

#### **1.5.1.2 Objetivos específicos**

1. Explorar elementos fundamentales de la educación ambiental y de los videojuegos.
2. Analizar las principales variables a tener en cuenta en el planteamiento de la solución.
3. Diseñar el videojuego didáctico utilizando una metodología de desarrollo de juegos.
4. Implementar el videojuego a partir del diseño propuesto.
5. Probar el funcionamiento de videojuego didáctico, por medio de una prueba piloto.

## 1.5.2 Metodología

A continuación, se describe la metodología utilizada para la realización del proyecto, basada en Scrum. Esta se encuentra dividida en 3 grades fases principales, las cuales son: Preproducción donde encontramos la fase de análisis y diseño; Producción, conocida como la fase de implementación; y Postproducción donde se realiza la parte de análisis, implementación de pruebas e integración del proyecto. Tal como se describe en la ilustración 1.

### 1.5.2.1 Preproducción

En la primera fase (Ilustración 2) se realizó el proceso necesario para cumplir con los objetivos uno, dos y tres. Esta se encarga de entender cuáles son los elementos de la temática a implementar dentro del videojuego didáctico y su diseño respectivo. Esta planificación abarca desde la concepción del videojuego o Game Design Document (GDD), el product backlog (SRS) hasta el diseño de los elementos de software (SDD). No obstante, se debe tener en cuenta que los documentos aquí planteados, tendrán constantes variaciones o adaptaciones durante la realización del proyecto.



Ilustración 1 Preproducción



Ilustración 2 Metodología

### *Método*

Para el cumplimiento de la fase, es necesario realizar las actividades de Planning y Architecture implementadas en Scrum (ProfIT Labs Ltd, 2014). Dentro de la primera se redactará GDD (Game Design Document); el cual será la guía para el desarrollo y pruebas del producto. Una de sus principales temáticas, es la descripción total del videojuego, es decir, el aspecto, los objetos y personajes, además de su interacción, rol y comportamiento (Mitre, Olalde, & Sanchez, 2012).

La estructura básica que tendrá el GDD, esta daba por los siguientes ítems – este puede tener mayor amplitud de la planteada – (Al-azawi, Ayesh, & Obaidy, 2014):

1. Overview: Se debe incluir una sección que resuma los elementos claves del videojuego, además de su meta y objetivos.
2. Historia: La cual describe la secuencia de eventos que se desenvuelve dentro del juego.
3. Mecánica y dinámica: En esta se describen elementos del juego, tales como los personajes o el desafío de éste. Además, describen las interacciones del juego, por ejemplo, interfaces, niveles o inteligencia artificial.
4. Estética: Lo que el jugador percibe por los sentidos de la vista y el audio.

Después de haber realizado la descripción total del producto, e identificar sus características por medio del levantamiento de información, se realizará una especificación de requerimientos de software (SRS), el cual será traducido al Product Backlog. Para este, se tomará como base el estándar (IEEE, 1998), el cual da los planeamientos necesarios y guía para la realización del SRS.

En la parte de Arquitectura, se especificará todo lo que tiene que ver con el diseño de alto nivel del proyecto o SDD, es decir, como se implementará lo propuesto en el Product Backlog. Para su realización se tomará como guía el estándar (IEEE, 2009).

### *Actividades*

Las actividades necesarias para la realización de esta fase son:

1. Explorar elementos fundamentales de la educación ambiental y de los videojuegos.
2. Análisis de Requerimientos
3. Especificación de requerimientos
4. Verificación y validación de requerimientos
5. Diseño del sistema

### *Resultados Esperados*

Para determinar que esta primera fase ha sido completada, fue necesario verificar los siguientes resultados:

1. Marco conceptual y contextual
2. Game Desig Document
3. SRS
4. SDD

### **1.5.2.2 Producción**

La segunda fase (Ilustración 3) determina cuáles son las funcionalidades o requerimientos que se implementarán durante cada Sprint. Por lo tanto, se empieza a implementar el videojuego basado en el diseño anteriormente planteado. Además del refinamiento de los documentos anteriormente planteados. (ProfIT Labs Ltd, 2014)



**Ilustración 3 Producción**

### *Método*

Dado que esta metodología es orientada a iteraciones, cada sprint realizará las actividades de análisis, diseño, implementación y testing (Al-azawi, Ayesh, & Obaidy, 2014). Además, se efectuará un planeamiento antes de la ejecución de cada Sprint, para documentar y acordar que es lo que se desarrollará (Larman, 2004).

#### *1.5.2.2.1.1 Sprint Backlog*

Este se realiza en el momento que la fase anterior implementa el Producto Backlog. Su objetivo principal es determinar cuáles requerimientos serán desarrollados durante el Sprint (Al-azawi, Ayesh, & Obaidy, 2014). La diferencia entre los dos anteriores, es que el primero describe todos los requerimientos que se van a implementar dentro del alcance, mientras que el segundo, describe los requerimientos a implementar en un periodo de 2 a 4 semanas (Sprint) (Larman, 2004).

Esta división se ejecuta con el fin de implementar pequeños prototipos del videojuego para ser probados (Universidad de Murcia, 2006). Se debe tener en cuenta, que el desarrollo de los Sprint será descendentemente, es decir, estos son implementados por orden de importancia (Mayor Prioridad a Menor Prioridad). Así mismo, este procedimiento servirá como insumo en el momento de las pruebas, dado que ayudará a verificar si es el producto correcto por medio de los casos de uso y requerimientos implementados. (Canós, Letelier, & Penadés, 2003)

Dentro de esta fase se realizan ciertas actividades definidas a continuación.

#### *1.5.2.2.1.2 Sprint Planning*

Esta actividad, se ejecutará con el fin de determinar el alcance y tiempo de ejecución del Sprint (Larman, 2004). En ésta el equipo desarrollador y el director de proyecto de grado, el cual hará el papel de Product Owner, se reunirán para:

1. Priorizar los requerimientos planteados en el Producto Backlog y definir cuáles son los que se van a ejecutar.
2. Con base en lo anterior se creará el Sprint Backlog, donde se definirá el alcance del Sprint.

3. Estimación de la duración de las actividades, para determinar la duración del Sprint.
4. Cuando el Sprint Backlog esté terminado y aceptado, se dará paso al desarrollo del Sprint.

#### *1.5.2.2.1.3 Sprint*

El equipo desarrollador trabajará para cumplir las tareas o requerimientos definidos en el Sprint Backlog. Dependiendo de los requerimientos y tareas que estén definidas en éste, se realizarán diferentes actividades, además de Análisis, Diseño, Desarrollo y Testing para completarlos (ProfIT Labs Ltd, 2014). El resultado de la ejecución del Sprint, es una versión del Software funcional (Prototipo) que será puesto a prueba (Testing), con el fin de verificar si el producto que se está desarrollando es el correcto. (Larman, 2004). Las pruebas que se implementarán al final de cada Sprint son unitarias y de integración. Cuando se terminen de implementar todos los requerimientos descritos en el product backlog, el videojuego didáctico estará en una fase terminal, el cual será probado por medio de pruebas de despliegue y beta.

#### *1.5.2.2.1.3.1 Daily Scrum*

Esta actividad no se describe formalmente dentro de la metodología, dado que, será una reunión informal entre el equipo desarrollador para evaluar el progreso de las actividades. Esta tendrá una duración de 15 a 20 minutos cada tres días o diariamente, según se considere necesario, para responder:

1. ¿Qué se ha realizado desde el último Daily Scrum?
2. ¿Qué problemas están impidiendo que se logren los objetivos de este sprint?

El objetivo principal de esta actividad, es que todos los integrantes conozcan el estado del Sprint, que tareas están terminadas, que tareas faltan y que problemas se están presentando; en caso tal, se busque una solución para terminar las tareas y disolver los problemas.

#### *Actividades*

Para completar esta fase, las actividades necesarias para realizar son:

1. Sprint Planning

2. Daily Scrum
3. Análisis, Diseño, Implementación y Testing dentro de cada Sprint.
4. Documentación del Código

### *Resultados Esperados*

Para determinar que esta fase ha sido completada correctamente, se verificarán los siguientes resultados:

1. Sprint Backlog por cada Sprint
2. Prototipo funcional resultante de cada Sprint
3. Documentos de la fase de Preproducción actualizados
4. Documentación del código.

### **1.5.2.3 Posproducción**

En la tercera fase (Ilustración 4), se realiza el proceso de integración del prototipo final y la realización de las pruebas de funcionalidad o beta (Profit Labs Ltd, 2014). Esta fase se encarga de encontrar los defectos y limitaciones del videojuego, por medio de una prueba piloto realizada a la población específica.



**Ilustración 4 Postproducción**

### *Método*

En el momento que se haya implementado todos los requerimientos del producto backlog, se procederá a realizar las pruebas de funcionalidad al prototipo resultante (Globe Testing, 2011).

Sin embargo, antes de efectuar las pruebas se debe realizar una integración del código resultante de la fase anterior (Bruegge & Dutoit, 2002). Cuando esta integración esté completa y probada (Pruebas de integración) se procederá a realizar la Prueba Beta (Bruegge & Dutoit, 2002).

Para ejecutar esta prueba, es necesario documentar la especificación de la prueba a realizar, es decir, donde se va a probar, como se va a probar, que se va a probar, etc. (Bruegge & Dutoit, 2002). Esto con el fin de verificar que el sistema desarrollado cumple con las funciones especificadas (Globe Testing, 2011) y así proceder a implementar las pruebas a un grupo de la población elegida.

Esta prueba se realiza con el fin de determinar, que todos los componentes cumplan con el funcionamiento requerido en su ambiente final (Globe Testing, 2011). Además de adaptar sugerencias o cambios propuestos para la mejora del videojuego. Los datos serán recolectados por medio de encuestas, realizadas al grupo elegido.

Con la información recolectada, se realizará un análisis para determinar qué cambios y arreglos son necesarios para mejorar la funcionalidad del videojuego. Al terminar estas actividades, se procederá a realizar el ejecutable y terminar los detalles menores. Además de refinar la propuesta de grado.

#### *Actividades*

Las actividades necesarias para el cumplimiento de esta fase son:

1. Especificación de la prueba a realizar.
2. Ejecución de la prueba piloto.
3. Análisis de los resultados de la prueba piloto.
4. Correcciones al prototipo, dependiendo los resultados.

#### *Resultados Esperados*

Debido a que esta fase es la final, todos los resultados esperados en las fases anteriores deben estar terminados y aprobados, aparte de esto se entregará lo siguiente:

1. Documento especificando la prueba realizada.
2. Análisis de los resultados de la prueba.
3. Ejecutable del videojuego didáctico Reciclatón.
4. Memoria de grado, este documento será realizada durante las 16 semanas dedicadas al proyecto.

## 2 II – MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco Contextual

Dado que el problema de contaminación ambiental ha aumentado en los últimos años, algunos países del mundo han decidido actuar al respecto y crear proyectos que ayude a mitigar este problema (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987). Se han tratado de buscar enfoques que generen un cambio radical desde diferentes aspectos de la educación ambiental. A continuación, se darán a conocer algunos proyectos relacionados de algún modo con la temática de Reciclatón.

#### 2.1.1 European Green Dot

El programa European Green Dot (PRO EUROPE, 2005) desarrolló un proyecto, efectuado del 2005 al 2014. El cual tenía como objetivo, integrar el concepto de desarrollo sostenible en el proceso de educación ambiental alrededor del mundo; este fue llamado “Education for sustainable Development”. Durante el proceso, algunos ciudadanos europeos aprendieron que el concepto de reciclaje es la mejor solución para la eliminación de basuras, además que la separación de estas es un método eficiente de la educación ambiental. Esto dio como resultado un impacto positivo en la implementación del concepto y la contribución a reducir la polución en el ambiente.

Dentro del proyecto, se efectuaron varios mini proyectos pilotos enfocados a la educación infantil y juvenil en aspecto de reciclaje, separación de basuras, descontaminación, reducción de empaques, generación de nuevas ideas, integración de las comunidades, responsabilidad de sus acciones, etc. Que inspira a la comunidad a seguir trabajando, por medio de guías metodologías,

clases, actividades al aire libre, manualidades, juegos, etc. También, se entiende que es necesario un trabajo colaborativo entre ecologistas, economistas y sociólogos en un nivel global y directivo para enfrentar los diferentes retos actuales.

Este proyecto se llevó a cabo en 25 países europeos. Además, se expandió en países como: Canadá, el cual trabaja en la promoción e implementación de un programa de recuperación y reciclaje de basuras. Japón, con la organización “the Japanese Container and Packaging Recycling Association (JCPRA)”. Brasil, integrando industrias como CEMPRE y el gobierno municipal de Buenos Aires. Con el fin, de buscar, identificar y compartir experiencias que ayuden a la solución de problemas ambientales por medio del desarrollo sostenible.

### **2.1.2 Proyecto Learning Tree**

El Project Learning Tree (American Forest Foundation, 2010), es un líder en educación ambiental por los últimos 40 años. Fomenta la capacitación ambiental y promueve la administración a través de educación ambiental, desarrollo profesional y recursos ambientales en los planes de estudios. Uno de sus últimos proyectos fue implementado del 2012 al 2015, desarrollado por medio de un trabajo integral de educadores, padres, líderes comunitarios y estudiantes de último año.

Su enfoque principal es el desarrollo de materiales multi-curriculares para educadores, que ayudan al estudiante a cómo pensar y no qué pensar, es decir, desarrollar una mente analítica; por medio de un pensamiento crítico, desarrollo de problemas, habilidades para tomar decisiones y componentes de aprendizaje al aire libre. Por otro lado, la organización ejecuta dos proyectos básicos. Uno de ellos ayuda a escuelas a convertirse en “GreenSchools”, es decir, realiza un trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes para ayudarles a tomar responsabilidades en el mejoramiento del medio ambiente de su escuela, hogares y comunidad, por medio de entrenamientos, planes e investigaciones, que ayuden a determinar la mejor forma de dar a conocer la educación ambiental en su entorno. Hasta el año 2015, cuentan con 3176 escuelas registradas.

El otro es GreenWorks, el cual se enfoca en estudiantes interesados en la creación de proyectos y cuidado al medio ambiente. Por medio de actividades ambientales, tales como, la restauración

del ambiente, mejora de las cuencas hidrográficas, aulas al aire libre, programas de reciclaje y ahorro de energía, etc. Hasta el año 2015, se encuentran registrados más de 1000 proyectos desde 1992.

### 2.1.3 Latino América

En Latino América (Febres Cordero & Floriani, 2007), se han empezado a asumir retos importantes después de la declaración de Río en 1992. Tales como, la creación del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente en Bolivia, la Comisión Nacional de Medio Ambiente en Chile (CONAMA), la creación del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PRODIA) de Argentina, Ministro de Medio Ambiente en Colombia, Ley de educación ambiental de Brasil en 1999 y la creación de Agenda 21 nacional y local.

Otras de las iniciativas son alianzas estratégicas entre los ministerios en Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia. Modelos pedagógicos en diversos niveles educativos en Chile, Colombia, El salvador, Venezuela, Bolivia y Cuba. El diseño y producción de materiales impresos y audiovisuales para educadores, niños, comunidades rurales, indígenas y público en general, en diversos países de latino América. Creación de redes ambientales que permiten el avance y alianzas en desarrollo sostenible en países como Ecuador, Brasil, Perú, Nicaragua, Guatemala, México y Venezuela.

No obstante, un estudio realizado en países de América Latina muestra los siguientes resultados (González Gaudiano & Puente Quintanilla, 2010), “el 35 % de los proyectos de educación ambiental están orientado hacia la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. 17% tiene una orientación hacia el desarrollo regional y rural, y 11% hacia actividades relacionadas con la producción y consumo”.

En cuanto a proyectos de educación no formal, sólo “17.7% se orientan hacia la conservación del patrimonio natural y cultural, seguido de la organización comunitaria 15.6% y reciclaje/recuperación/ reducción/manejo de residuos 13.5% y ahorro de agua y energía 11.5%”. Mientras que, en lo formales, se encuentra un mayor interés por vincular el currículum con “la gestión escolar (20.5%), así como con los problemas de la comunidad (15.3%) y la ambientación curricular (10.4%)”.

#### 2.1.4 Colombia

En Colombia, se han venido desarrollando varios proyectos referentes al manejo adecuado y reciclaje de residuos sólidos utilizando las TIC y diversos recursos. Uno de estos, es el programa Basura Cero, el cual está en proceso de implementación en Colombia y ha sido definido por La Alianza Internacional de Basura Cero, el 29 de noviembre de 2004 como: "El objetivo que guiará a las personas de forma ética, económica, eficiente y visionaria, hacia un cambio en su estilo de vida y prácticas, para simular ciclos naturales y sustentables, donde todos los materiales a ser descartados, sean diseñados de forma tal que se conviertan en recursos para el uso de otros" (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

En el 2014, el MinTIC creó un concurso de videojuegos didácticos llamado "Crea Digital 2014", el cual dio como fruto los siguientes productos (MinTIC, 2014):

- GAIA, Un juego por la vida: Un videojuego de aventura, donde los usuarios deben sortear todo tipo de dificultades con el propósito de salvar cinco ecosistemas (selva amazónica, bosque andino de niebla, páramo, playa, arrecifes coralinos, desierto y ciudad) destruidos por adultos inescrupulosos.
- Yo Investigador: Ayuda a los niños a explorar y aprender acerca del fascinante mundo de la flora y fauna colombiana.
- Tropicapp: Brinda conocimiento a los niños sobre los recursos hídricos y ecosistemas tropicales andinos de Colombia. Además, cumple con los estándares básicos de calidad del Ministerio de Educación Nacional.
- Kogui: Enfocado en la creación de estrategias para la construcción de comunidades en sectores que han sido víctimas de la violencia. El jugador debe crear desde los habitantes de su territorio, cada uno con actividades y responsabilidades a su cargo hasta fabricar casas, vehículos y mobiliario para que la aldea satisfaga las necesidades de sus habitantes.

Otro videojuego didáctico diseñado para el cuidado ambiental, creado por la Universidad Nacional en Manizales, es Aliaterras (Valencia Giraldo, 2015). El cual está enfocado en el cuidado de los recursos hídricos del país. Proporciona 30 niveles, 10 por cada uno de los ríos Rioclaro, Guacauca y CHinchinpa. El objetivo es el cambio de actitud y buenas prácticas ambientales.

