	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 138</b>

16

<b>FECHA</b>	martes, 25 de febrero de 2020
--------------	-------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Chía
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería de Sistemas

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Valdes Julio	David Stiven	1076625755
Muñoz Gutiérrez	Jimmy Alexander	1070018676

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Cañon Varela	Edison Gustavo

### **TÍTULO DEL DOCUMENTO**

Aplicación de realidad aumentada para la elaboración de experimentos de química como herramienta de apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones según la organización de los átomos, para noveno grado de bachillerato.

### **SUBTÍTULO**

**(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)**

### **TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingeniero de sistemas.

### **AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO**

26/11/2019

### **NÚMERO DE PÁGINAS**

131

### **DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)**

<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Agile RUP	Agile RUP
2. Calidad del software	Software quality
3. Enseñanza interactiva	Interactive teaching
4. Enseñanza intuitiva	Intuitive teaching
5. Pruebas de comportamiento	Behavioral tests
6. Realidad aumentada	Augmented reality



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 138</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

### RESUMEN:

En el presente documento se abarca la problemática sobre las dificultades en la apropiación de conocimientos en química adquiridos en la etapa del colegio, ya que se pueden observar falencias en los resultados obtenidos en las pruebas PISA 2015 y un bajo rendimiento en las pruebas ICFES correspondiente al área de química.

Es por esto, que se plantea el desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada diseñado para dar apoyo a los profesores en la enseñanza de temáticas tales como los tipos de reacciones químicas según la organización de los átomos; siendo una herramienta de ayuda en los procesos de elaboración de laboratorios virtuales en ambientes seguros y estables para los estudiantes.

La realidad aumentada es una tecnología que permite disponer de una visión diferente de la realidad. Consiste en la combinación de elementos virtuales con elementos de un ambiente real, formando figura en tercera dimensión. Siendo una tecnología exitosa en diversos campos como es el caso de la educación ya que permite crear nuevas experiencias interactivas.

Por lo tanto, este aplicativo sigue la metodología Agile RUP (Rational Unified Process) denominada "AUP (Agile Unified Process)". Cuyo objetivo es asegurar la producción de un software de alta y de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios cumpliendo con un límite de tiempo y un presupuesto corto para la finalización completa del desarrollo.

Finalmente, ARChemistry permitirá acercar más a los docentes con los estudiantes por medio de prácticas interactivas en ambientes virtuales y seguras para el desarrollo de los laboratorios.

### ABSTRACT

This document covers the problem of difficulties in the appropriation of knowledge in chemistry acquired at the school stage, since there are flaws in the results obtained in the 2015 PISA tests and a poor performance in the ICFES tests corresponding in the area of chemistry.

For this reason, the development of an augmented reality application designed to support teachers in the teaching of various topics such as the types of chemical reactions according to their organization of atoms is proposed; being a tool of help in the processes of elaboration of virtual laboratories in safe and stable environments for the students.

Augmented reality is a technology that allows you to have a different view of reality. It consists of the combination of virtual elements with elements of a real environment, forming figures in third dimension to be visualized in the combination that emerges between these two environments to create one, being a successful technology in various fields such as education since it allows to create new interactive experiences.

Therefore, this application follows the Agile RUP (Rational Unified Process) methodology focused on the "AUP (Agile Unified Process)". Whose objective is to ensure the production of a high-quality software to meet the needs of the users, complying with a time limit and a short budget for the complete completion of the development.

Finally, ARChemistry will allow teachers to be brought closer to students through practices in virtual and safe environments for the development of laboratories.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 138</b>

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos)



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 138</b>

el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**


Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 138</b>

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 7 de 138</b>



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



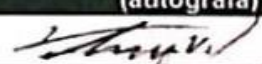
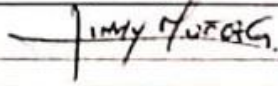
**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Proyecto - aplicación de realidad aumentada para la elaboración de experimentos de química.	.pdf
2. Artículo-aplicación de realidad aumentada para la elaboración de experimentos de química.	.pdf
3. Manual de usuario ARChem	.pdf
4. Aplicacion_ARChem	.rar

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Valdes Julio David Stiven	
Muñoz Gutiérrez Jimmy Alexander	

21.1-51.20

**APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ELABORACIÓN DE  
EXPERIMENTOS DE QUÍMICA COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA  
ENSEÑANZA DE LOS TIPOS DE REACCIONES SEGÚN LA ORGANIZACIÓN  
DE LOS ÁTOMOS, PARA NOVENO GRADO DE BACHILLERATO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS**

**JIMMY ALEXANDER MUÑOZ GUTIÉRREZ**

**DAVID STIVEN VALDES JULIO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**2019**



**APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ELABORACIÓN DE  
EXPERIMENTOS DE QUÍMICA COMO HERRAMIENTA DE APOYO EN LA  
ENSEÑANZA DE LOS TIPOS DE REACCIONES SEGÚN LA ORGANIZACIÓN  
DE LOS ÁTOMOS, PARA NOVENO GRADO DE BACHILLERATO**

**JIMMY ALEXANDER MUÑOZ GUTIÉRREZ**

**CÓDIGO: 561215149**

**DAVID STIVEN VALDES JULIO**

**CÓDIGO: 561215286**

**DIRECTOR**

**ING. ESP. EDISON GUSTAVO CAÑON VARELA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN CHÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a nuestra universidad, gracias por habernos permitido formarnos en ella; gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso; gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que en el día de hoy se vería reflejado en la finalización y culminación de nuestro proyecto de grado y de nuestro paso por la universidad. Gracias a nuestros padres; que fueron nuestros mayores promotores y los que más estuvieron con nosotros apoyándonos cada día sin falta durante nuestro proceso universitario. Gracias a nuestro director del proyecto; que fue uno de los responsables de que nos animáramos cada día más en culminar; de la mejor forma nuestra carrera; gracias por darnos su apoyo y ayudarnos con este gran paso para nosotros.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias por sus aportes, a su amor, a su bondad y su apoyo. Les agradecemos con todo el corazón. Gracias.

## **DEDICATORIAS**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, a mis padres y mi hermana que con su apoyo, cariño y gran amor, han estado en todos los momentos y me han animado y guiado siempre a continuar contra viento y marea. Agradezco a mi familia que con su apoyo incondicional han sido parte importante de este camino.

Jimmy Alexander Muñoz Gutiérrez.

Dedico este proyecto con todo amor y cariño a Dios y mis padres que siempre estuvieron conmigo tanto en los momentos buenos como también en los difíciles en el transcurso de mis estudios, sin importarles el riesgo o la necesidad para cumplir con cada una de mis metas. Por ultimo y no menos importante, le dedico este trabajo de grado a cada uno de mis amigos de la universidad y familiares, que fueron de un gran apoyo para seguir siempre adelante y nunca rendirme, aportándome siempre sus buenas energías y ayudas que me fueron de gran utilidad durante el transcurso de mi carrera. A todos y todas mil gracias.

David Stiven Valdes Julio.

## RESUMEN

En el presente documento se abarca la problemática sobre las dificultades en la apropiación de conocimientos en química adquiridos en la etapa del colegio, ya que se pueden observar falencias en los resultados obtenidos en las pruebas PISA 2015 y un bajo rendimiento en las pruebas ICFES correspondiente al área de química.

Es por esto, que se plantea el desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada diseñado para dar apoyo a los profesores en la enseñanza de temáticas tales como los tipos de reacciones químicas según la organización de los átomos; siendo una herramienta de ayuda en los procesos de elaboración de laboratorios virtuales en ambientes seguros y estables para los estudiantes.

La realidad aumentada es una tecnología que permite disponer de una visión diferente de la realidad. Consiste en la combinación de elementos virtuales con elementos de un ambiente real, formando figura en tercera dimensión. Siendo una tecnología exitosa en diversos campos como es el caso de la educación ya que permite crear nuevas experiencias interactivas.

Por lo tanto, este aplicativo sigue la metodología Agile RUP (Rational Unified Process) denominada “AUP (Agile Unified Process)”. Cuyo objetivo es asegurar la producción de un software de alta y de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios cumpliendo con un límite de tiempo y un presupuesto corto para la finalización completa del desarrollo.

Finalmente, ARChemistry permitirá acercar más a los docentes con los estudiantes por medio de prácticas interactivas en ambientes virtuales y seguros para el desarrollo de los laboratorios.

**Palabras clave:** Agile RUP; aplicativo; calidad del software; enseñanza interactiva; enseñanza intuitiva; pruebas de comportamiento; realidad aumentada.