En la Pontificia Universidad Javeriana, se han realizado varios proyectos relacionados con la educación ambiental. Uno de ellos es SIMWASTE, creado como una simulación basada en agentes para visualizar la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRSD).

## 2.2 Marco Conceptual

Dado que el videojuego, tiene como enfoque principal ser una herramienta de educación sobre el tratamiento de basuras para los niños, es necesario plantear algunos parámetros que sirvan como ejes conceptuales para apoyar la lectura del documento.

### 2.2.1 Videojuego

Para empezar, se busca definir lo que se entiende por videojuego. Este es un producto de software que combina mecánicas de juego con una historia; asimismo, involucra al usuario por medio de una interacción con una interfaz gráfica, lo que genera una interactividad del jugador por medio de la respuesta visual, sonora, dinamismo, etc. (Marín Díaz & García Fernández, 2005). Su mecánica, busca la interacción del jugador y el videojuego por medio de los controles, retroalimentación, menú, etc. (Chacón, 2008). Además, cuenta con una historia, que narra el sentido de las acciones del juego y su explicación. (Figuroa, 2013).

En cuanto a su desarrollo, la industria de los videojuegos plantea un documento, conocido como el Game Design Document o GDD (Ryan, 1999). El cual busca plasmar la visión, describir los contenidos, la mecánica y servir como guía en el momento de la implementación. Además, de ser un puente entre las ideas del diseñador y el proceso de desarrollo.

Para ello, el GDD cuenta con cuatro elementos básicos. Tales como la historia, la cual describe la secuencia de eventos que se desenvuelve dentro del juego; La estética, que es como se ve, escucha, siente el videojuego, es decir cómo se percibe el juego en lo referente a los sentidos, además del modelado y animación de los personajes, niveles, logotipos, etc. (Hervás, 2013); La mecánica o procedimientos y reglas del videojuego, los cuales describen el objetivo de del juego y que cosas puede o no hacer el jugador para lograrlo. Y finalmente la tecnología, que es cualquier material e interacciones que permiten hacer el videojuego posible; como la propia

lógica del juego, la inteligencia artificial, el motor gráfico o las herramientas para el desarrollo. (Fernández Ruiz, 2011)

Por otra parte, el GDD ayuda a eliminar la ambigüedad, al ofrecer un diseño detallado; aumentar la claridad, la constancia, la adaptabilidad al cambio y propone un lenguaje claro y común, que describe el núcleo del videojuego. Asimismo, plasma las ideas de los diseñadores desde la perspectiva de escenas y el alcance e historia de estas.

Unas de las principales y más importantes características del videojuego, es su relación con la historia. Ésta dará la forma en que será enseñada la temática de las 3 R's, se encargará de describir las historias de los personajes, del mundo donde sucede el juego, de su pasado y de los personajes secundarios que aparecen, creando el hilo argumental completo, con todos los detalles (Manrubia Pereira, 2014). Es decir, esta da a conocer cuál es el objetivo principal del jugador a lo largo del videojuego.

#### **2.2.1.1 Videojuego didáctico**

Dado que se contará con un elemento educativo, al implementar como tema principal la temática de las 3 R's, es necesario entender como la didáctica será implementada y cuál es su concepto. Para ello la didáctica se entiende como el arte de enseñar, o los métodos y practicas implementadas para instruir un tema o una forma de aprendizaje, es decir, es un conjunto de técnicas a través de las cuales se realiza la enseñanza (Nerici, 1970).

La didáctica se interesa por el saber, al dedicarse a la formación dentro de un contexto determinado por medio de la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos. Además, de contribuir al aprendizaje, a través del desarrollo de instrumentos teóricos-prácticos, que sirvan para la investigación, formación y desarrollo integral del estudiante (Zabalza, 1990). Basado en lo interior, el videojuego Reciclatón, es implementado como técnica y método alterno de enseñanza, a la educación ambiental teórica, para instruir la temática del tratamiento de residuo sólidos.

Es necesario tener en cuenta que no solo será un videojuego, sino que contará con una estrategia asociada a un nivel educativo. Su relación con aprender es natural, dado que “ambos consisten en superar obstáculos, encontrar el camino, entrenarse, deducir, inventar, adivinar y llegar a

ganar para pasarlo bien, avanzar y mejorar” (Andreu Andrés & García Casas, s/f). Dado que, si el jugador se divierte, se involucrará más en la temática y su deseo por aprenderla aumenta (Green Teacher, 2015).

Esto se debe al valor educativo de los videojuegos, tales como, capacidad para potenciar la curiosidad por aprender, favorecer determinadas habilidades, permitir el desarrollo de distintas áreas transversales del currículo, reforzar la autoestima y el valor de uno mismo (Marín Díaz & García Fernández, 2005). Asimismo, ayudar a interiorizar las pautas y normas de comportamiento social y de relación con los demás (Gil & Vida, 2007).

Todo lo anterior, fundamenta la parte didáctica, dado que implementa una técnica participativa de la enseñanza, encaminando a los estudiantes a desarrollar métodos con una dirección y conducta correcta hacia la disciplina pautada. Lo cual implica la adquisición y reforzamiento de algún aprendizaje, no solo desde la parte cognitiva, sino desde varios aspectos de desarrollo en los niños. Dado que la didáctica es aplicada, siempre que haya alguien en proceso de aprender y con el fin de conseguir una formación intelectual (Mallart, 2001).

### **2.2.2 Tratamiento de Residuos Sólidos**

La temática principal del videojuego es el tratamiento de residuos sólidos. Sin embargo, es necesario definir lo que se entiende por éste. Según Teresa Holguín, “un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien, en actividades domésticas hasta industriales; que el generador abandona o rechaza”.

Sin embargo, se ven a los residuos sólidos como algo desechable, algo no querido, que no tiene valor económico, no es usable, es decir, como basura (Mansdorf, 2010). No obstante, para este trabajo se definirá al residuo sólido, no solo como cualquier objeto resultante del consumo de una actividad humana, sino también como un objeto, que tiene valor, no solo económico sino también, como materia prima en la generación de nuevos productos. Es decir, este puede ser reciclado, reutilizado en su forma natural, etc.

Para realizar los procesos anteriores, es necesario entender el concepto de tratamiento de basuras. Este busca por medio de proyectos y sentido común, generar valor a los residuos sólidos (Ramesha Chandrappa, 2012). Además de recuperar materiales, que en algunos casos son de

un alto valor económico; preservar el entorno natural y minimizar la producción de residuos (FUNIBER, 2005).

Paralelamente, en el tratamiento de residuos se deben considerar las condiciones técnicas y socioeconómicas locales. Teniendo en cuenta factores como recolección, manejo, disposición, almacenaje, transporte de residuos sólidos, regulaciones, operaciones a corta y larga escala, seguridad, realismo y factibilidad, además de generar una ganancia económica (FUNIBER, 2005). Por otro lado, el tratamiento debe ser “un procedimiento al cual se someten los residuos sólidos, mediante el cual se modifican sus características físicas, químicas y/o biológicas para aprovecharlos, estabilizarlos, reducir su volumen o facilitar su manejo y disposición final” (Unad).

Las problemáticas en el tratamiento de residuos sólidos, está afectando al medio ambiente y a la calidad de vida de los seres vivos. Dado a que se generan problemas como contaminación, extinción de especies, generación de elementos tóxicos, enfermedades etc. (Green Choices, 2000). Para ayudar a controlar este crecimiento alarmante de basuras, algunos países del mundo han decidido crear proyectos que ayuden a mejorar el manejo y tratamiento de estas.

### **2.2.3 Desarrollo Sostenible**

Aunque se sabe que el termino desarrollo está relacionado con crecimiento, estabilidad y modernización, es necesario reconocer que es un concepto complejo. No solo tiene un significado económico o de crecimiento material, sino que también persigue la realización plena del ser humano (RDS, s.f.). Para avanzar hacia ese estado, se necesita que el medio ambiente sea estable y sano, debido a que este proporciona el escenario, recursos y los elementos para alcanzar estadios superiores. Por lo cual, se le debe proteger de cualquier amenaza con el fin de no poner en riesgo las potenciales fuentes de desarrollo. (FuenteAlba Cruz, 2011)

Una definición de desarrollo sostenible “vincula la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987).

### 2.2.4 Educación Ambiental

Por otra parte, la Educación Ambiental busca generar “un importante valor didáctico, dado que posibilita comprender los procesos, interdependencias e interrelaciones” (Garcia & Priotto, 2009). Además de preparar al individuo mediante la comprensión de la problemática del tratamiento de residuos sólidos (Garcia & Priotto, 2009), por medio de alternativas pedagógicas, pensamiento crítico, formación de conciencia y participación, que ayudan a mejorar la calidad del medio ambiente (Calixto-Flores, 2012). Incluso la educación ambiental promueve “una relación armónica entre el medio ambiente y las actividades humanas a través del desarrollo sostenible, con el único fin de garantizar el sostenimiento y calidad de las generaciones actuales y futuras” (Ministerio de ambiente, 2016).

Asimismo, la educación ambiental puede definirse como el proceso interdisciplinario para desarrollar ciudadanos conscientes e informados acerca del ambiente en su totalidad, en su aspecto natural y modificado; con capacidad para asumir el compromiso de participar en la solución de problemas, tomar decisiones y actuar para asegurar la calidad ambiental (Rick Mrazek, 1996). Este compromiso, debe ser un proceso permanente y continuo, que visualice todo desarrollo y crecimiento desde una perspectiva ambiental. Además de reaccionar a los cambios que se producen en un mundo en rápida evolución (Green Teacher, 2015).

Es decir, según la declaración de Tbilisi de 1976, “la educación deberá preparar al individuo mediante la comprensión de los principales problemas del mundo contemporáneo, proporcionándole conocimientos técnicos y las cualidades necesarias para desempeñar una función productiva, con miras a mejorar la vida y proteger el medio ambiente, prestando la debida atención a los valores éticos”. Para ello se ve la educación ambiental desde tres enfoques propuestos por (García del dujo, 2013):

---

<sup>6</sup> <http://www.jmarcano.com/educa/docs/tbilisi.html>

1. La Educación Ambiental sobre el medio ambiente: La base educativa de este enfoque indica que el conocimiento del medio ambiente mejora la concientización y preocupación de los sujetos por los problemas ambientales y a su vez, lo pone en disposición de actuar y participar.
2. La Educación Ambiental en el medio ambiente: Desde este enfoque se utiliza el medio ambiente como un recurso didáctico que permite a los sujetos adquirir conocimientos significativos y activos sobre él. Aporta un contacto directo con el medio, principalmente natural, que además de ser una fuente de experiencia para adquirir conocimiento ambiental, provoca comportamientos y emociones positivas respecto del medio ambiente.
3. La Educación Ambiental para el medio ambiente. En este tercer enfoque el objetivo es desarrollar el sentido de responsabilidad y de participación activa de los sujetos para la resolución de los problemas ambientales. Se asume la necesidad de compromiso y defensa del medio.

Basado en lo anterior, la sociedad debe buscar “una educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que además, presente la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de las personas y de las empresas inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejora del medio ambiente en toda su dimensión humana” (FuenteAlba Cruz, 2011), es decir, generar una conciencia ambiental.

Impulsar procesos en educación, a partir de conflictos ambientales locales y globales, supone realizar una investigación detallada y coherente de los problemas y conflictos ambientales, sus impactos, los vínculos entre ellos, así como sus posibles soluciones. Aun así, es necesario buscar temáticas, que ayuden con este propósito y generen un conocimiento al ser humano.

### **2.2.5 Reducir, Reutilizar y Reciclar**

Unas de las temáticas más conocidas y la cual será el plus en el proyecto, son las 3 R's. Estas buscan alternativas más amigables con el ambiente que ayudan a disminuir los residuos sólidos (Gallopín, 2003). Existen varias R's, tales como Reordenar, Reformular, Refabricar, Revalorizar energéticamente, Rediseñar, Recompensar y Renovar. Sin embargo, las 3 R's básicas de

las que se hablará a continuación y se utilizaron a lo largo del proyecto son Reducir, Reutilizar y Reciclar (Pardavé, 2007).

Es importante entender que cada una de ellas no tiene un concepto base, sino que van detrás del mismo objetivo, disminuir la contaminación ambiental (Comité de dirección corporación autónoma regional de risaralda, 2003). Es necesario para las 3 R's entender los términos básicos, tales como, materiales reciclables, materiales recuperados y materiales reciclados (Elias, 2012). El primero abarca casi cualquier material que no sea contaminante y además pueda ser reutilizado (Pardavé, 2007); el segundo son los que, por tener valor intrínseco entran nuevamente en almacén. después de haber sido utilizados en el proceso productivo (Elias, 2012); El último es el producto final resultante del proceso del reciclaje (Elias, 2012).

Cada una de las 3 R's es igual de importante, tienen un objetivo principal, además de apoyar el proceso de las otras, es decir están concatenadas (Universidad Libre). Sin embargo, la más conocida es Reciclar, la cual comúnmente es entendida como la simple clasificación de las basuras. No obstante, es imprescindible realizar preguntas como ¿Qué es? ¿De qué se trata? ¿Cómo se realiza?, para dar un concepto más acertado al área de especificación de cada una de las 3 R's (Pardavé, 2007). Dado que continuamente diferentes organizaciones tratan de definirlo y adaptarlo.

Para el propósito del videojuego, se entenderá por Reciclaje como un proceso mediante el cual se aprovechan y transforman residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos (Universidad Libre).

Por otro lado, Reducir es una propuesta para disminuir el consumo de materias primas y energía, recurriendo a fuentes renovables y la minimización de residuos en todo el ciclo de vida de los productos (Greenpeace, 2014). Es decir, usar nuevamente el residuo en su función original y prevenir la producción o utilización de productos no renovables y contaminantes.

Reutilizar consiste en darle de nuevo utilidad a los objetos, con su fin original u otros. Ello va en función del objeto a reutilizar, pero también en función de la imaginación y creatividad de quien lo use (Pardavé, 2007). Es decir, es la prolongación y adecuación de la vida útil de los

residuos sólidos recuperados, qué mediante procesos, operaciones o técnicas, devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna, si requerir procesos adicionales de transformación (Universidad Libre).

## 3 III – ANÁLISIS

Esta parte hace referencia a la fase de [Preproducción](#) planteada en la [metodología](#), la cual se encargó de responder, ¿Cómo se aborda la solución del problema?, desde la perspectiva de entrada, procesamiento y salidas. Para ejecutar esta fase, fue necesario efectuar una exploración de conocimientos y levantamiento de información que dieron como resultado, el [Marco Teórico](#) y las variables necesarias o entradas, que serán procesadas para obtener las salidas esperadas. No obstante, fue necesario tener en cuenta los intereses y peticiones de los Stakeholders.

### 3.1 Fase de Preproducción

Todo lo anterior, ayudó a contextualizar lo planteado en la propuesta de grado y las funcionalidades necesarias de la herramienta. Asimismo, se tuvo en cuenta las siguientes entradas o variables para el desarrollo del videojuego. La primera, son las características necesarias que debe tener la herramienta, para el desarrollo del videojuego. La segunda es la explicación de las 3'Rs, la cuales dieron una perspectiva para el diseño del videojuego y la creación del SRS. Y la tercera es el plan de pruebas para el prototipo.

#### 3.1.1 Características que debe cumplir la herramienta

Para la creación del videojuego Reciclatón, fue necesario buscar una herramienta que cumpliera con la mayoría de las características planteadas y los RNF de la aplicación. Para ello, fue necesario buscar diferentes herramientas de trabajo y características que cumplieran con las

perspectivas del grupo de desarrollo y sus necesidades. Los programas elegidos fueron: Unity<sup>7</sup>, Panda 3d<sup>8</sup> y Blender<sup>9</sup>; y los criterios de selección se plantean en la tabla 1.

Características / criterios de selección	Unity	Panda3d	Blender
<b>Multiplataforma</b>	X	X	X
<b>Simplicidad, flexible, rápido</b>	X	X	X
<b>Facilidad para generar objetos</b>	X		X
<b>Gran variedad de primitivas geométricas</b>	X		X
<b>Edición de audio y video</b>	X		X
<b>3D</b>	X	X	X
<b>Desarrollado para la creación de videojuegos</b>	X	X	X
<b>Código Abierto</b>	X	X	X
<b>Efectos para la creación de objetos</b>	X		
<b>Renderizado</b>	X	X	X
<b>Obstáculos dinámicos y prioridad de evasión, detección de colisiones, recreaciones dinámicas</b>	X		X
<b>Assets</b>	X	X	X
<b>Tutoriales y documentación</b>	X	X	X
<b>Free</b>	X	X	X

**Tabla 1 Características de la herramienta**

### 3.1.1.1 Herramienta utilizada para la creación del videojuego

Para la selección de la herramienta, se tuvo en cuenta las características planteadas en la sección anterior, los conocimientos del grupo de desarrollo y los requerimientos no funcionales. Basado en esto, la plataforma elegida fue Unity. Este es un ecosistema de desarrollo de videojuegos: con un potente motor de renderizado totalmente integrado, un juego completo de herramientas

---

<sup>7</sup> <https://unity3d.com/es/unity>

<sup>8</sup> <http://www.panda3d.org/>

<sup>9</sup> <http://blender3d.es/caracteristicas/>

intuitivas y flujos de trabajo rápidos para la creación de contenido 3D interactivo; Además, de una fácil publicación en multiplataforma, miles de activos de calidad listos, elementos de contenidos y una comunidad de intercambio de conocimientos (Unity, 2014).

Unity cuenta con un motor de realidad virtual 3D que presenta ventajas en la creación de paisajes naturales (Yang, Jie, & Haihui, 2011). Además, utiliza Mecanim como sistema de animación de personajes para dar naturaleza y fluidez a sus movimientos (Unity, 2014). Aparte de eso, soporta el despliegue de múltiples plataformas, permitiendo orientarse hacia ellas y cambiar entre ellas desde una sola herramienta. Dentro de un proyecto, se tiene control sobre la implementación a todas las plataformas, incluyendo teléfonos móviles, webs, escritorios y consolas.

También permite la especificación de compresión de texturas y ajustes de resolución para cada plataforma, para la que un juego es compatible. Esto significa que un solo archivo de alta resolución funcionará para todos los destinos. Al tomar el duro camino del proceso de desarrollo y hacer todo el trabajo de fondo, Unity permite a los desarrolladores centrarse en hacer el videojuego (Unity, 2014).

### **3.1.2 Identificación de actividades para el videojuego, basado en la temática de las 3´Rs.**

Dado que la temática elegida, para fundamentar la parte didáctica del videojuego Reciclación, son las 3´Rs; fue necesario entender, la mejor manera de darlos a conocer e implementarlos en diferentes actividades. Para ello, se investigó el significado de cada una de ellas; y posteriormente se planteó en el [marco conceptual](#). Así mismo, se determinó las variables importantes que se tendrían en cuenta para el desarrollo de cada uno de los niveles.

#### **3.1.2.1 Reciclar**

Su concepto base, es recolectar los residuos sólidos para ser convertidos en materias primas, que posteriormente generarán nuevos productos (Universidad Libre). Para ello, se investigó las diferentes formas en la que estos residuos puedan ser procesados. Estos se describieron en forma de consejos para ser presentados a lo largo del videojuego y ser base fundamental de

cada uno de los niveles. A continuación, se describen los materiales que van a ser reciclados y sus respectivos consejos (Inforeciclaje, 2011):

- **Cartones dañados:** Puedes crear nuevas cajas de cartón, muebles y diferentes objetos.
  - Sabías que al reciclar una tonelada de cartón:
    - Se ahorran 140 litros de petróleo.
    - Se ahorran 50000 litros de agua.
    - Se disminuyen 900 kilos de dióxido de carbono.
- **Papel (Revistas, periódicos):** Puedes crear papel reciclado, por medio de revistas, periódicos, hojas de cuaderno, blocks, etc.
  - Sabías que el papel reciclado es:
    - Mucho más barato que el papel nuevo.
    - El papel tarde 1 año en descomponerse.
- **Vidrio:** Puedes reciclar el vidrio si este está completamente limpio de etiquetas y otros utensilios. Este dará vida a nuevos envases y podrá ser utilizado varias veces a lo largo de su vida útil.
  - Sabías que el vidrio:
    - Tarda en descomponerse 4000 años.
    - Se ahorra un 30% de energía al reciclar el vidrio.
- **Desechos orgánicos, además de hojas de jardín y hierba:** Puedes crear compost, el cual es un material orgánico que puede ser utilizado como abono para el cultivo de plantas o para enmendar el suelo.
  - Sabías que el compost puede:
    - Eliminar enfermedades, plagas y remediar de modo eficaz y a bajo coste los suelos contaminados por residuos peligrosos.
    - Reducir el uso de los fertilizantes químicos y promover el aumento del rendimiento en los Cultivos Agrícolas.
    - Facilitar la reforestación, restaurar los humedales y el hábitat de subsuelos marginados.
    - Eliminar residuos sólidos, aceites, grasas y metales pesados de aguas fluviales. Además de capturar y destruir el 99,6% de los productos químicos industriales orgánicos volátiles en el aire contaminado.

- Proporcionar un ahorro de, por lo menos, el 50% sobre el subsuelo convencional, el agua, y la polución del aire con tecnología de última generación. Si se aplica.
- **Plástico:** Puedes moler el plástico para crear materia prima para nuevos productos.
  - Sabías que el plástico:
    - Tarda 180 años en descomponerse.
    - Reduce la cantidad de residuos provocados por botellas, bolsas plásticas, etc.
- **Aluminio:** Puedes crear nuevas láminas de aluminio, después de limpiar y fundir los residuos recolectados.
  - Sabías que el aluminio:
    - Puedes ganar dinero al reciclar aluminio.
    - Puedes reciclar latas, claves, embalajes, muebles, virutas, etc.
    - Es el material más utilizado del mundo.
    - Al reciclar aluminio, ahorramos un 94% del coste energético original.

### 3.1.2.2 Reducir

Su principal característica, es la prevención de generación de basuras, además de disminuir el consumo de residuos y recursos no renovables por la población. Aunque esta R, no tiene consejos con un resultado de un producto transformado, es una de las erres con mayor consecuencia positiva en el ámbito ambiental. Esta promueve el uso de nuevos hábitos que ayuden al medio ambiente, tales como (Green peace, 2016):

- Compra comida que vayas a consumir y no tenga que botar o desperdiciar.
- Dúchate en 5 minutos y cierra la llave de la ducha cuando te enjabones.
- Desconecta los aparatos eléctricos, cuando no los estés utilizando.
- Cierra la llave del agua, cuando te estés lavando los dientes.
- Lleva tu propia bolsa de tela, cuando vayas de compras. No pidas bolsas de plásticos, sino es necesario.
- Usa el transporte público.
- No imprimir a menos que sea necesario 35% de las impresiones, son de índole innecesario por error de configuración.

- No usar aerosoles.
- Apaga los bombillos cuando no los uses, utiliza bombillas ahorradoras de luz y utiliza pilas reutilizables.

### 3.1.2.3 Reutilizar

Esta R cumple tanto una función de prevención, como un tratamiento a las basuras ya generadas. Su función principal, es generar una nueva utilidad a los objetos para alargar su vida. Esta depende de la creatividad o necesidad de la persona, para que no se conviertan en residuos o basuras. Unos de los conceptos que se plantean son (Ifeel maps, 2013):

- Puedes comprar utensilios de segunda mano.
- Puedes vender las cosas que ya no uses, pero que siguen funcionando.
- Puedes rellenar una botella de plástico con su mismo contenido o uno diferente.
- Puedes donar los elementos que ya no uses.
- No maltrates las cajas de cartón, para que puedan ser reutilizadas.
- No maltrates las hojas, sobres, carpetas para que puedan ser reutilizados.
- Puedes crear ladrillos, con botellas de plástico rellenas de papel y diferentes elementos.
- Puedes crear nuevos elementos con los elementos que ya no vas a utilizar.
- Puedes utilizar las camisetas viejas como trapos de limpieza.

Se debe tener en cuenta, que los consejos anteriormente planteados son transversales. Es decir, que tuvieron una parte fundamental en la creación de cada uno de los niveles y sus características. También que, dado el tiempo y la característica del producto, no se implementaron cada uno de los consejos, sino que se eligió los más significativos

### 3.1.2.4 Diseño del videojuego

Al comprender y determinar los elementos de cada R, que fueron implementados a lo largo del videojuego, se comenzó a diseñar la parte fundamental de Reciclación. Se determinó la historia, niveles, consejos, objetivos y el rol de los personajes basado en los conceptos y función principal de cada R. Esto da como resultado la fundamentación del GDD y de sus elementos base descritos a continuación.

### *Historia*

Esta da a conocer la problemática ambiental y el exceso de basuras que se presenta en las ciudades, debido a los malos manejos y costumbres en la sociedad; se describe en forma de cuento, para ser más atractiva al público objetivo. Asimismo, da a conocer los roles y funciones que tienen los personajes principales y el porqué de sus futuras acciones. En esta historia, se describe la problemática de una ciudad imaginaria en donde el caos y la basura reinan debido a los malos manejos y el pensamiento consumista. Para dar solución a ello, los personajes principales deciden actuar y tomar acciones al respecto, involucrándose en cada uno de los niveles para tratar de solucionar la situación.

### *Niveles*

Cada uno de los niveles, está basado en la temática de las 3 R's. Se planearon actividades que concordaran con el objetivo principal y lleven implícito la función didáctica, la cual busca que el jugador adquiriera nuevos conocimientos, los ponga en práctica, desarrolle habilidades de pensamientos crítico y toma de decisiones, además de fomentar la creatividad. Por lo tanto, se divide el videojuego en tres niveles, cada uno concatenado con el anterior.

Los niveles están organizados, según la forma de ejecución adecuada para cada R. En primer lugar, se plantea la actividad de Reducir, para tratar de disminuir la generación de basuras; posteriormente, se procede a describir la R de Reutilizar, la cual busca una forma de crear nuevos usos a los residuos ya generados y, por último, la actividad de Reciclar que se dedica a clasificar las basuras, para ser convertidas en nuevas materias primas.

Como se puede ver, la R de Reciclar presenta un proceso más continuo, dado que esta se efectúa cuando el problema ya está. Es decir, que actúa con las basuras ya generadas. Mientras que la R de Reducir, efectúa una tarea de prevención y la de Reutilizar se encuentra en un punto medio de prevención y seguimiento.

Por otra parte, fue necesario analizar los escenarios en los cuales se iba a dar a conocer las actividades o consejos descritos anteriormente. Para ello se plantearon 3 soluciones básicas,

basadas en el proceso de tratamiento de residuos sólidos. En primer lugar, se presenta la recolección en el hogar, seguido del transporte del residuo hasta el centro de basura, y por último el tratamiento y utilización de este.

Por lo tanto, se eligió un ambiente común donde el usuario pueda practicar lo aprendido, estos son: el hogar donde se darán a conocer los consejos de Reducir y Reutilizar que se pueden practicar diariamente, la recolección y correcta clasificación de basuras por medio de una volqueta que recorre la ciudad para limpiarla, y la tercera, es el tratamiento de los residuos y la utilización de estos en la construcción de una casa. Finalmente, para ver una descripción más detallada del resultado de los niveles, se recomienda leer el SDD y la [fase de diseño](#).

### *Personajes*

El videojuego contará con dos personajes principales y cuatro personajes secundarios. Los personajes principales, son los encargados de interactuar con el ambiente del videojuego y representar cada uno de las acciones realizadas por el jugador. Además, de interactuar de forma directa con los consejos presentados y con cada una de las actividades propuestas.

El tipo de personaje elegido para este tipo de interacciones, es un niño vestido de súper héroe futurista, para ayudar a involucrar al jugador y darle a entender, qué si el personaje en forma de niño puede hacer este tipo de actividades, él también tiene esa posibilidad. Lo que simulará o tratará de dar a conocer al público objetivo, que ellos tienen la capacidad de hacer las actividades que se plantean y crear una mayor conexión con la temática. Lo que se buscó con esto, es que el jugador se viera representado en el videojuego y no viera el personaje como algo aparte y sin relación.

En cada uno de los niveles, los personajes realizarán actividades acordes a la R presentada; en el primer nivel, se encargarán de recolectar los consejos y materiales para ser reducidos y reutilizados, en el segundo nivel, irán detrás del camión para recoger las basuras de acuerdo a su clasificación y el último nivel, armarán la casa con las materias primas procesadas gracias al reciclaje.

Los personajes secundarios, presentarán un apoyo a las actividades del jugador. Se determinaron tres personajes (Mamá, Papá y Tío), los cuales introducirán el nivel al jugador, representados en caricaturas en la parte introductoria. El cuarto, dará vida al villano del último nivel, el cual se encargará de lanzar elementos tóxicos al personaje principal, para que este pierda la partida.

### **3.1.3 Casos de Uso significantes**

Basado en las temáticas descritas anteriormente, se procedió a describir los casos de uso de la aplicación. Estos determinan las funcionales del sistema desde una perspectiva de interacción hombre máquina. Se encuentran descritos en el Documento Casos de Uso y su Diagrama de Casos de Uso (Ilustración 5). A continuación, se describen los casos de uso significantes, los cuales describen las funcionalidades principales y básicas para el desarrollo del videojuego.

#### *Registrar Usuario*

Antes de iniciar la partida, el usuario deberá elegir un personaje principal. El cual representará sus movimientos y acciones en cada uno de los niveles. Se debe tener en cuenta que los dos personajes son quienes representan la historia del videojuego.

#### *Iniciar Nivel*

Después de haber elegido un personaje, el usuario inicia un nivel. En este momento el videojuego empieza una escena introductoria del nivel y a continuación despliega el nivel. En este caso de uso, se describen todas las actividades que se le presentarán al usuario y el manejo adecuado de cada uno de los niveles.

#### *Cambiar de escenario*

En el momento que el usuario complete todos los requerimientos necesarios del nivel, automáticamente se dará inicio al siguiente nivel hasta que el usuario complete el juego.

#### *Generar consejos*

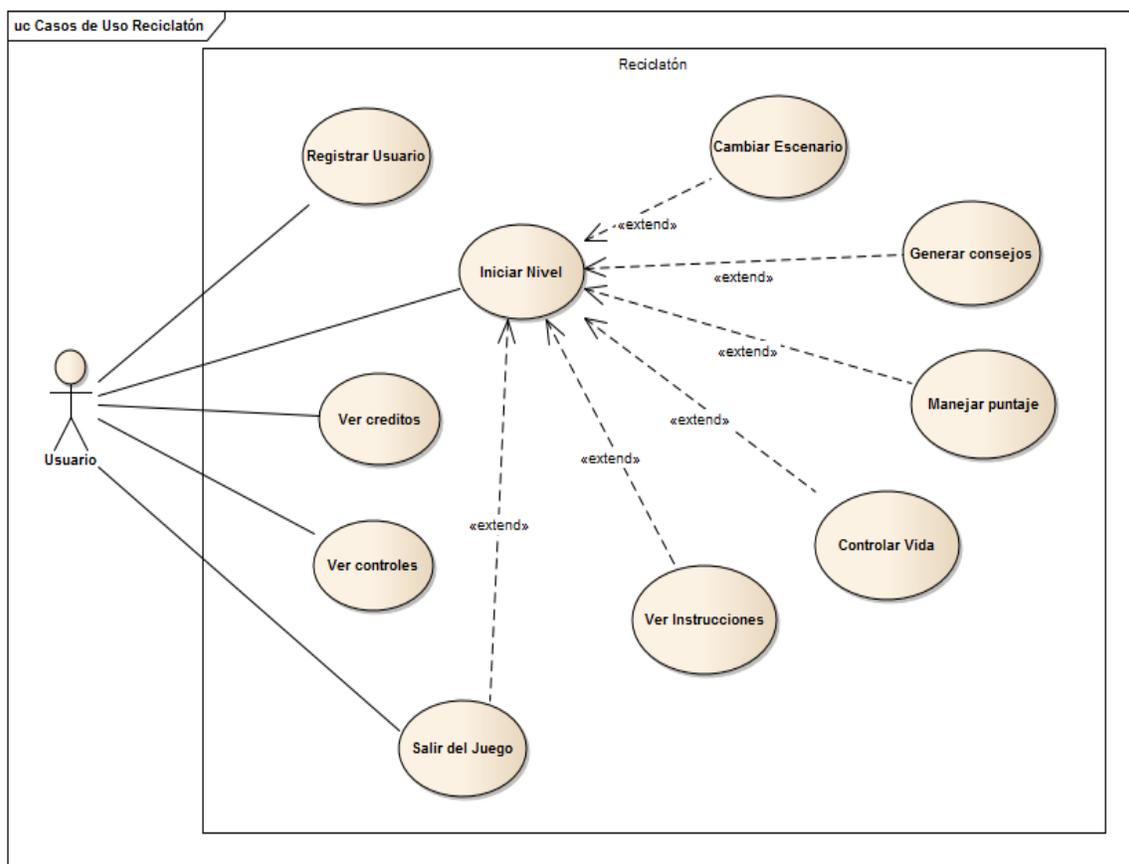
Dada que el videojuego se encuentra en la categoría didáctica, su propósito principal es educar al usuario referente a un tema. Por lo cual, a lo largo de los niveles, el usuario recibirá consejos

que le ayudarán a completar las actividades propuestas en cada nivel y entender como practicar las 3 R's.

*Ver instrucciones*

Al inicio de cada nivel, el sistema mostrará una pantalla que contendrá las instrucciones que debe seguir el usuario para completar correctamente el nivel.

Por otro lado, se puede ver la totalidad de los Casos de Uso planteados en la Ilustración 5.



**Ilustración 5 Diagrama de Casos de Uso**

## 3.2 Resultados esperados

Dado que esta fase es realizada en la primera parte de la metodología, conocida como Preproducción, todos sus elementos resultantes tienen como propósito general, generar las bases para

la creación del videojuego y su correcta implementación. Para ello, se generó el marco conceptual y marco contextual ([Sección II](#)) que dan a conocer, los elementos investigados, su significado y relación con el proyecto. También la creación de los requerimientos funcionales y no funcionales, basados en los casos de usos planteados anteriormente. Esto da como resultado la generación del SRS; donde se especifican los requerimientos definidos y características mínimas para la construcción del videojuego.

### **3.2.1 Especificación de requerimientos**

A continuación, se mostrarán algunos de los requerimientos planteados en los casos de uso. Estos requerimientos ayudaron a especificar tanto la funcionalidad, y el cómo ejecutar la aplicación de una forma detallada y concreta. Para ver la especificación de cada uno de los requerimientos, se recomienda ver el documento anexo SRS. En esta parte del documento, solo se nombrarán los requerimientos clasificados por caso de uso.

#### **3.2.1.1 Requerimientos Funcionales**

Los requerimientos funcionales mostrados a continuación, están clasificados por caso de uso y representan, las actividades principales necesarias, para completar cada caso de uso y el videojuego en su totalidad. Asimismo, se debe tener en cuenta que los aquí planteados son algunos de los requerimientos finales y que en la [sección v](#), se mostrarán los cambios realizados por Sprint.

##### *Registrar Usuario*

- Mostrar personajes
- Seleccionar personaje

##### *Iniciar Nivel*

- Pantalla de inicio de cada nivel
- Ver historia del videojuego
- Desplazar o mover personaje
- Actualizar escena
- Mostrar objeto
- Validar obstáculo
- Desaparecer objeto
- Pausar juego
- Reanudar juego
- Activar cronometro

- Desplazar camión
- Seguir ruta
- Armar casa
- Agarrar cajas
- Dispensador de cajas

#### *Cambiar de escenario*

- Validar cambio de escenario
- Cambiar escenario

#### *Controlar vida*

- Inicializar vida
- Disminuir vida nivel 1, nivel 2 y nivel 3

#### *Manejar puntajes*

- Iniciar puntaje
- Aumentar puntaje
- Notificación por ejercicio

#### *Salir del juego*

- Confirmar salir del juego
- Cerrar partida
- Perder partida

### **3.2.1.2 Requerimientos No Funcionales**

#### *Portabilidad*

- Portabilidad entre plataformas

#### *Usabilidad*

- Interfaz GUI completa
- Notificaciones del sistema

#### *Rendimiento*

- Tiempo de cargas

#### *Disponibilidad*

- Disponibilidad del videojuego en el servidor.