## ABSTRACT

This document covers the problem of difficulties in the appropriation of knowledge in chemistry acquired at the school stage, since there are flaws in the results obtained in the 2015 PISA tests and a poor performance in the ICFES tests corresponding in the area of chemistry.

For this reason, the development of an augmented reality application designed to support teachers in the teaching of various topics such as the types of chemical reactions according to their organization of atoms is proposed; being a tool of help in the processes of elaboration of virtual laboratories in safe and stable environments for the students.

Augmented reality is a technology that allows you to have a different view of reality. It consists of the combination of virtual elements with elements of a real environment, forming figures in third dimension to be visualized in the combination that emerges between these two environments to create one, being a successful technology in various fields such as education since it allows to create new interactive experiences.

Therefore, this application follows the Agile RUP (Rational Unified Process) methodology focused on the "AUP (Agile Unified Process)". Whose objective is to ensure the production of a high-quality software to meet the needs of the users, complying with a time limit and a short budget for the complete completion of the development.

Finally, ARChemistry will allow teachers to be brought closer to students through practices in virtual and safe environments for the development of laboratories.

**Keywords:** Agile RUP; applicative; software quality; interactive teaching; intuitive teaching; behavioral tests; augmented reality.

## TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1 .....	27
INTRODUCCIÓN.....	27
1. PROBLEMA .....	28
1.1 Planteamiento del problema .....	28
1.2 Formulación del problema.....	29
2. OBJETIVOS.....	30
2.1 General.....	30
2.2 Objetivos específicos.....	30
3. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	31
3.1 Alcances.....	31
3.1.1 Según la organización de los átomos: .....	31
3.1.2 Según el cambio de estado de oxidación: .....	32
3.2 Limitaciones .....	32
3.2.1 Tecnológicas.....	33
3.2.2 Técnicas .....	33
4. JUSTIFICACION.....	34
5. LINEA DE INVESTIGACIÓN.....	37
CAPITULO 2 .....	38
6. MARCO TEÓRICO .....	38
6.1 MARCO REFERENCIAL .....	38
6.1.1 Enseñanza de las reacciones químicas.....	38
6.1.2 Modelo pedagógico de clase invertida para el desarrollo de experimentos de química .....	40
6.1.3 Realidad aumentada, aplicaciones educativas para la enseñanza de química .....	41
6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	46
6.2.1 Animator en unity .....	46
6.2.2 API.....	46
6.2.3 Aplicativo de escritorio .....	46
6.2.4 Blender .....	46
6.2.5 Educación moderna .....	47

6.2.6 Interfaz usuario .....	47
6.2.7 Lenguaje de programación .....	47
6.2.8 Marcador o Target .....	47
6.2.9 Modelado 3D .....	48
6.2.10 Motor grafico .....	48
6.2.11 Objeto 3D .....	48
6.2.12 OCDE .....	48
6.2.13 PISA .....	49
6.2.14 RGB .....	49
6.2.15 SDK .....	49
6.2.16 Shaders .....	49
6.2.17 Software educativo .....	49
6.2.18 Tecnologías de la información (TIC) .....	50
6.2.19 Texturizado .....	50
6.2.20 Unity3D .....	50
6.2.21 Universal Windows Platform (UWP).....	50
6.2.22 UV Mapping .....	51
6.2.23 Vuforia.....	51
6.2.24 Windows .....	51
6.3 MARCO INGENIERIL .....	51
6.3.1 Realidad Aumentada.....	51
6.3.2 Vuforia.....	54
6.3.3 Unity .....	55
6.3.4 Blender .....	56
6.3.5 C# (C - Sharp) .....	57
6.3.6 Visual Studio .....	58
CAPITULO 3 .....	59
7. METODOLOGIA.....	59
7.1 Fases de AUP .....	59
7.2 Disciplinas de AUP .....	60
8. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	62