### **3.2.1.3 Restricciones**

Las restricciones que se logró identificar para llevar a cabo el proyecto, fueron:

### *Restricciones Generales*

Las siguientes son las restricciones generales encontradas:

1. El usuario debe leer atentamente todas las instrucciones del juego, para aprovechar las ayudas brindadas y así mejorar la dinámica y velocidad de este.
2. Para avanzar al siguiente nivel, es indispensable que el usuario haya completado las actividades del nivel anterior.
3. El equipo de trabajo no debe incumplir ninguna de las normas del manual estudiantil de la Pontificia Universidad Javeriana.
4. El videojuego será desarrollado en el idioma español.
5. El videojuego finalizará cuando el usuario pierda una vida.
6. Al perder un nivel, el usuario iniciará en el nivel que perdió.
7. La resolución de pantalla del computador debe ajustarse a 1024 x 768, y el juego debe contar con resolución 1280 x 600.

### *Restricciones de Software*

Las siguientes son las restricciones de software planteadas:

1. El videojuego será desarrollado en Unity.
2. No se permite el uso de generadores de código.
3. El control de versiones se realizará a través de Dropbox.

### *Restricciones de Hardware*

Las siguientes son las restricciones de hardware planteadas:

1. 550 MB para el videojuego.
2. 100 MB libres en RAM
3. Tarjeta de video superior a Radeon™ HD Graphics para AMD
4. Tarjeta de video superior a Intel® HD Graphics 5500 para Intel.

### 3.3 Plan de pruebas

El plan de pruebas, radica en el aseguramiento de la calidad del producto de software, que será enviado a un ambiente de producción para ser entregado al cliente (PMOinformatica., 2014). Al terminar las iteraciones, se realizaron las siguientes pruebas, con el fin de asegurar la calidad y la correcta implementación de cada uno de los casos de usos. Además de verificar el funcionamiento del prototipo final. (Blanco Bueno).

Se debe tener en cuenta, que las pruebas de verificación de conocimiento y aprendizaje por parte de la población objetivo, se encuentran fuera del alcance del proyecto y objetivo. Dado que, para ello, es necesario aplicar una prueba de conocimiento previo a la implementación del juego y una posterior a este, para evaluar la adquisición de conocimiento. Además, se debe realizar un proceso de seguimiento a la población, para determinar si este aplica lo aprendido en el videojuego, y así, determinar la parte de aprendizaje de este.

Al finalizar cada Sprint, el equipo desarrollador implementó las pruebas unitarias y de integración, con el fin de determinar las correcciones y funcionalidades faltantes, que se debían realizar para el siguiente Sprint o para completar el prototipo final. Después, de terminar cada Sprint y completar las pruebas anteriores, se procedió a realizar las pruebas de despliegue y Beta.

#### 3.3.1 Pruebas Unitarias

Estas serán realizadas para cada funcionalidad principal del videojuego, que ayuda al correcto desarrollo de la partida. Con ellas, se buscó comprobar el buen funcionamiento del caso de uso en particular. En el caso, en que el componente no funcionara correctamente, se realizaron nuevas iteraciones analizando las partes en donde la implementación pudiera fallar y así, poder ser corregida y validada nuevamente (Globe Testing, 2011). Las funcionalidades que se validaron principalmente, son los requerimientos de prioridad alta de cada uno de los casos de uso. Estas pruebas se realizaron basados en los RF de cada nivel, determinados en cada Sprint.

### **3.3.2 Pruebas de Integración**

Luego de completar las pruebas unitarias y determinar que los componentes probados funcionan correctamente, se procedió a realizar las pruebas de integración. Se llevarán a cabo pruebas por capas o subsistemas principales con el fin de asegurar el buen funcionamiento de los mismos. Se utilizó la estrategia de pruebas de integración de gran explosión donde primero se probarán los subsistemas del videojuego y luego proceder a comprobar el funcionamiento de todo el sistema. (Globe Testing, 2011)

### **3.3.3 Pruebas de despliegue**

Al terminar las pruebas anteriores, se procedió a verificar la instalación y configuración de la aplicación por medio de las pruebas de despliegue. Con el fin de verificar el funcionamiento de la aplicación después de ser instalada, ubicación de archivos, etc. Además, de asegurarse de que se instala automáticamente e inicia correctamente. (Zambonini, 2011) Para ello, se tuvo en cuenta los siguientes ítems:

1. Verificar si se instaló en la carpeta correcta.
2. Verificar si se instaló correctamente.
3. Correr la aplicación y verificar si sus funcionalidades se realizan correctamente.
4. Verificar el desempeño.

Además, se confirmó la veracidad de cada uno de los manuales de usuario e instalación del videojuego. De encontrarse incorrectos, se corrigieron las partes afectadas y se volvió a verificar los manuales.

### **3.3.4 Pruebas de Usabilidad**

Una vez terminada la herramienta por completo, ésta fue presentada e instalada en los equipos de los colegios Liceo Libre, Colegio Sagrado Corazón de Jesús y Colegio Nacional Universitario. Todo ello con el fin de determinar la facilidad de uso, y el gusto por su interfaz gráfica. Para ello se realizó una prueba beta, la cual se compone de la siguiente forma (Dumas & Redish, 1999).

### 3.3.4.1 Prueba beta

Representa la primera versión completa del producto, la cual puede considerarse un poco inestable, pero es funcional para las demostraciones e inspecciones previas. Estas fueron realizadas por los usuarios finales, niños entre seis y diez años, en los colegios anteriormente planteados. El usuario informó de todos los problemas encontrados por medio de un video realizado por los desarrolladores, al terminar la prueba beta.

Se debe tener en cuenta que los desarrolladores no se vieron involucrados en el momento de despliegue de la prueba, para evitar cambios en el entorno. Se contó con un espacio de tiempo de 45 a 60 minutos por grupo académico y la supervisión de un profesor de planta de la institución. Al finalizar la prueba, se realizó un video para constatar los comentarios, cambios y sugerencias acerca del videojuego. Estas pruebas permitieron revelar la calidad del prototipo Reciclatón.

#### *Población*

Para elegir la población estadísticamente significativa, se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Edad: Entre los seis y diez años.
- Género: Femenino y masculino.
- Nivel de escolaridad: Se debe encontrar vinculado al colegio, en la etapa de primaria.
- Estrato: 2, 3, 4.
- El usuario debe tener acceso a la tecnología, es decir debe contar con acceso internet (para la descarga del juego) y con un computador para desplegar el videojuego.
- La población de 234 niños entre las edades de seis a diez años.

Se debe tener en cuenta, qué al finalizar cada prueba propuesta anteriormente, el grupo de trabajo realizó las correcciones y validaciones correspondientes, con el fin de entregar un prototipo funcional.

## 4 IV – DISEÑO

Esta parte, complementa lo planteado en el análisis anterior, de la fase de [Preproducción](#) descrita en la [metodología](#). Su función principal es describir los elementos necesarios del prototipo, para poder realizar una implementación correcta de este. En esta parte, se describe fundamentalmente, las distintas técnicas, principios, procesos que permitirán la realización “física” del proyecto.

Para ello, es fundamental describir la arquitectura de software, los procesos planteados en diagramas de secuencia, la herramienta a ser utilizada y el diseño del videojuego desde una perspectiva grafica o creativa, que define la apariencia de los escenarios, historia, personajes, elementos, etc. Los cuales darán como resultado un GDD, SDD y la base para creación o codificación del videojuego.

### 4.1 Diseño del videojuego

Para el diseño de las características gráficas, se realizó un documento a parte conocido como el GDD, el cual contiene la historia, personajes, escenarios y todo lo necesario para el diseño del videojuego, desde la parte estética y gráfica de este. A continuación, se describirán conceptos básicos, tales como la historia, personajes y pantallazos de los niveles (Para mayor información ver GDD).

#### 4.1.1 Historia

Smogpolis es una ciudad latinoamericana que se vio fuertemente afectada por las malas administraciones de los gobiernos, que de manera muy corrupta prometían mejoras en el sistema. Todo empeoró cuando el alcalde Pepe Desperdicio, subió al poder y empezó a robar de manera sutil. Sin embargo, llegó un momento en el que simplemente ya no había dinero para nada y fue necesario hacer un recorte en las empresas públicas del estado. Fue así, como empleados públicos dejaron de recibir su sueldo y finalmente empresas como las de basura dejaron de existir. Asimismo, sucedió con las empresas que arreglaban las calles de la ciudad, incluso con los colegios públicos, los cuales cada vez tenían menos profesores.

La ciudad empezó a deteriorarse mucho, las calles estaban llenas de huecos y las casas empezaban a dañarse. Las basuras se acumulaban en grandes pilas en las calles y se improvisaron basureros en lo que antes eran parques. De vez en cuando unos camiones pasaban a recoger las basuras de las calles a cambio de dinero, pero esta era una actividad ilegal. Poco a poco los ciudadanos empezaron a irse de Smogpolis y ante tal situación un político con deseos de recuperar su ciudad, llamado Alcalde Verde, subió al poder y empezó a cultivar en los ciudadanos una cultura verde. Así las empresas públicas recuperaron a sus empleados, pero aún había mucho trabajo por hacer.

Con este cambio de política, la familia Reciclatón decidió dar un paso adelante y empezar a educar a sus miembros más jóvenes y comunidad acerca del tratamiento adecuado de los residuos sólidos. Por medio de políticas como las 3'R's, clasificación adecuada y la implementación de diferentes escenarios para la educación y mejora de su ciudad.

#### 4.1.2 Personajes

A continuación, se da una descripción general de los personajes implementados en el videojuego.

Personaje	Tipo	Características
<p><b>Ethan</b></p> 	Principal	Niño de 10 años, es quien representa a los jugadores niños en el juego.
<p><b>Diana</b></p>	Principal	Niña de 10 años, es quien representa a las jugadoras niñas en el juego.

		
<p><b>Mamá y Papá</b></p>	<p>Secundario</p>	<p>Padres de los personajes principales, encargada de educar acerca del cuidado al medio ambiente.</p>
<p><b>Alcalde Pepe Desperdicio</b></p> 	<p>Secundario</p>	<p>Es el villano del videojuego, se encarga de lanzar elementos tóxicos en el nivel 3, para atacar al personaje principal.</p>
<p><b>Alcalde Verde</b></p>	<p>Secundario</p>	<p>Es quien aconseja a los jugadores principales a lo largo del videojuego.</p>

**Tabla 2 Descripción de los personajes**

### 4.1.3 Niveles

#### 4.1.3.1 Nivel 1: Clasificación de residuos sólidos

En este nivel, se pretende que el jugador identifique qué es un residuo sólido, los elementos o hábitos que pueden ser Reducidos o Reutilizados. Para ello, el jugador debe recorrer la casa en busca de 3 consejos de cada R. Estos estarán identificados con el logo de la R y un elemento acorde al consejo.

El jugador contará con 4 minutos, para obtener 12 elementos a lo largo de la casa. Los consejos mostrados en la fase de análisis, fueron la base para la creación de los niveles.

#### 4.1.3.2 Nivel 2: Transporte de residuos sólidos

En este nivel se pretende que el jugador clasifique correctamente los residuos sólidos entre las siguientes categorías:



**Ilustración 6 Clasificación de las basuras**

Ahora el jugador debe recoger las bolsas previamente seleccionadas y dejadas en la calle para ser transportadas en el camión de basura. El jugador trabaja con un camión grande, recorriendo las calles de la ciudad Smogpolis, en donde abunda el caos y la basura. Este camión se desplaza por las avenidas, mientras el jugador va recogiendo las respectivas bolsas señaladas y especificadas por colores dejadas en las calles. Estos personajes deben pasar por encima de ellas para ser seleccionadas y desaparecer de la escena.

#### 4.1.3.3 Nivel 3: Construcción de vivienda

En este nivel, el jugador aprenderá nuevas utilidades para los elementos reciclados y reutilizados. Al terminar el nivel anterior, se mostrará una pequeña introducción en forma de caricatura, que será explicado por el tío Reciclatón.

Este escenario se basa en la construcción de una casa con los productos reciclados por parte del usuario. El jugador deberá escogerlos y a continuación ubicarlos en el lugar que indica la flecha. Al completarla, aparecerá un diamante Amarillo, que indicará la terminación exitosa del nivel.

A su vez debe esquivar los materiales y basuras que caen de arriba, pues el malvado ex-alcalde empieza a botar elementos tóxicos desde el techo. El jugador debe esquivar los objetos y al mismo tiempo ir construyendo la casa. Los elementos caerán de la parte superior de la pantalla, es decir del techo. Si el jugador no esquiva el elemento perderá la vida.

#### **4.1.3.4 Puntuación**

- El jugador ganará un punto cada vez que recolecte un residuo.
- El jugador ganará un punto cada vez que recolecte un consejo.

#### **4.1.3.5 Reglas**

- El jugador contará con una sola vida.
- El jugador debe realizar la actividad del nivel 1, en un tiempo de 4 minutos.
- El jugador no debe alejarse más de 15 m del camión en el nivel 2.
- El jugador no debe tocar un elemento toxico en el nivel 3.
- El jugador ganará cada nivel cuando recolecte todos los elementos.

## **4.2 Diseño de la arquitectura**

La arquitectura utilizada para el desarrollo del videojuego, es conocida como StandAlone. Definida como aquella en donde el software de la aplicación, se encuentra concentrado en la misma máquina. Es decir, la lógica del videojuego, los módulos de presentación se encuentran almacenados en la máquina del usuario.

A continuación, se muestran los componentes relevantes de Reciclatón. Los cuales están descritos con mayor detalle en el SDD.

### **4.2.1 Diagrama de despliegue**

En el siguiente diagrama (Ilustración 6), se mostrarán los nodos físicos del videojuego. Además de las descripciones de cada uno de sus componentes. Se debe tener presente, qué dado que la arquitectura usada para el videojuego es StandAlone, y que el sistema no interactúa con otros sistemas, ni con una base de datos, el único nodo necesario es el de la máquina del cliente.

#### **4.2.1.1 Escenas**

Este componente representa cada una de las pantallas con las que el usuario va a interactuar. Es decir, es la carpeta de presentación que realiza los pedidos a la carpeta de lógica de negocio, y representa las respuestas.

### *Prefabs*

Esta carpeta es la integradora de lo realizado en las carpetas del componente de lógica de negocio. En ésta, se muestra las representaciones de los objetos de cada una de las escenas. Sin embargo, se unifica las acciones que cada uno va a realizar y su forma visual, es decir, en esta carpeta se encuentra el objeto total y terminado para agregarlo o asignarlo a la escena.

#### **4.2.1.2 Lógica de negocio**

Este componente, es el soporte del videojuego. Dado que realiza todo el trabajo que el cliente no ve, es decir la lógica del videojuego. En este, se realizan las acciones divididas en cada uno de las carpetas, para que el componente Escena realice toda la unificación, es decir este componente le presta un servicio a la capa superior.

### *Scripts*

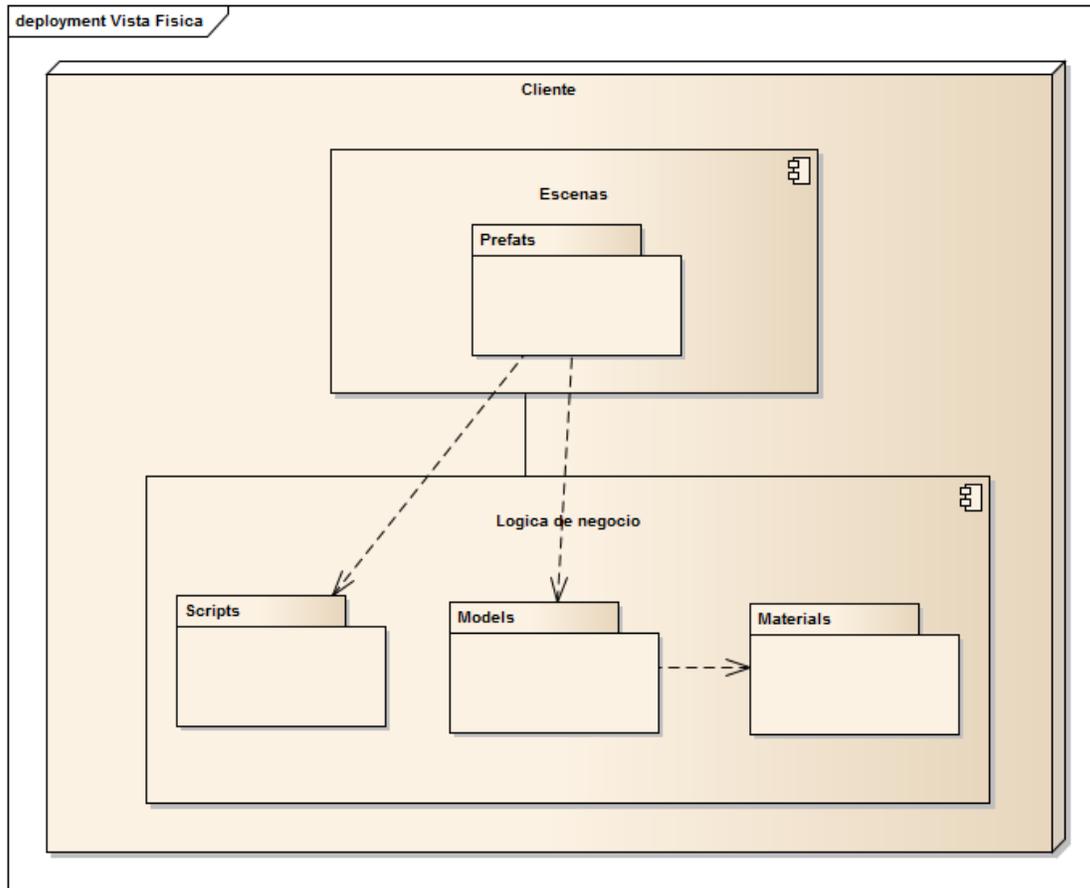
Esta carpeta representa las acciones en código, de cada uno de los objetos del videojuego que va a realizar. Se debe tener en cuenta que el algoritmo del videojuego, no está representado en clases propiamente dichas, sino que será una secuencia de comandos que activarán o determinarán las acciones de los objetos y las reglas de negocio.

### *Models*

En esta carpeta, se encuentran todos los objetos en sus respectivos movimientos, en forma de molde. Es decir, cada objeto es representado en “obra negra” y de cada uno se tiene la imagen de las acciones que el efectuará. Por ejemplo, del personaje se tendría el modelo de él corriendo, caminado, saltando, parado, etc. Se debe tener en cuenta que estos modelos, no contienen ningún color, textura o forma que altere su original.

### *Materials*

Esta carpeta representa la paleta de colores, texturas, trajes, formas adicionales, etc. Que decorarán a los modelos de la carpeta Models. Con esta carpeta se decora cada uno los modelos en blanco para convertirlos junto a los scripts en prefabs.



**Ilustración 7 Diagrama de Despliegue**

#### 4.2.2 Diagrama de Clases

Dado que el lenguaje de Unity no es un lenguaje orientado a objetos, no se presentan clases definidas en el código, sino Script asociados a las acciones de los elementos del videojuego. Por lo cual, se mostrará la relación entre las “clases” principales. Tales como, las escenas del videojuego, la interfaz gráfica y su relación entre ellas (Ilustración 7).

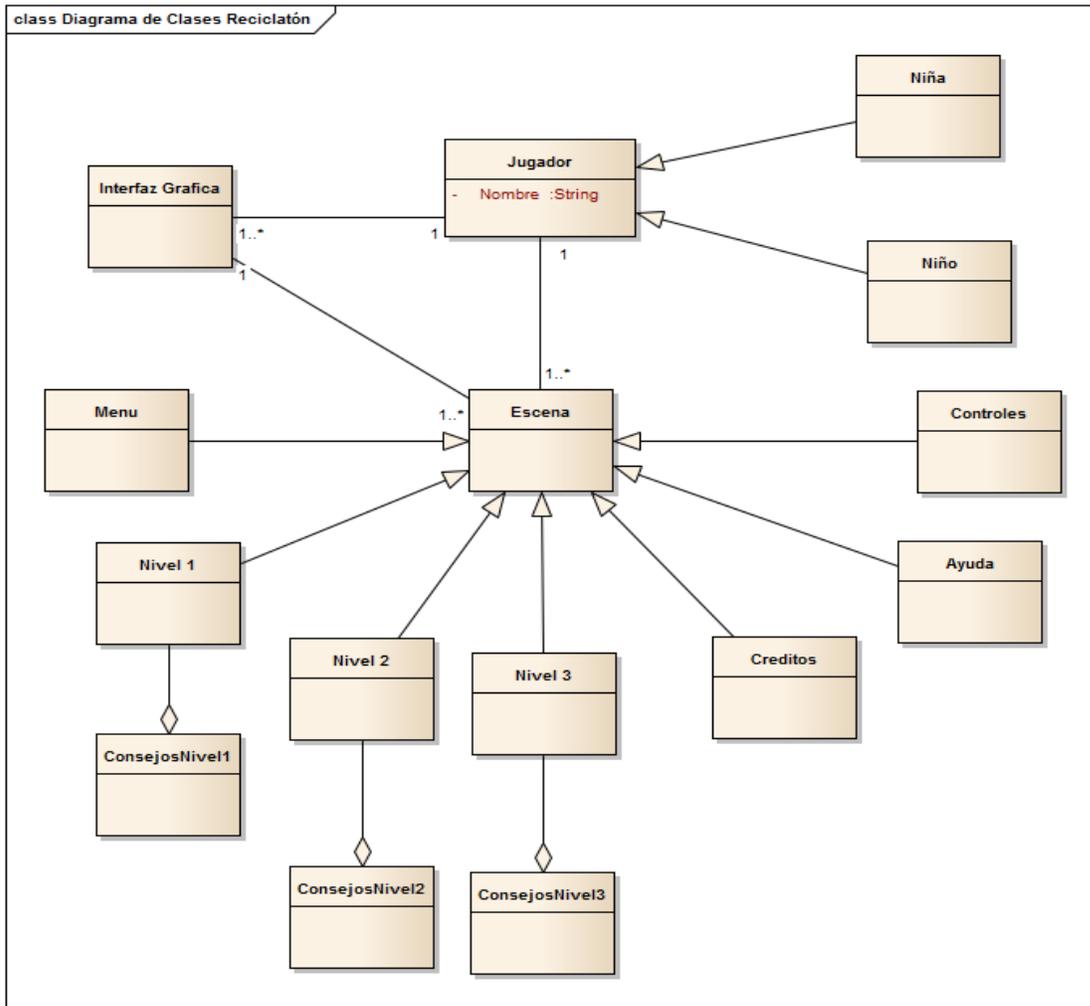


Ilustración 8 Diagrama de Clases

#### 4.2.2.1 Interfaz Gráfica

Representa la interfaz gráfica que interactúa directamente con el jugador. Esta ejecuta y muestra las escenas.

#### 4.2.2.2 Jugador

Representa al personaje del jugador.

### **4.2.2.3 Escena**

Representa la información básica que contendrá cada una de las escenas o pantallas del videojuego. De ella heredan:

#### *Menú*

Contiene la información de la escena principal del videojuego, es decir la primera pantalla de este.

#### *Nivel 1*

Contiene todos los elementos necesarios para representar la escena del nivel 1.

##### *4.2.2.3.1.1 Consejos Nivel 1*

Son los consejos que se desplegarán a lo largo del primer nivel.

#### *Nivel 2*

Contiene todos los elementos necesarios para representar la escena del nivel 2.

##### *4.2.2.3.1.2 Consejos Nivel 2*

Son los consejos que se desplegarán a lo largo del segundo nivel.

#### *Nivel 3*

Contiene todos los elementos necesarios para representar la escena del nivel 3.

##### *4.2.2.3.1.3 Consejos Nivel 3*

Son los consejos que se desplegarán a lo largo del tercer nivel.

#### *Créditos*

Contiene la información que será desplegada cuando el usuario desee ver los créditos del videojuego.

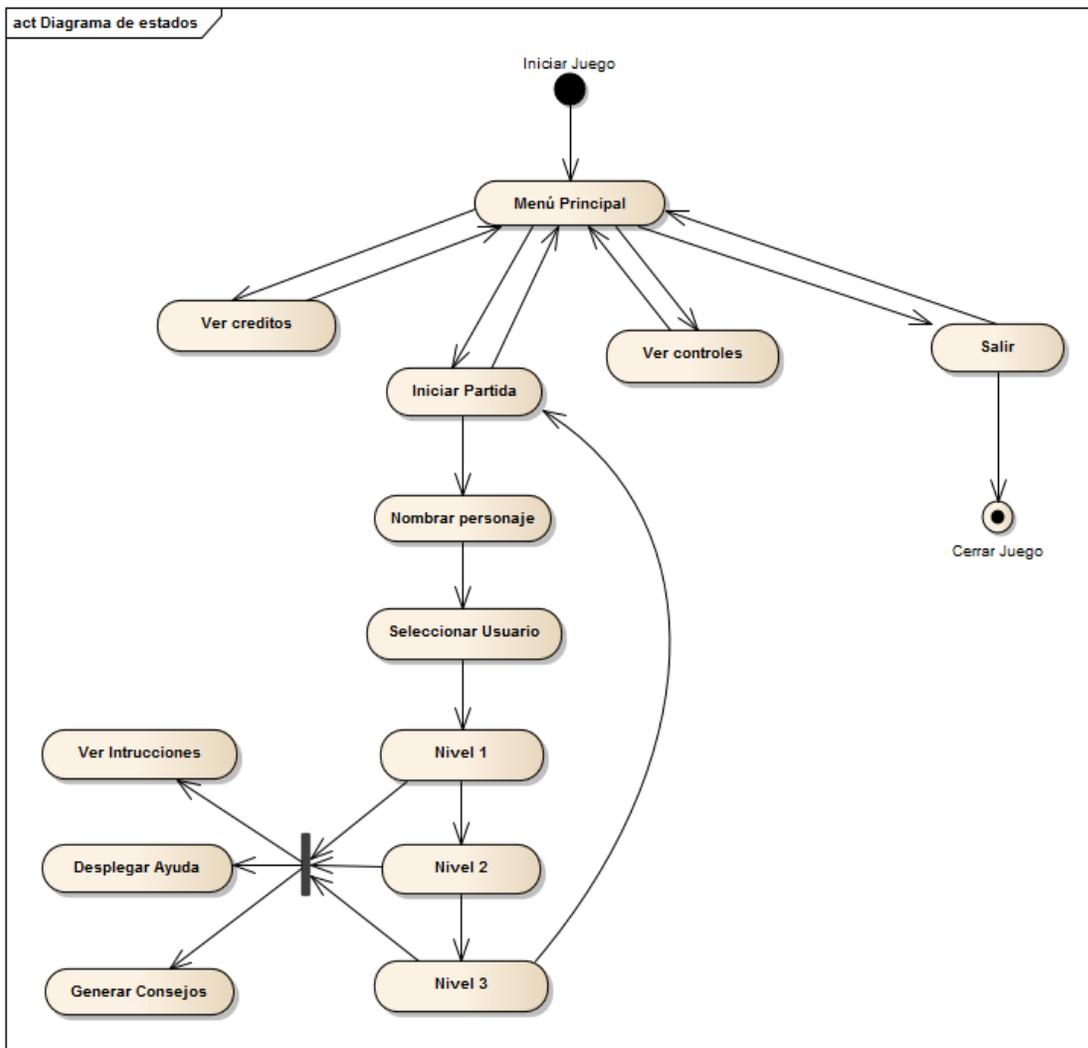
*Controles*

Contiene la información de los controles necesarios para jugar e interactuar con Reciclatón.

*Ayuda*

Contiene la información de ayuda de cada uno de los niveles, que se desplegará en el momento que el usuario lo solicite.

**4.2.3 Diagrama de estados**



**Ilustración 9 Diagrama de estados**

Las interfaces de usuario están basadas en el diagrama de estados (Ilustración 8), mostrado a continuación. Este representa las actividades más generales del videojuego y su flujo. Se ilustra el flujo ideal, de cada una de las opciones presentes. Para ver las especificaciones de las interfaces se recomienda ver el SDD, dado que en este documento solo se presentarán las vistas generales.

#### 4.2.4 Diagrama de secuencia

Los diagramas de secuencia muestran el flujo de cada uno de los procesos entre los diferentes componentes y/o actores, para llevar a cabo correctamente las funcionalidades del sistema. Para facilitar su representación y entendimiento, estos estarán agrupados por los módulos o componentes del sistema. A continuación, se mostrarán los más importantes para describir la funcionalidad del videojuego.

##### 4.2.4.1 Desplazar personaje

En el siguiente diagrama (Ilustración 10), se representa el flujo que realiza el sistema, cuando el jugador oprime alguna de las flechas del teclado, lo cual determina la dirección y desplazamiento del personaje.

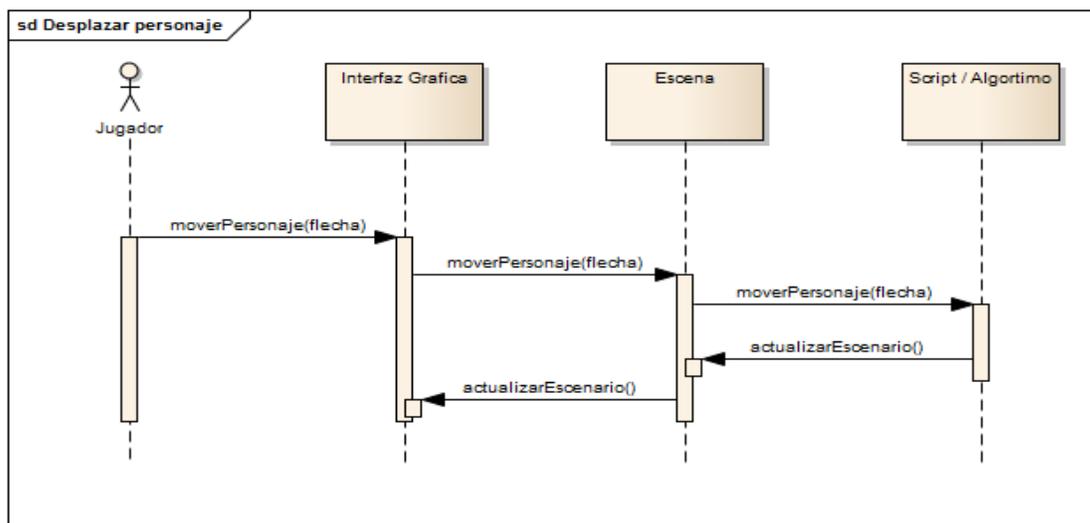
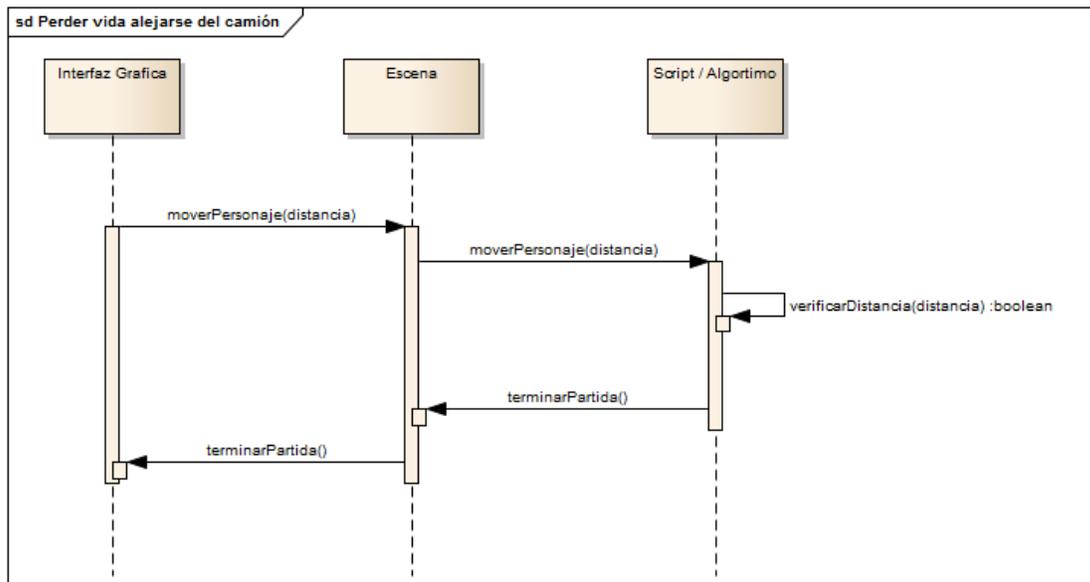


Ilustración 10 Desplazar personaje DS

#### 4.2.4.2 Perder vida

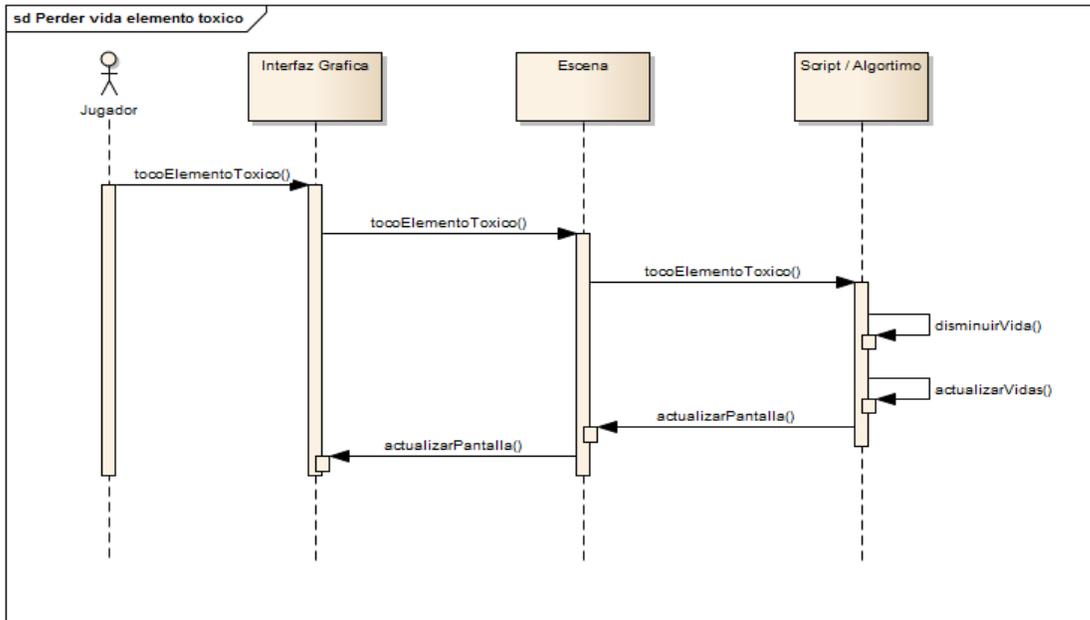
Los siguientes diagramas, representan el flujo que ejecuta el sistema en las diferentes formas que tiene el jugador para perder las vidas.

En el siguiente diagrama (Ilustración 11), se representa el flujo que realiza el sistema, cuando el usuario pierde la vida por alejarse del camión en el nivel 2.