8.1 Modelo.....	62
8.1.1 Requisitos funcionales.....	62
8.1.2 Requisitos no funcionales.....	65
8.1.3 Descripción de los módulos de los experimentos.....	65
8.1.4 Casos de uso .....	67
8.1.5 Reglas del negocio.....	70
8.1.6 Diagramas UML .....	70
8.1.7 Diagramas de secuencias .....	73
8.1.8 Modelo de la base de datos.....	75
8.1.9 Creación de marcadores .....	75
8.1.10 Creación de interfaz grafica.....	77
8.2 Implementación .....	78
8.2.1 Desarrollo de la base de datos .....	78
8.2.2 Desarrollo de códigos .....	79
8.2.3 Modelado y texturizado de los objetos en 3D .....	80
8.2.4 Creación de shaders .....	83
8.2.5 Máquinas de estado y animaciones .....	84
8.2.6 Programación de targets .....	86
8.2.7 Creación de interfaz gráfica.....	88
8.2.8 Conexión con la base de datos.....	97
8.2.9 Conexión entre escenarios o módulos .....	97
8.2.10 Desarrollo del cronograma establecido .....	98
8.2.11 Componentes de hardware y software que se usaran para él desarrollo .....	99
8.2.12 Creación y configuración de la aplicación .....	100
9. TESTER .....	103
9.1 Pruebas de caja blanca e integración .....	103
9.1.1 Pruebas de reconocimiento de targets .....	103
9.1.2 Prueba de porcentaje de reconocimiento de los tres marcadores .....	104
9.1.3 Prueba de renderizado de los objetos en 3D en cada marcador.....	106
9.1.4 Prueba de interacciones con elementos proyectados.....	107
9.1.5 Prueba de interacción con botones virtuales.....	108



9.2 pruebas de caja negra.....	109
9.2.1 Prueba de funcionamiento .....	109
9.3 Pruebas de experiencia de usuario.....	111
9.4 Pruebas de rendimiento .....	113
9.5 Pruebas de compatibilidad.....	117
CAPITULO 4 .....	118
10. CONCLUSIONES.....	118
11. RECOMENDACIONES .....	119
12. PROYECCIONES .....	120
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	121
14. ANEXOS .....	125

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aplicativo AR Chemistry para la combinación de elementos .....	42
Figura 2	Interfaz del Proyecto HoloLAB Champions para gafas de realidad virtual .....	43
Figura 3	Interfaz del software MEL Chemistry encargado de generar exámenes y lecciones de química .....	43
Figura 4	Jugabilidad del software SuperChem VR desarrollado para gafas de realidad virtual .....	44
Figura 5	Proyección del elementos por medio de marcadores con el software RApp Chemistry .....	44
Figura 6	Molécula de ácido fosfórico graficada en forma de secuencia química con el prototipo de realidad aumentada .....	45
Figura 7	La figura representa el nivel cero de realidad aumentada "Código QR y barras" .	52
Figura 8	La figura representa el nivel 1 de la realidad aumentada con una visualización de un objeto en 3D .....	53
Figura 9	Las figura representa el nivel 2 de realidad aumentada mostrando el posicionamiento de los objetos sin necesidad de marcadores .....	53
Figura 10	La figura representa el nivel 3 realidad aumentada visión de esta realidad por medio de Google glass.....	54
Figura 11	Diagrama de flujo de datos en un aplicativo explicando la funcionalidad del Vuforia.....	55
Figura 13	Panel de edición y texturizado del material de Blender, elaboración propia. ....	57
Figura 14	La figura describe las disciplinas de la metodología AUP.....	59
Figura 15	Requisitos funcionales del aplicativo, elaboración propia.....	62
Figura 16	Requisito funcional de acceso a la aplicación por medio del usuario estudiante, elaboración propia .....	63
Figura 17	Requisitos funcionales para el usuario docente, elaboración propia.....	64
Figura 18	Requisitos funcionales para el usuario administrador, elaboración Propia .....	64
Figura 19	Requisitos no funcionales del aplicativo, elaboración propia.....	65
Figura 20	Modulo uno según la organización de los átomos con sus respectivos tipos de las reacciones químicas, elaboración propia.....	65