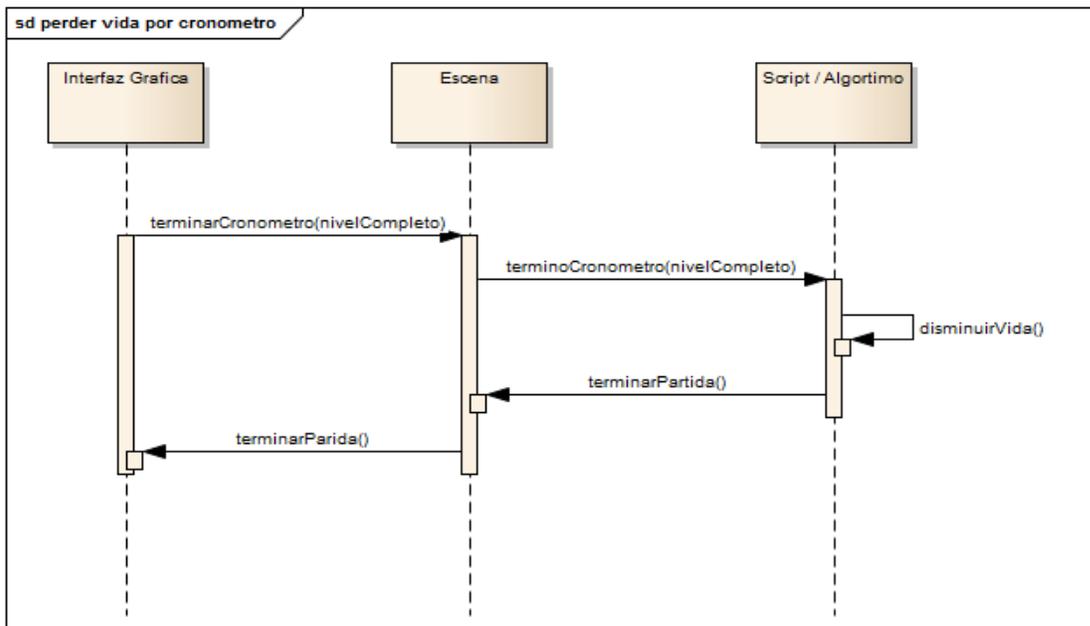
**Ilustración 11 Perder vida alejarse del camión DS**

En el siguiente diagrama (Ilustración 12), se representa el flujo que realiza el sistema, cuando el usuario pierde la vida por tocar un elemento toxico en el nivel 3.



**Ilustración 12 Perder vida elemento toxico DS**

En el siguiente diagrama (Ilustración 13), se representa el flujo que realiza el sistema, cuando el jugador pierde la vida, al acabarse el tiempo en el cronometro en el nivel 1.



**Ilustración 13 Perder vida por cronometro DS**

## Puntaje clasificación

En el siguiente diagrama (Ilustración 14), se representa el flujo que realiza el sistema, cuando el usuario gana un punto.

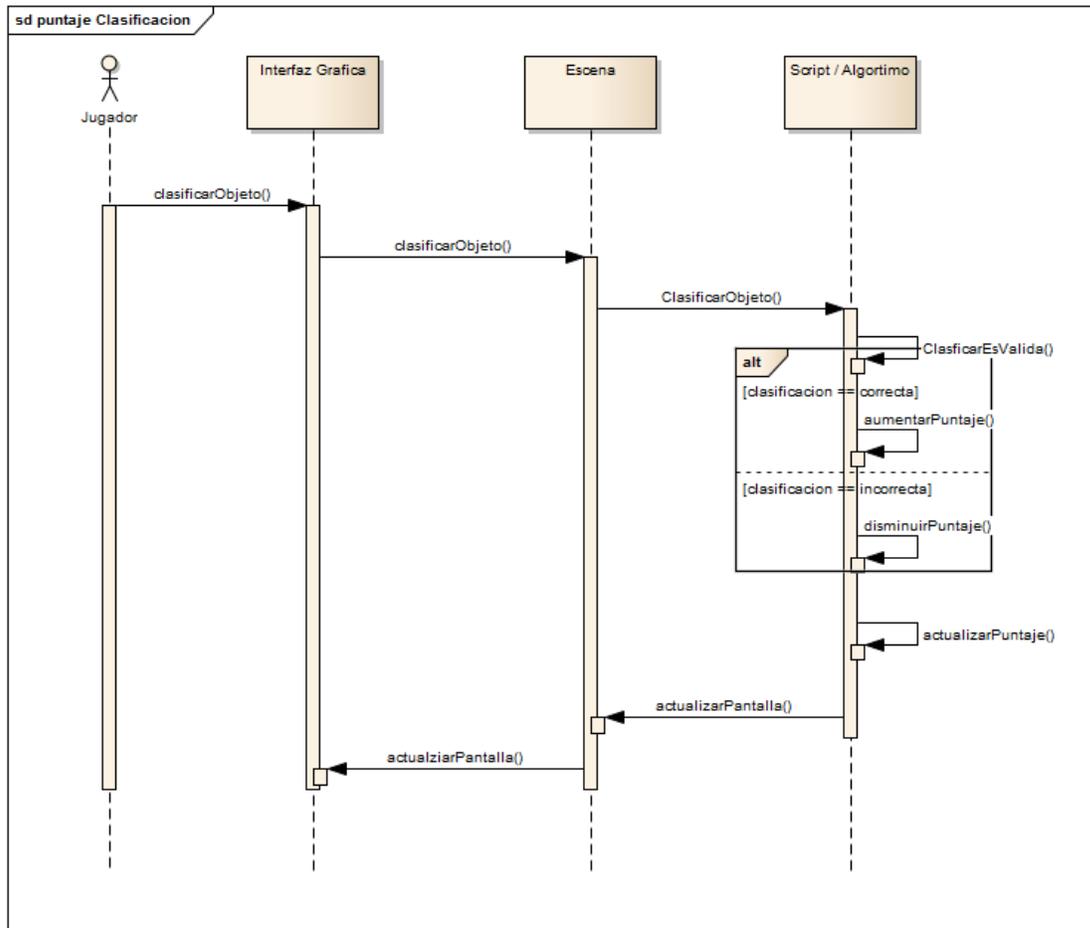


Ilustración 14 Puntaje clasificación DS

## 5 V – DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Este capítulo representa la segunda fase de la metodología, llamada [Producción](#). La cual se encarga de describir la forma en que se realizó la implementación del videojuego Reciclatón. Dado que la metodología se basa en Scrum, la fase se dividió en dos sprint de tres semanas cada uno.

## 5.1 Producción

Para la realización de cada sprint, se realizaron 3 actividades básicas que ayudaron a su terminación exitosa. La primera es el Sprint planning, la segunda es el daily Sprint y la tercera es el Sprint backlog. A continuación, se describe el proceso realizado en cada uno de ellos.

### 5.1.1 Primer Sprint

En el primer Sprint, se ejecutaron el 69% de lo RF, con una prioridad Alta y Media. Este Sprint se ejecutó en el periodo del 24 de marzo al 21 de abril del 2016. Lo cual dio como resultado un prototipo base del videojuego. Dado que se implementaron las funcionalidades más importantes y se realizó el esqueleto del videojuego.

Para la realización de este Sprint, el grupo desarrollador se reunió el 23 de marzo. Con la intención de acordar los RF, que se implementarían y los detalles menores. Dando como resultado el siguiente Sprint Backlog (Tabla 3).

#### 5.1.1.1 Sprint Backlog 1

A continuación, se presenta el Sprint Backlog resultante.

Número	Requerimiento	Prioridad	Caso de Uso
<b>RQF-01</b>	Mostrar personaje	Media	CU 1
<b>RQF-02</b>	Seleccionar Personaje	Media	CU 1
<b>RQF-03</b>	Pantalla de inicio de cada nivel	Media	CU 2
<b>RQF-04</b>	Ver historia	Media	CU 2
<b>RQF-05</b>	Desplazar personaje	Alta	CU 2
<b>RQF-06</b>	Actualizar escena	Alta	CU 2
<b>RQF-07</b>	Mostrar objeto	Alta	CU 2
<b>RQF-08</b>	Validar obstáculo	Alta	CU 2
<b>RQF-09</b>	Desaparecer objeto	Alta	CU 2
<b>RQF-12</b>	Activar cronometro	Alta	CU 2
<b>RQF-13</b>	Desplazar Camión	Alta	CU 2

<b>RQF-14</b>	Seguir ruta	Alta	CU 2
<b>RQF-15</b>	Armar Casa	Alta	CU 2
<b>RQF-18</b>	Validar cambio de escenario	Alta	CU 3
<b>RQF-19</b>	Cambiar escenario	Alta	CU 3
<b>RQF-20</b>	Generar consejo	Alta	CU 4
<b>RQF-21</b>	Cerrar consejo	Alta	CU 4
<b>RQF-22</b>	Inicializar vida	Media	CU 5
<b>RQF-23</b>	Disminuir vida nivel 1	Alta	CU 5
<b>RQF-24</b>	Disminuir vida nivel 2	Alta	CU 5
<b>RQF-25</b>	Iniciar puntaje	Media	CU 6
<b>RQF-26</b>	Aumentar puntaje	Alta	CU 6
<b>RQF-28</b>	Mostrar instrucciones	Media	CU 7
<b>RQF-35</b>	Perder partida	Alta	CU 10

**Tabla 3 Sprint Backlog 1**

Se debe tener en cuenta que los RF, 18 y 19, se encontraban en proceso de desarrollo en el momento de iniciar el Sprint 2.

#### **5.1.1.2 Daily Scrum**

Además de realizar la reunión inicial, el grupo de desarrollo efectuó los Daily Scrum. Los cuales se acordaron cada tres días, después de la fecha de inicio del Sprint, y hasta el último día del Sprint. En ellos se observó el avance del prototipo, se efectuaron las correcciones encontradas y se generaron nuevas ideas. Estas reuniones eran realizadas por Skype, dado que el grupo de desarrollo, no contaba con el tiempo disponible para realizarlos de forma presencial.

Por otro lado, para generar un trabajo que tuviera el apoyo e ideas del director del trabajo de grado. Se efectuó una reunión semanal, el día jueves a las 4:00 pm, con el fin de mostrar los avances, generar correcciones y revisar los documentos.

### 5.1.1.3 Cambios durante el sprint

Dado que la metodología de software escogida, es una metodología ágil llamada Scrum, las funcionalidades creadas al principio del proceso, sufrieron cambios durante cada uno de los Sprint. Estos cambios fueron acordados primeramente con el grupo desarrollador y luego planteados al director del trabajo de grado. Los cambios realizados, están enfocados a las funcionalidades de los niveles, algunos de ellos están representados en la tabla 4.

Antiguo	Nuevo
<b>Agarrar los elementos</b>	Para realizar esta función, el jugador deberá pasar encima del elemento y este aumentará el contador automáticamente.
<b>Dividir las locaciones en el nivel 1</b>	Para el nivel 1, se mostrará el escenario total de una casa común. En la cual el jugador podrá recorrer libremente, cada uno de los cuartos con el fin de buscar los elementos.
<b>Clasificar manualmente los elementos</b>	En el momento que el jugador pase por encima del elemento, el programa realizará la clasificación y aumentará el puntaje.
<b>Tener 3 vidas</b>	Se redujeron las vidas a 1una. Por lo cual, en el momento que el jugador pierda un nivel, perderá toda la partida.
<b>Mostrar los consejos cada 15 segundos</b>	Para promover la continuidad del videojuego, los consejos se mostrarán en los primeros elementos que el jugador seleccione.
<b>Manejo de energía</b>	Este está relacionado con las 3 vidas que se cambiaron. Dado que el tiempo con el que contaba el equipo desarrollador y diferentes circunstancias, se decidió que el jugador contaría con una sola vida y sin manejo de energía.

**Tabla 4 Cambios Sprint 1**

#### 5.1.1.4 Prototipo

El resultado del primer Sprint fue:

- Los niveles 1 y 2.
- La implementación de los personajes.
- La pantalla inicial y la final.
- La agregación del formato de los consejos.
- El inicio de las funcionalidades básicas.

#### 5.1.2 Segundo Sprint

En el segundo Sprint, se ejecutaron 31% de los RF totales. Este Sprint se ejecutó en el periodo del 22 al 5 de abril del 2016. Dio como resultado el prototipo final del videojuego, dado que se implementaron la totalidad de las funcionalidades y se efectuaron los arreglos menores.

Para la realización de este Sprint, el grupo desarrollador se reunió el 21 de abril. Con la intención de acordar los RF, correcciones a efectuar y los detalles menores. El cual dio como resultado el siguiente Sprint Backlog (Tabla 5).

##### 5.1.2.1 Sprint Backlog 2

Número	Requerimiento	Prioridad	Caso de Uso
<b>RQF-10</b>	Pausar juego	Media	CU 2
<b>RQF-11</b>	Reanudar juego	Media	CU 2
<b>RQF-16</b>	Agarrar las cajas Nivel 3	Alta	CU 2
<b>RQF-17</b>	Dispensador de cajas nivel 3	Alta	CU 2
<b>RQF-18</b>	Validar cambio de escenario	Alta	CU 3
<b>RQF-19</b>	Cambiar escenario	Alta	CU 3
<b>RQF-27</b>	Notificación por ejercicio	Alta	CU 6
<b>RQF-29</b>	Abrir ventana de créditos	Media	CU 8
<b>RQF-30</b>	Cerrar ventana de créditos	Media	CU 8
<b>RQF-31</b>	Abrir ventana de controles	Media	CU 9
<b>RQF-32</b>	Cerrar ventana de controles	Media	CU 9

<b>RQF-33</b>	Confirmar salir del juego	Media	CU 10
<b>RQF-34</b>	Cerrar partida	Media	CU 10

**Tabla 5 Sprint Backlog 2**

### 5.1.2.2 Daily Scrum

Como en los daily Scrum efectuados en el primer Sprint, se efectuaron reuniones vía Skype. Con la diferencia, que la frecuencia aumentó de lunes a viernes dado que era el final de proceso. Además, la reunión final fue realizada, con el director de trabajo de grado, para empezar a efectuar las pruebas unitarias y observar la funcionalidad obtenida.

Por otro lado, se siguió efectuando la reunión semanal, el día jueves a las 4:00 pm, con el fin de mostrar los avances, generar correcciones y revisar los documentos.

### 5.1.2.3 Cambios realizados durante el Sprint 2

Como se planteó anteriormente, Scrum es una metodología ágil, que apoya el proceso de cambio y replanteamiento en cada Sprint. Por lo cual, en el segundo Sprint, se coordinaron los aspectos finales y se determinó cambios eran necesarios para generar el prototipo final.

Antiguo	Nuevo
<b>Las cajas para armar la caja, caerían del dispensador.</b>	Debido a la complejidad del algoritmo y a la falta de tiempo, se decidió que las cajas estarían ya colocadas en un área de la escena del nivel 3.
<b>Se lanzaría diferentes tipos objetos, para que el jugador esquive.</b>	Se lanza solo un tipo de elemento toxico, con el fin, de qué al tocarlo, el jugador perderá el nivel.
<b>Al perder el juego, el jugador iniciaba desde el comienzo</b>	Se agregó, los botones de reiniciar el nivel, para que el jugador, pueda volver al nivel que perdió.

**Tabla 6 Cambios Sprint 2**

#### 5.1.2.4 Prototipo

El resultado del primer Sprint fue:

- El prototipo final.

#### 5.1.3 Pruebas

Al terminar cada uno de los Sprint, se procedió a realizar las pruebas unitarias, con el fin de determinar el correcto funcionamiento de los casos de uso implementados y las pruebas de integración, para verificar el cambio entre escenas y la unificación del juego como un todo. El resultado de estas pruebas se representa [fase de resultados](#).

#### 5.1.4 Pantallas y funcionalidades

Después del tener el prototipo final y haber realizado todos los cambios, descritos y planteados por el grupo desarrollador y el director de trabajo de grado, Las pantallas resultantes se mostrarán a continuación y describirán el nivel y funcionalidad principal.

##### 5.1.4.1 Pantalla de Inicio

Se presenta en el momento, que el usuario inicio el juego. Muestra el menú principal del videojuego y su navegabilidad.



**Ilustración 15 Pantalla de Inicio**

### 5.1.4.2 Personajes

Al dar clic en el botón personajes, el videojuego despliega los personajes principales y la opción de seleccionar alguno.



Ilustración 16 Pantalla Personajes

### 5.1.4.3 Nivel 1

Este se sitúa en la casa del personaje, y representa cada uno de los escenarios, a los cuales el jugador puede acceder. A continuación, se presentan las pantallas presentes en el nivel 1.



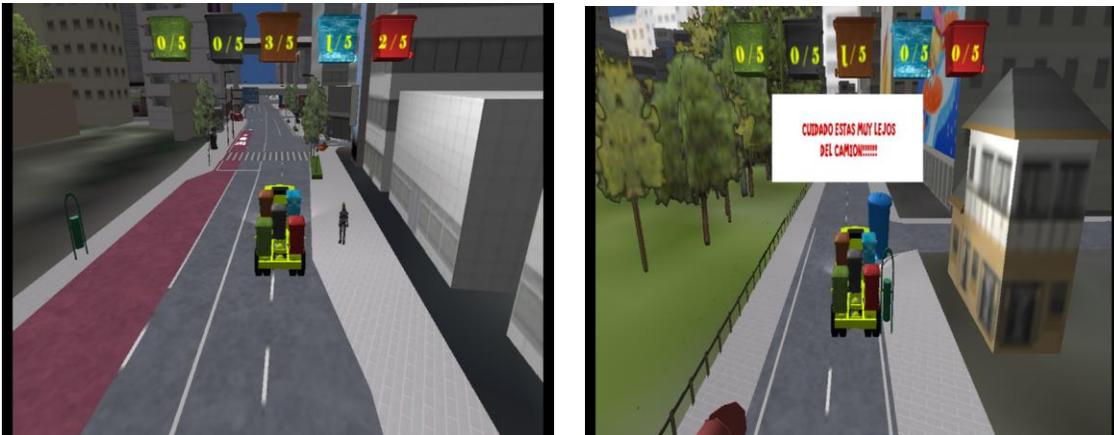
Ilustración 17 Pantalla inicial Nivel 1



**Ilustración 18 Pantalla Cuarto de estudio Nivel 1**

#### 5.1.4.4 Nivel 2

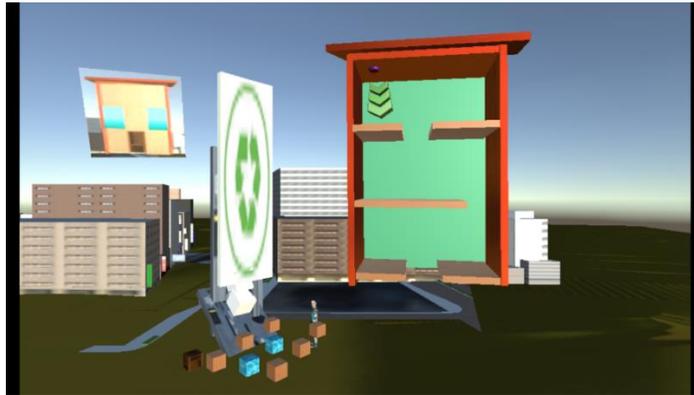
Este nivel representa la ciudad Smogpolis, llena de basuras para ser recolectados. Los elementos presentes son el camión, el cual va recorriendo la ciudad, las basuras y el contador, respectivo.



**Ilustración 19 Pantalla Ciudad Nivel 2**

#### 5.1.4.5 Nivel 3

Muestra un escenario estático, el cual cambia, cuando se completa una parte de la casa.



**Ilustración 20 Pantalla inicial Nivel 3**



**Ilustración 21 Pantalla final Nivel 3**

#### **5.1.4.6 Consejos**

Para cada uno de los niveles, se presentan consejos en diferentes elementos asociados a la temática. Estos tienen un diseño base, solo varía el contenido y la ubicación.



Ilustración 22 Pantalla consejo 1 y 2

#### 5.1.4.7 Pantallas Adicionales

Esta pantalla se presenta, cuando el jugador completa satisfactoriamente el nivel.



Ilustración 23 Pantalla Nivel Superado

Esta pantalla se despliega, cuando el jugador pierde el nivel.



**Ilustración 24 Pantalla Game Over**

Esta pantalla se presenta, al completar exitosamente todos los niveles del videojuego.



**Ilustración 25 Pantalla Nivel Superado**

## 6 VI – RESULTADOS

Para realizar un correcto proceso de software, y ejecutar cada paso de la metodología elegida para el proyecto, se realizaron las pruebas de software unitarias, integración, despliegue y Beta; con el fin de determinar el funcionamiento, encontrar errores, ver posibles cambios e inconformidades y entregar un prototipo correcto y funcional. Las pruebas fueron divididas según la metodología planteada.

## 6.1 Postproducción

En cada Sprint se realizaron las pruebas unitarias, con el fin de encontrar los errores fundamentales, incoherencias, deficiencias, etc. De cada funcionalidad planteada en cada fase. Al terminar los Sprints y obtener el prototipo total, se procedió a realizar las pruebas de integración y de despliegue. Posteriormente, al corregir todos los errores encontrados en las pruebas anteriores y determinar un prototipo final, se ejecutaron las pruebas Beta con la población a la cual va dirigido el proyecto.

### 6.1.1 Pruebas Unitarias

Estas pruebas, fueron realizadas al completar una funcionalidad principal del videojuego durante cada uno de los Sprints, para seguir la metodología planteada. Por lo cual fueron un apoyo constante durante el desarrollo, para comprobar los errores y determinar la mejor forma de solucionarlos. Los resultados se dividieron por niveles, se debe tener en cuenta que cada uno de los errores mostrados a continuación, fueron solucionados correctamente.

#### 6.1.1.1 Nivel 1

- El contador de los elementos no funcionaba correctamente, dado que no aumentaba al seleccionar alguno de los objetos asociados.
  - Se reinició el contador y se activó de nuevo.
- Cada uno de los elementos que debían ser clasificados, no desaparecían al seleccionarlos.
  - Se procedió a arreglar los colisionadores de cada objeto.
- Al iniciar el nivel, no se visualizaba todo el entorno, sino solo la habitación actual.
  - Se agregaron paredes a toda la casa y se activaron para que fuera visible todo el entorno de ésta.
- El nivel presentaba poca iluminación, en el momento de desplegarlo.
  - Se adicionaron luces en cada una de las habitaciones.

#### 6.1.1.2 Nivel 2

- En el momento que el camión realizaba un giro, este se volteaba.

- Se agregó más peso al camión, para que tuviera más estabilidad.
- El camión iba a una velocidad excesiva por lo cual, el personaje le era imposible alcanzarlo o estar al par.
  - Se bajó la velocidad del camión.
- Cuando el personaje, se alejaba de la distancia establecida, el jugador perdía el nivel, sin saber por qué.
  - Se implementó una alerta en el momento que el personaje se aleja a cierta distancia del camión.

### **6.1.1.3 Nivel 3**

- La casa de nivel 3, presenta demasiada oscuridad por la sombra de esta.
  - Se procedió a quitar la sombra de la casa.
- El jugador podía agarrar dos cajas al tiempo, por lo cual no ejecutaba correctamente el nivel.
  - Se estableció una restricción al personaje, para que solo agarrara una caja al tiempo.
- El personaje se agachaba cada vez que pasaba por debajo de un techo.
  - Se modificó el código del personaje, para que caminara derecho.

## **6.1.2 Pruebas de Integración**

Al terminar, cada uno de los Sprint y determinar que cada una de las funcionalidades, tiene un 90% de operatividad, se procedió a realizar las pruebas de integración, al unificar cada uno de los niveles, pantallas y funcionalidades. Estas pruebas se realizaron en cada uno de los Sprint, unificando lo niveles realizados; en el primero fue nivel 1 y 2, el segundo, el prototipo final. En estas pruebas, se encontró lo siguiente:

- Se presentó un error en los puntajes del nivel 1, dado que, al completar los puntajes requeridos, no pasaba al siguiente nivel.
  - Se corrigieron los contadores de cada objeto a clasificar.
- Al terminar el nivel uno e iniciar el nivel dos, este último quedaba en pausa y no se podía realizar ninguna acción.

- Se activó el nivel, para que iniciará al terminar el nivel uno.
- Los colores de los mensajes, se encontraron poco llamativos y coloridos.
  - Se cambió la letra y color de los mensajes.
- La flecha del nivel 3, que indica donde se debe ubicar el objeto permanece estática.
  - Se agregó movimiento a la flecha.
- Faltaba el botón Pausar, en todos los niveles.
  - Se agregó el botón Pausar en cada nivel.

### **6.1.3 Pruebas de despliegue**

Después de corregir todos los errores encontrados en las pruebas anteriores, se creó la versión final del prototipo. Luego se procedió a crear el ejecutable e instalarlo en diferentes computadores. El primer error que se encontró, fue que era necesario, instalar unas carpetas previas con ciertos datos del videojuego. Después de instalar las carpetas y correr el ejecutable, el videojuego no presento ningún problema y fue instalado correctamente.

### **6.1.4 Pruebas de Usabilidad**

Al terminar de realizar las pruebas anteriores y determinar que el prototipo final, cumplía con las funcionalidades planteadas, se procedió a ejecutar las prueba Beta. Estas pruebas se realizaron los días 10, 11 y 12 de mayo de 2016, con los colegios Liceo Libre, Colegio Sagrado Corazón de Jesús y Colegio Nacional Universitario, respectivamente. Se contó con 234 niños entre las edades de seis a diez años, en los niveles educativos de segundo a quinto grado.

Para ejecutar las pruebas, se contó con 45 a 60 minutos, donde se realizaron los siguientes pasos:

#### **6.1.4.1 Instalación del videojuego en los computadores**

Se contó con un periodo extra de tiempo, antes de iniciar la ejecución del videojuego. En la cual, se instaló las carpetas necesarias para desplegar el juego.

#### **6.1.4.2 Explicación o Introducción al videojuego.**

Al ubicar a los niños, en cada uno de los computadores, se procedió a realizar una explicación general del videojuego y de cada uno de los niveles, para aprovechar el tiempo; para esto, se contó con 5 minutos. Además, al empezar la ejecución del videojuego, se ofreció asesorías a los niños en la parte de controles, para facilitar el proceso de juego.

#### **6.1.4.3 Ejecución del Videojuego.**

Luego de realizar la explicación, se procedió a jugar Reciclatón. Para ello se contó con 35 a 50 minutos, en los cuales, los niños ejecutaron cada uno de los niveles, al menos una vez, para poder obtener datos concretos y reales en la encuesta.

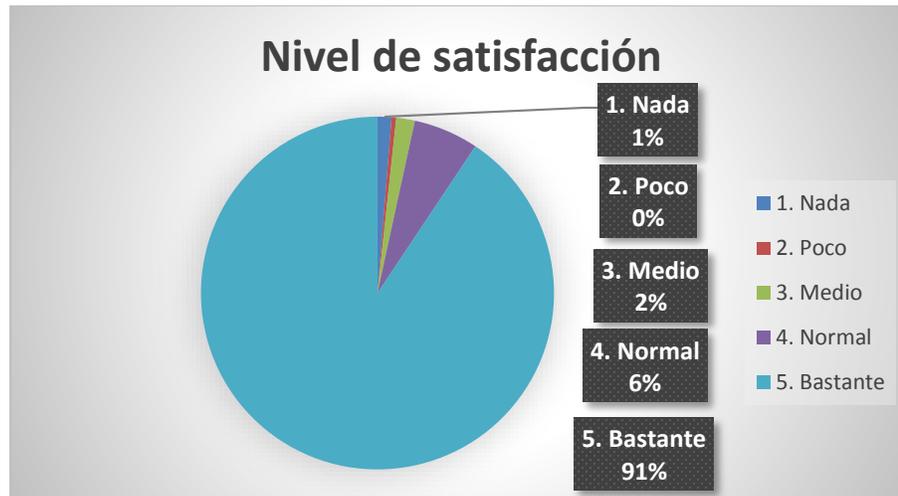
#### **6.1.4.4 Encuesta a los participantes.**

Al terminar de jugar Reciclatón y contar con al menos 5 a 7 minutos restantes del tiempo asignado, se procedió a realizar la encuesta. Para ello, se organizó a los niños en fila y se les pidió que levantaran la mano al contestar cada pregunta. Estas respuestas fueron grabadas en formato de video, para poder realizar el conteo y análisis de los datos posteriormente.

Las preguntas realizadas a los niños, fueron formuladas en lenguaje común y sencillo para ser comprendidas fácilmente. A continuación, se representa los resultados y su respectivo análisis.

1. ¿De 1 a 5 cuanto les gustó el videojuego?

Como se puede ver en la ilustración 32, el 91% de los niños encuestados les gustó bastante, el videojuego Reciclatón. Lo cual indica, que el videojuego, tiene un alto nivel de aceptación, entre la población objetivo. Se pudo observar, que los niños que dieron un puntaje más bajo, fue consecuencia de la falta de atención y la poca disponibilidad para ubicar los botones y ejecutar lo niveles.



**Ilustración 26 Nivel de satisfacción**

2. ¿Volverían a jugar el videojuego?

Como se puede ver en la ilustración 33, el 99% de los participantes volverían a jugar Reciclatón e interactuar con él. Además, al finalizar el proceso de pruebas, los niños participantes les solicitaron a los desarrolladores, el instalador del juego, para tenerlo en sus hogares. El 1% de los niños que no volverían a jugar, fueron los mismos que dieron un puntaje bajo en la pregunta anterior.



**Ilustración 27 Aceptabilidad de recurrencia**

3. ¿Cuál nivel les gustó más?

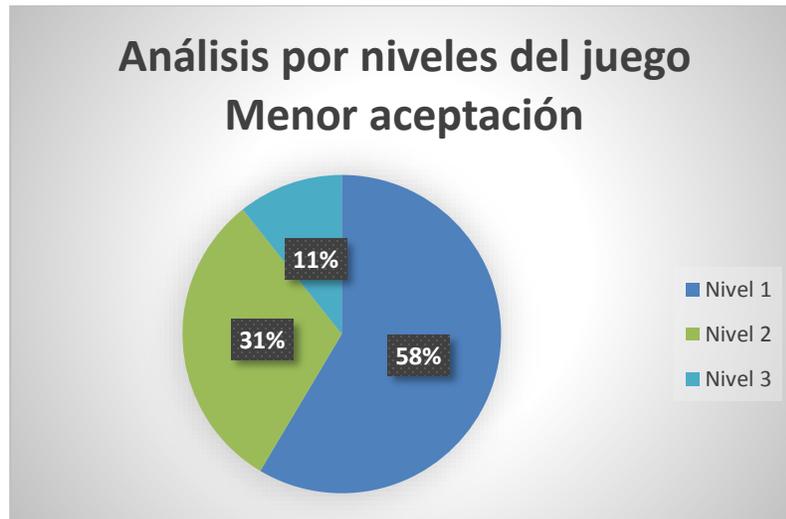
Con el fin de entender, cual fue el nivel más atractivo para los usuarios. Se les pidió elegir, cual fue el más llamativo, entre los tres para cada uno de ellos. Lo que se pudo observar en la ilustración 34, es que el nivel 3 tuvo la mayoría de la población debido a su facilidad y tipo de interacción. Lo cual se diferenció con los gustos del grupo desarrollador, que creían más atractivo el nivel 2.



**Ilustración 28 Análisis por niveles del juego – Mayor aceptación**

4. ¿Cuál nivel les gusto menos?

Respecto al nivel con menor aceptación, se observó que el nivel 1 contó con el mayor porcentaje de estudiantes, debido a diferentes factores, tales como la movilidad del personaje, el tiempo y la dificultad del nivel. Además, se observó que los estudiantes al iniciar el nivel 1, no realizan una lectura de las instrucciones y consejos, lo cual empeoraba el proceso en el desarrollo del nivel.



**Ilustración 29 Análisis por niveles del juego - Menor aceptación**

Las respuestas anteriores, buscaron determinar si el videojuego era atractivo, divertido, fácil de usar y aceptable por la población elegida. Según las respuestas, a las preguntas formuladas, se observó que el videojuego cuenta con una gran aceptabilidad, entre la población. Además de ofrecer diversión y atracción, mientras ofrece un mensaje educativo.

Por otro lado, se buscó observar las opiniones de los niños referente a los conceptos presentados en el videojuego, y determinar qué porcentaje de ellos se acordaba de algún consejo. Se trató no solo de evaluar la parte funcional, si observar si el videojuego cumplía con su función básica y se creaba una aceptación del mensaje que se desea transmitir. Se debe tener en cuenta, que los resultados aquí, planteados no son determinantes, dado que el objetivo principal de las pruebas betas, era evaluar la funcionalidad del videojuego en su entorno final.

Para ello, se realizaron las siguientes preguntas, descritas en la ilustración 36. Para las siguientes preguntas, se escribieron las respuestas más comunes de los jugadores.

## Resumen de pregunta abiertas

¿Qué cambiarían o sugerencia de Reciclatón?	¿Cuál era el tema de Reciclatón?	¿Cuáles consejos estaban presentes en Reciclatón?	¿Pueden aplicar lo que aprendieron en la casa?
El camión se estanca en algunas partes de la carretera.	Aprender a reciclar	Bañarse en 5 minutos y cerrar la llave al cepillarse los dientes	Al no pedir bolsas plásticas.
Aumentar el tiempo en el nivel 1.	Como clasificar las basuras	Se pueden realizar muebles con llantas	No desperdiciar agua
Disminuir el movimiento del personaje al girar.	Aprender a reducir y reutilizar	Desconectar los aparatos electrónicos	No botar basura a la calle
Aumentar los niveles	Como ahorrar energía	Las bolsas duran 180 años en descomponerse, el vidrio dura 4000 años y el plástico 150 años	Reciclar y ayudar a la naturaleza
Crear un nivel que te enseñe a ahorrar energía.	Como crear nuevos elementos	Donar la ropa y elementos cuando no los uses.	No contaminar y sembrar árboles.

### Ilustración 30 Resumen de preguntas abiertas

Después de analizar las respuestas dados por los niños, se concluyó lo siguiente:

Respecto a las sugerencias dadas por los niños, se determinó que era necesario implementar algunas de ellas, tales como, mejorar la movilidad del personaje en cada uno de los niveles, para facilitar la culminación del videojuego. Verificar el recorrido del camión, para evitar el atascamiento de este, en los edificios. Por otra parte, se consideró implementar en cada nivel, diferentes dificultades para ser más acordes al rango de edad, esta última se planteó como un trabajo futuro.

Referente a la temática principal del videojuego, se observó que un 50% de los niños recordaban al menos un consejo presentado en el videojuego y que un 10% planteó consejos diferentes apoyados en la temática y lo vivido en Reciclatón. Al ver las opiniones presentadas por los niños, se observó que el mensaje tenía una acogida media, además de obtener una respuesta positiva, al preguntar si adoptarían lo visto en el videojuego en sus vidas cotidianas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que el videojuego es divertido, usable, de gran acogida y variedad, además de ayudar a crear conciencia del problema ambiental y que se puede hacer para solucionarlo.

### **6.1.5 Aplicaciones del videojuego**

Teniendo en cuenta, que la temática principal del videojuego es una herramienta fundamental para la educación ambiental y que la forma simple y sencilla en que éste fue desarrollado, el rango de aplicaciones es bastante amplio, dado que se busca que el material descrito sea aplicado por una gran cantidad de la población. A continuación, se explicarán las dos más básicas:

- Como herramienta de acompañamiento, en actividades de clase en instituciones educativas: Esta busca ser un apoyo práctico y didáctico, en las clases teóricas de educación ambiental, para mostrar de forma interactiva lo que se puede realizar, además de mostrar desde otra perspectiva la solución a la problemática de generación de basuras. Con esta se busca, vincular de forma coordinada y coherente, las clases tradicionales y las nuevas tecnologías, para realizar un uso más interactivo del videojuego y la explicación teórica.
- Como herramienta individual: Con esta se busca, que la población objetivo, pueda experimentar el videojuego, desde cualquier ubicación sin o con la supervisión de un adulto. Al ser un videojuego sin violencia y con un contenido educativo, el jugador puede realizar esta actividad cada vez que le sea posible, y así interactúa con el conocimiento planteado, a su propio ritmo. Por otra parte, al tener una supervisión de un adulto, el proceso de enseñanza se puede complementar, dado que el niño, podría preguntar y resolver dudas con el adulto y así, plantear nuevas formas de desarrollar los diferentes consejos.

## 7 VII- CONCLUSIONES

### 7.1 Análisis de Impacto del Desarrollo

Después de finalizar el proceso de desarrollo, se identifican tres tipos de perspectivas en el impacto provocado por el videojuego.