Figura 21 Laboratorios disponibles por cada uno de los tipos de reacciones químicas de la temática según la organización de los átomos, elaboración propia. ....	66
Figura 22 Modulo dos según el cambio de estado de oxidación con su respectivo tipo de reacción química, elaboración propia. ....	66
Figura 23 Laboratorios disponibles por el tipo de reacción redox de la temática según el cambio de estado, elaboración propia.....	67
Figura 24 Modulos principales del aplicativo ARChem, elaboración propia. ....	67
Figura 25 Diagrama de caso de uso global del aplicativo, elaboración propia. ....	68
Figura 26 Reglas de negocio del aplicativo, elaboración propia. ....	70
Figura 27 Diagrama de clases del aplicativo, elaboración propia. ....	71
Figura 28 Diagrama de actividades, DA01 registro de usuario en el aplicativo, elaboración propia. ....	71
Figura 29 Diagrama de actividades, DA02 inicio de sesión en el aplicativo, elaboración propia. ....	72
Figura 30 Diagrama de actividades, DA03 recuperación de contraseña de los usuarios, elaboración propia. ....	72
Figura 31 Diagrama de secuencias, DS01 registro de usuario, elaboración propia. ....	73
Figura 32 Diagrama de secuencias, DS02 inicio de sesión del usuario, elaboración propia. ....	74
Figura 33 Diagrama de secuencias, DS03 recuperación de la contraseña del usuario, elaboración propia. ....	74
Figura 34 Modelo de la base de datos, elaboración propia. ....	75
Figura 35 Marcadores implementados en la aplicación, elaboración propia. ....	75
Figura 36 Vuforia Target Manager para subir las imágenes de los marcadores, elaboración propia.....	76
Figura 37 Interfaz para subir los marcadores a la base de datos, elaboración propia. ....	77
Figura 38 Arquitectura de las interfaces, elaboración propia. ....	78
Figura 39 Base de datos con sus respectivas tablas en SQLite, elaboración propia.....	78
Figura 40 Carpetas y scripts creados para el orden y ejecución del aplicativo, elaboración propia. ....	79

Figura 41 Código de la funcionalidad de las secuencias del desarrollo de los laboratorios, elaboración propia. ....	80
Figura 42 Diseños de los modelos en 3D, elaboración propia. ....	81
Figura 43 Diseño de Mapeo UV (UV Mapping) de los modelos en 3D, elaboración propia. ....	82
Figura 44 Texturizado de los modelos 3D, elaboración propia.....	82
Figura 45 Creación de las texturas por medio del programa gimp, elaboración propia.....	82
Figura 46 Creación de materiales, elaboración propia .....	83
Figura 47 Creación de material en el motor de desarrollo unity, elaboración propia. ....	84
Figura 48 Colores y modificación de las texturas para creación de materiales "shader", elaboración propia. ....	84
Figura 49 Sección del Animator y control de las animaciones para cada objeto del aplicativo, elaboración propia. ....	85
Figura 50 Referencia del objeto donde se guardará la animación, elaboración propia. ....	85
Figura 51 Sección Animation en unity para la secuencia de la activación de las animaciones de los objetos, elaboración propia. ....	86
Figura 52 Secuencia de activación de la animación de los objetos visualizada desde el inspector de edición, elaboración propia. ....	86
Figura 53 Marcadores con los elementos posicionados, elaboración propia. ....	87
Figura 54 Código para el reconocimiento de los marcadores con la cámara de vuforia, elaboración propia. ....	87
Figura 55 Visualización de la interfaz gráfica en unity, elaboración propia.....	88
Figura 56 Interfaz de inicio de sesión del aplicativo, elaboración propia .....	88
Figura 57 Interfaz de registro y recuperación de contraseña, elaboración propia.....	89
Figura 58 Interfaz principal para los estudiantes y profesores, elaboración propia .....	89
Figura 59 Interfaz del menú principal para el usuario docente, elaboración propia. ....	90
Figura 60 Interfaz de menú principal según sus roles, elaboración propia. ....	90
Figura 61 Interfaz de los diferentes módulos de experimentos del aplicativo, elaboración propia.....	91
Figura 62 Interfaz de información del rol profesor y estudiante, elaboración propia. ....	91
Figura 63 Interfaz de actualización de datos rol administrador, elaboración propia.....	92