#### 7.1.1 Disciplinar

Desde la perspectiva de la Ingeniería de Sistemas, la experiencia de realizar el videojuego e involucrar todo un proceso de software, ayuda a crear nuevos conocimientos, y amplía el campo de acción en el grupo desarrollador. Por otra parte, se crea un referente, en los futuros trabajos de grados enfocados en el desarrollo de videojuegos didácticos, al complementar el proceso de software con el documento GDD. Asimismo, aporta en otras áreas de conocimiento como la docencia y la educación ambiental.

#### 7.1.2 Social

Uno de los objetivos del grupo de desarrollo, es crear conciencia en las generaciones más jóvenes, acerca de la problemática ambiental actual, para que estas puedan realizar un cambio. Al implementar el videojuego Reciclatón, se observó un aumento en la curiosidad por parte de los niños, al conocer cómo realizar actividades cotidianas que ayudan al ambiente, por medio de los consejos presentes en los niveles del videojuego. Por otra parte, se observa como el videojuego puede ser implementado, como un complemento al currículo académico de las materias asociadas y un apoyo didáctico utilizado por los profesores y alumnos.

#### 7.1.3 Económica

Al ser un videojuego gratis, la información y su contenido, puede ser accedido por cualquier niño con un computador. Lo cual, puede aumentar su uso e implementación al no importar los recursos económicos.

## 7.2 Conclusiones y Trabajo Futuro

### 7.2.1 Conclusiones

A partir del proyecto de grado realizado, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la fase de levantamiento de información, fue la clave para el desarrollo del proceso, dado que dio como resultado una base sólida, para determinar los ítems del videojuego y dar solución a nuestra problemática. Asimismo, da origen a los documentos SRS, GDD. Los cuales minimizaron los cambios a lo largo del proceso.
- El documento GDD, facilitó el diseño ordenado, la integración de las ideas, la creación de una historia, y el poder plasmar todos los elementos gráficos y estéticos; lo que ayudó a la unanimidad de ideas, conceptos y coherencia entre los RF, el diseño plasmado y el producto resultante. Al describir este tipo de información en un documento aparte, ayudó a ordenar y clasificar la información, en cada una de las fases de la metodología.
- La herramienta Unity, ayudó a la correcta culminación del videojuego. Debido a los entornos de prefabs y asstes predefinidos, que facilitan un entorno amigable con el desarrollador. Además, de proveer gran variedad de comunidades de desarrollo y una documentación robusta.
- Se pudo ver que los elementos tales como, el análisis de requerimientos, la ingeniería de software y los conocimientos base en el área de programación, facilitaron el desarrollo del proceso de software. Dado que fue necesario entender las funcionalidades y la temática del videojuego, adoptar una estándar de ingeniería y dar vida al prototipo.
- La metodología elegida, favoreció el desarrollo del proyecto, dado que es basada en iteraciones y promueve un desarrollo del proceso por fases, lo que ayudó a la corrección y adición de nuevos elementos que mejoraron el proyecto.
- El videojuego y la temática elegida, además de la representación de este tipo conocimiento, contribuyó a aumentar la curiosidad, por la concientización referente a la educación ambiental y el tratamiento de residuos.

### 7.2.2 Trabajos futuros

Después de culminar el trabajo, se determinó algunas mejoras, que se pueden implementar al proyecto. Estas mejoras están basadas en los resultados de las pruebas y los pensamientos del grupo desarrollador.

- Dado que el videojuego abarca tantas edades, se propone que cada nivel tenga niveles de dificultad (Fácil, Medio, Alto) para facilitar su uso en edades menores y mayores.
- Se propone agregar más consejos, en el momento de introducción de cada nivel y que estos sean generados de forma aleatoria, para que sean diferentes al volver a iniciar otra partida.
- Implementar un cuestionario o preguntar aleatorias, a lo largo de los niveles, para reforzar el tema de educación.
- Realizar un proceso de seguimiento y evaluación a un porcentaje de la población objetivo, para determinar si los conceptos planteados influyen en su vida cotidiana y actos, referentes al cuidado al medio ambiente y tratamiento de residuos sólidos.
- Remarcar más cada R en los niveles, creando nuevos niveles y escenarios.
- Implementar el videojuego en el programa Prosofi de la Pontificia Universidad Javeriana. Además, de proponerlo como material educativo en los colegios, en el área de biología o educación ambiental.
- Generar una propuesta de educación ambiental, que tenga como parte fundamental el videojuego didáctico y la integración de los conocimientos impartidos por el profesor, en un currículo escolar.

## 8 IV- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía

- Acuña Agudelo, M. P. (2013). *ESTRATEGIA LUDICA VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA EDUCACION AMBIENTAL EN NIÑOS EN EDAD PREESCOLAR* . Obtenido de [http://rlcu.org.ar/recursos/ponencias\\_IX\\_encuentro/Acuna\\_Agudelo.pdf](http://rlcu.org.ar/recursos/ponencias_IX_encuentro/Acuna_Agudelo.pdf)
- Age, C. S. (1998). Getting a handle on waste management. En C. S. Age. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/222060926?accountid=13250>.
- Al-azawi, R., Ayes, A., & Obaidy, M. (2014). Agent-based Agile approach for Game Development Methodology. *Computer Applications and Information Systems(WCCAIS) 2014 World Congress on* (págs. 1-9). Hammamet: IEEE.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (12 de Julio de 2012). *Bogotá Basura Cero*. Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/ciudad/bogota-basura-cero>
- American Forest Foundation. (2010). *Project Learning Tree*. Obtenido de Empowering Educators, Inspiring Youth: <https://www.plt.org/>
- Andreu Andrés, M. A., & García Casas, M. (s/f). *Actividades lúdicas en la enseñanza de LFE*:. Obtenido de [http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/ciefe/pdf/01/cvc\\_ciefe\\_01\\_0016.pdf](http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/ciefe/pdf/01/cvc_ciefe_01_0016.pdf)
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1987). *Desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- Blanco Bueno, C. (s.f.). *Ingeniería del Software*. Obtenido de <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-del-software-ii/materiales/tema1-pruebasSistemasSoftware.pdf>
- Bruegge, B., & Dutoit, A. H. (2002). *Ingeniería de Software Orientada a Objetos*. Mexico: Pearson Educación.
- Calixto-Flores, R. (2012). Investigación en educación ambiental. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 1019-1033.
- Canós, J. H., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de [http://noqualityinside.com/nqi/nqifiles/XP\\_Agil.pdf](http://noqualityinside.com/nqi/nqifiles/XP_Agil.pdf)
- Chacón, P. (Julio de 2008). *El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje*. Obtenido de <http://grupodidactico2001.com/PaulaChacon.pdf>

- Comité de dirección corporación autónoma regional de risaralda. (2003). *Recursos naturales y educación ambiental*. Pereira.
- Concejo de Bogotá D.C. (2010). *Proyecto de acuerdo No. 071*. Recuperado el 8 de Marzo de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38899>
- Dumas, J., & Redish, J. (1999). *A practical guide to usability testing*. Intellect Books.
- Ecoembes. (2015). *Consejos y datos curiosos, para que recicles de forma correcta y sencilla*. Obtenido de <https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/como-reciclar-bien>
- Elias, C. X. (2012). *Reciclaje y Tratamiento de Residuos Diversos*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Febres Cordero, M. E., & Floriani, D. (15 de Noviembre de 2007). *Instituto Nacional de ecología*. Obtenido de CAPÍTULO 6 POLÍTICAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y FORMACIÓN DE CAPACIDADES PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/363/cap6.html>
- Fernández Ruiz, M. (Febrero de 2011). ELEMENTOS VISUALES EXPRESIVOS EN LA INTERACTIVIDAD DEL VIDEOJUEGO. *Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación*(75). Obtenido de [http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia\\_75/varia3parte/29\\_Fernandez\\_V75.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/N/N75/varia_75/varia3parte/29_Fernandez_V75.pdf)
- Figuerola, P. (29 de Julio de 2013). *Qué es un videojuego*. Obtenido de <https://sistemas.uniandes.edu.co/~isis4818/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=queesunvideojuego.pdf>
- FuenteAlba Cruz, M. (2011). REFLEXIÓN SOBRE IMPACTO AMBIENTAL ANTRÓPICO, DESARROLLO SUSTENTABLE Y EDUCACIÓN AMBIENTAL. *Revista Académica de la Universidad Católica del Maule*, 29-43.
- FUNIBER. (2005). *Ingeniería Ambiental: Tratamiento de Residuos Sólidos*. Obtenido de <http://www.funiber.org/areas-de-conocimiento/medio-ambiente-y-desarrollo-sostenible/ingenieria-ambiental-tratamiento-de-residuos-solidos/estructura-academica/>
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- García del dujo, Á. (2013). Enfoques tradicionales y enfoques emergentes en la construcción del marco teórico de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. *Revista Española de Pedagogía*, 209-225.

- García, D., & Priotto, G. (2009). *EDUCACIÓN AMBIENTAL: Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la Educación Ambiental*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Gil, J. A., & Vida, M. T. (2007). *Los videojuegos*. España: Editorial UOC.
- Globe Testing. (2011). *Pruebas Funcionales*. Obtenido de <http://www.globetesting.com/pruebas-funcionales/>
- Gómez de Segura, R. B. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Bilboa: Hegoa.
- González Gaudiano, E. J., & Puente Quintanilla, J. C. (2010). El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Un corte transversal en el marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 5(1), 27-45. Obtenido de <http://www.revistas.usp.br/pea/article/viewFile/30084/31971>
- Grande Martín, R., Martínez González, A., Nuevo Pérez, B., Pérez Medina, C. L., & Rodríguez Guzmán, P. (19 de Noviembre de 2008). *RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Obtenido de [http://demos.usal.es/courses/129135139761/work/494d0f178f4f9RESIDUOS\\_SxLIDOS\\_URBANOS\\_problemtica\\_y\\_tratamiento.pdf](http://demos.usal.es/courses/129135139761/work/494d0f178f4f9RESIDUOS_SxLIDOS_URBANOS_problemtica_y_tratamiento.pdf)
- Graves, C. R. (1991). *Treating Hazardous Waste*. American Society for Industrial Security.
- Green Choices. (2000). *Green Choices*. Obtenido de <http://www.greenchoices.org/green-living/waste-recycling/environmental-impacts#>
- Green peace. (2016). *Las tres r: reduce-reusa-recicla*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Actua/Ecotips/Las-tres-r/>
- Green Teacher. (2015). *Green Teacher*. Obtenido de [Education for Planet Earth: http://greenteacher.com/](http://greenteacher.com/)
- Greenpeace. (2014). *Las tres r: reduce-reusa-recicla*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Actua/Ecotips/Las-tres-r/>
- Hervás, E. (15 de Marzo de 2013). *LOS ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE UN VIDEOJUEGO*. Obtenido de <http://www.indieorama.com/dev-lavde-1/>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste, A global review of solid waste management*. Washington: World Bank Group.
- IEEE. (25 de Junio de 1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*.

- IEEE. (19 de Marzo de 2009). *IEEE Standard for Information Technology- Systems Design Software Design Descriptions*. Obtenido de IEEE Std 1016™-2009.
- Ifeel maps. (2013). *Regla de las tres erres ecológicas*. Obtenido de Reducir, reutilizar, reciclar: <http://www.ifeelmaps.com/blog/2014/07/regla-de-las-tres-erres-ecologicas--reducir--reutilizar--reciclar>
- Inforeciclaje. (2011). *Inforeciclaje*. Obtenido de <http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-carton.php>
- Larman, C. (2004). *Agile and iterative development: a manager's guide*. Addison-Wesley Professional.
- Linea Verde. (s.f.). *La educación ambiental*. Obtenido de <http://www.lineaverdemunicipal.com/consejos-ambientales/educacion-ambiental.pdf>
- Mallart, J. (2001). *Didáctica: concepto, objeto y finalidad*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401305/Mallart\\_Juan\\_2001\\_Didactica\\_general.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401305/Mallart_Juan_2001_Didactica_general.pdf)
- Manrubia Pereira, A. (2014). El proceso productivo del videojuego: fases de producción. *Historia Y Comunicación Social*, 791-805.
- Mansdorf, Z. (2010). *Sustainability: The Challenge of Waste*. Penton Media.
- Marín Díaz, V., & García Fernández, M. D. (2005). LOS VIDEOJUEGOS Y SU CAPACIDAD DIDÁCTICO-FORMATIVA. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 113-119.
- Maya Augusto, A. (1996). *El reto de la vida. Ecosistema y cultura. Una introducción al estudio del medio ambiente*. Bogota: Ecofondo.
- Ministerio de ambiente. (26 de Enero de 2016). *El mundo celebra el día de la Educación Ambiental*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2-noticias/2190-el-mundo-celebra-el-dia-de-la-educacion-ambiental>
- Ministerio de Educación de Colombia. (Agosto de 2005). *Educación Ambiental Contruir educación y país*. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-90891.html>
- Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. (Abril de 1996). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Colombia*. Obtenido de Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/colombia/colombia6.html>

- MinTIC. (14 de Octubre de 2014). *Gobierno promociona cuatro nuevos videojuegos educativos y culturales*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-articulo-7315.html>
- MIÑANA BLASCO, C., TORO PÉREZ, C., & MAHECHA GROOT, A. M. (2012). CONSTRUCCIÓN DE LO PÚBLICO EN LA ESCUELA: Una mirada desde dos experiencias de educación ambiental en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa.*, 1147-1171.
- Mitre, H., Olalde, C., & Sanchez, J. (2012). Proposal of Game Design Document from software engineering requirements perspective. *Computer Games (CGAMES), 2012 17th international Conference on* (págs. 81-85). Louisville, KY: IEEE.
- Neal, C. (1994). *Clearing the confusion on waste disposal*. Nursing Homes.
- Nerici, I. (1970). *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Ojefa-Barceló, F., Guitiérrez-Pérez, J., & Perales-Palacios, J. (2006). ¿QUÉ HERRAMIENTAS PROPORCIONAN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN A LA EDUCACIÓN AMBIENTAL? ¿QUÉ HERRAMIENTAS PROPORCIONAN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN A LA EDUCACIÓN AMBIENTAL? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 318-344.
- Pardavé, L. (2007). *Estrategias ambientales de las 3R a las 10R*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- PMOinformatica. (19 de Mayo de 2014). *Plantilla del plan de pruebas de software*. Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com/2014/05/plan-de-pruebas-de-software.html>
- Printing world. (2001). *Waste not, want not*. Tonbridge: Haymarket Business Publications Ltd.
- PRO EUROPE. (Noviembre de 2005). *Environmental Education – the path to Sustainable Development*. Obtenido de [http://www.pro-e.org/files/environmental\\_education.pdf](http://www.pro-e.org/files/environmental_education.pdf)
- Profamilia. (2013). *Temas de Sexualidad*. Obtenido de ¿Qué es la adolescencia?: [http://www.profamilia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=338%3Aique-es-la-adolescencia&catid=55&Itemid=250](http://www.profamilia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=338%3Aique-es-la-adolescencia&catid=55&Itemid=250)
- Profit Labs Ltd. (2014). *Development process*. Obtenido de The SCRUM Methodology: <http://profit-labs.com/development-process/>
- Ramesha Chandrappa, D. B. (2012). *Solid Waste Management*. New York: Springer-Verlag.
- RDS. (s.f.). *Red de desarrollo sostenible de Colombia*. Obtenido de Educación para el desarrollo sostenible: <http://www.rds.org.co/educacion/>

- Redacción Justicia. (21 de Junio de 2013). Petro generó caos en basuras de Bogotá, dice la Procuraduría. *El tiempo*.
- Ryan, T. (19 de Octubre de 1999). *The Anatomy of a Design Document, Part 1: Documentation Guidelines for the Game Concept and Proposal*. Obtenido de [http://www.gamasutra.com/view/feature/131791/the\\_anatomy\\_of\\_a\\_design\\_document\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/131791/the_anatomy_of_a_design_document_.php)
- Sachs, J. D. (4 de Abril de 2015). El porqué de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *El tiempo*.
- Terna, C. (s.f.). *Pruebas de usabilidad*. Obtenido de [http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/Pruebas\\_Usabilidad.pdf](http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/Pruebas_Usabilidad.pdf)
- Toxics Action Center. (2007). *THE PROBLEMS WITH WASTE*. Obtenido de <http://www.toxicsaction.org/problems-and-solutions/waste>
- Unad. (s.f.). *Sistemas de tratamiento de residuos sólidos*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/358012\\_LECCION\\_EVALUATIVA\\_2.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358012/358012_LECCION_EVALUATIVA_2.pdf)
- Unesco. (Julio de 1997). *Actividades de educación ambiental para las escuelas primarias*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000963/096345so.pdf>
- Unity. (2014). *Información sobre Unity*. Obtenido de <http://unity3d.com/es/unity/>
- Universidad de Murcia. (30 de Diciembre de 2006). *Capítulo 2. IAGP 2005/06. Metodologías de desarrollo de software*. Obtenido de <http://www.um.es/docencia/barzana/IAGP/Iagp2.html>
- Universidad Libre. (s.f.). *Guía metodológica para la formulación de proyectos ambientales escolares, un reto más allá de la escuela*. Bogotá.
- Valencia Giraldo, M. (8 de Agosto de 2015). Crean videojuego para enseñar sobre el cuidado ambiental. *El tiempo*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/videojuego-para-ensenar-del-cuidado-ambiental/16206656>
- Wilson, R. A. (1996). *Environmental Education during the Early Childhood Years*. Obtenido de Teaching Green: The Elementary Year: <http://greenteacher.com/wp-content/uploads/2014/08/Comenzar-a-una-edad-temprana-RWilson.pdf>
- Yang, K., Jie, J., & Haihui, S. (2011). Study on the virtual natura landscape walkthrough by using Unity 3D. *VR Innovation, 2011 IEEE International Symposium on*, (págs. 235-238).
- Zabalza, M. (1990). *La didáctica como estudio de la educación*. Madrid: UNED.

Zambonini, D. (2011). *Testing adn deployment*. Obtenido de <http://webappsucess.com/testing-and-deployment.html>

## 9 IV - ANEXOS

1. Diagrama de Casos de Uso
2. Documento de Casos de Uso
3. SRS
4. GDD
5. SDD
6. Manual de Instalación
7. Manual de Usuario
8. Resultado de pruebas - Encuesta