Figura 64 Interfaces de las temáticas y sus respectivo laboratorios químicos, elaboración propia.....	92
Figura 65 Interfaz para la elaboración de los experimentos, elaboración propia. ....	93
Figura 66 Visualización de los iconos guías en los laboratorios, elaboración propia. ....	93
Figura 67 Interfaz de menú de pausa del aplicativo, elaboración propia .....	95
Figura 68 Advertencias y mensajes de información que presenta el aplicativo, elaboración propia.....	96
Figura 69 Descripción especifica de las instrucciones e información de cada objeto usado en el aplicativo, elaboración propia.....	96
Figura 70 Conexión a la base de datos, elaboración propia. ....	97
Figura 71 Llamados a la base de datos por medio de formato JSON, elaboración propia...	97
Figura 72 Programación de la conexión entre cada uno de los escenarios del aplicativo, elaboración propia. ....	98
Figura 73 Cronograma de actividades y desarrollo de los ítems para el proyecto, elaboración propia.....	98
Figura 74 Parámetros de compatibilidad para la creación UWP en unity, elaboración propia. ....	100
Figura 75 Configuración de Build Setting para la funcionalidad del aplicativo con la plataforma de Windows, elaboración propia.....	101
Figura 76 Secuencia de creación de paquetes de aplicación en Visual Studio, elaboración propia.....	101
Figura 77 Prueba de reconocimiento de los targets, elaboración propia. ....	103
Figura 78 Información sobre el reconocimiento de los targets en consola, elaboración propia. ....	104
Figura 79 Prueba de porcentaje de reconocimiento del marcador del laboratorio, elaboración propia.....	104
Figura 80 Prueba de reconocimiento de un 40% del marcador del laboratorio, elaboración propia.....	104
Figura 81 Prueba de reconocimiento del marcador de elementos a un 100% y 70 %, elaboración propia. ....	105

Figura 82 Prueba de visualización del marcador de elementos con un 30% sin cubrir, elaboración propia. ....	105
Figura 83 Prueba de visualización del marcador de instrumentos, elaboración propia. ....	106
Figura 84 Prueba de visualización del marcador con un 30% sin cubrir, elaboración propia. ....	106
Figura 85 Prueba de visualización de los objetos 3D creados para cada marcador, elaboración propia. ....	106
Figura 86 Pruebas de interacción entre el marcador de instrumentos y laboratorio, elaboración propia. ....	107
Figura 87 Pruebas de activación de objetos mediante variables en el inspector y código de interacción por medio trigger, elaboración propia. ....	107
Figura 88 Pruebas de interacción entre los marcadores elementos y laboratorios, elaboración propia. ....	108
Figura 89 Pruebas de interacción entre los marcadores elementos e instrumentos, elaboración propia. ....	108
Figura 90 Pruebas de interacción y detección de los botones virtuales de los instrumentos, elaboración propia. ....	109
Figura 91 Pruebas de botones virtuales del marcador laboratorio, elaboración propia. ....	109
Figura 92 Pruebas de la activación de la selección de instrumentos y elementos en el aplicativo, elaboración propia. ....	110
Figura 93 Pruebas de activación del panel de información del aplicativo para el usuario, elaboración propia. ....	110
Figura 94 Pruebas de activación de las animaciones entre los targets de laboratorio e instrumentos, elaboración propia. ....	111
Figura 95 Pruebas del funcionamiento de los botones virtuales, elaboración propia. ....	111
Figura 96 Pruebas de funcionalidad y acceso a cada interfaz para el usuario en el menú de inicio, elaboración propia. ....	112
Figura 97 Pruebas de funcionalidad y acceso del usuario a las interfaces del menú principal, elaboración propia. ....	113
Figura 98 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas Asus FX503, elaboración propia. ....	114

Figura 99 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas HP Pavilion, elaboración propia.....	115
Figura 100 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas computador Samsung, elaboración propia. ....	116
Figura 101 Pruebas de compatibilidad del aplicativo entre las 2 arquitecturas (32 y 64 Bits) , elaboración propia. ....	117
Figura 102 Requisitos funcionales para el menú principal con el rol estudiante, elaboración propia.....	125
Figura 103 Requisito funcional para el usuario docente en el menú principal, elaboración propia.....	126
Figura 104 Requisitos funcionales del menú principal desde el usuario administrador, elaboración propia. ....	126
Figura 105 Requisito funcional acceso a los laboratorios con el usuario estudiantes, elaboración propia. ....	127
Figura 106 Requisito funcional para el acceso a los laboratorios con el usuario docente, elaboración propia. ....	127
Figura 107 Requisito funcional para acceder resultados con el usuario administrador, elaboración propia .....	128
Figura 108 Diagrama de actividades, DA04 iniciar o comenzar el aplicativo, elaboración propia.....	134
Figura 109 Diagrama de actividades, DA05 la escena de instrucciones, elaboración propia. ....	134
Figura 110 Diagrama de actividades, DA06 cerrar sesión en el aplicativo, elaboración propia. ....	135
Figura 111 Diagrama de actividades, DA07 información de los desarrolladores, elaboración propia.....	135
Figura 112 Diagrama de actividades, DA08 menú de temáticas de química, elaboración propia.....	136
Figura 113 Diagrama de secuencias, DS04 iniciar o comenzar el aplicativo, elaboración propia.....	136

Figura 114 Diagrama de secuencias, DS05 instrucciones y uso del aplicativo, elaboración propia.....	137
Figura 115 Diagrama de secuencias, DS06 salir o cerrar sesión en el aplicativo, elaboración propia.....	137
Figura 116 Diagrama de secuencias, DS07 información de los desarrolladores, elaboración propia.....	138
Figura 117 Diagrama de secuencias, DS08 menú de las temáticas de química, elaboración propia.....	138



## LISTAS DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de esfuerzo y tiempo realizado para el proyecto .....	60
Tabla 2 Actividades del proyecto por disciplina AUP .....	60
Tabla 3 Tabla de caso de uso, CU01 registro de usuarios nuevos .....	68
Tabla 4 Tabla de caso de uso, CU02 Iniciar sesión en el aplicativo. ....	69
Tabla 5 Tabla de caso de uso, CU03 Recuperación de contraseña del aplicativo.....	69
Tabla 6 Modelos en 3d diseñados.....	81
Tabla 7 Tabla de comparación de consumo de CPU.....	114
Tabla 8 Tabla de comparación consumo de memoria RAM.....	115
Tabla 9 Tabla de comparación del porcentaje de actividad de los discos duros. ....	116
Tabla 10 Tabla de caso de uso CU04 iniciar partida en el aplicativo. ....	129
Tabla 11 Tabla de caso de uso, CU05 instrucciones iniciales del aplicativo. ....	129
Tabla 12 Tabla de caso de uso, CU06 cerrar sesión en el simulador. ....	130
Tabla 13 Tabla de caso de uso, CU07 sección de información de los desarrolladores. ....	131
Tabla 14 Tabla de caso de uso, CU08 menú de las temáticas principales de química.....	131
Tabla 15 Tabla de Caso de uso, CU09 editar perfil .....	132
Tabla 16 Tabla de caso de uso, CU10 consultar resultados .....	133

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Requisitos funcionales del aplicativo:.....	125
Anexo B. Casos de uso:.....	129
Anexo C. Diagramas de actividades:.....	133
Anexo D. Diagramas de secuencias .....	136

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

La química es una de las ramas de la ciencia que agrupa gran acumulación de información abstracta y compleja, lo cual dificulta la apreciación y comprensión de temáticas en su enseñanza, ocasionando deficiencia en el desarrollo de habilidades científicas.

Una de las dificultades de la comprensión e interpretación de la química es la falta de instalaciones, equipos y material adecuado para el desarrollo de prácticas de laboratorios, dificultando la apreciación de los conocimientos aprendidos en clase; es por esto, que se busca la creación de una aplicación de realidad aumentada que sirva como apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones químicas, en el proceso de elaboración de experimentos en el cual los estudiantes apliquen su conocimiento y fortalezcan sus habilidades científicas mediante la interacción con el aplicativo.

Para el desarrollo de este proyecto se pretende utilizar la metodología Agile RUP “AUP”, la cual asegura la producción de un software de alta calidad en un tiempo límite y con un presupuesto corto. Esta metodología es una simplificación de Proceso Unificado Racional (RUP), el cual usa las fases de RUP de forma más simple, disminuyendo los factores de tiempo y de desarrollo mediante la simplificación de las disciplinas.

## **1. PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La enseñanza de la química a los estudiantes de bachillerato forma un papel fundamental en el mundo moderno, puesto que es una disciplina que enmarca factores que se encuentran en la vida cotidiana y da explicación a fenómenos de la naturaleza.

Una de las problemáticas del aprendizaje de la química, es la presencia de gran acumulación de información abstracta y compleja que dificulta la apropiación del conocimiento, así como el dominio de su lenguaje y simbología; dado que requiere de aprendizaje en tres niveles: el macroscópico, submicroscópico y simbólico, los cuales deben mantener una conexión entre el mundo real y su representación teórica.

Las dificultades en la apropiación de estos conocimientos se pueden observar en los resultados obtenidos por Colombia en las pruebas PISA 2015, en la cual se obtuvo el puesto 57 en el área de ciencias, con un promedio de 416 que lo deja por debajo de la (OCDE) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD & PISA, 2016)

Una de las principales razones de estos resultados, es el bajo desempeño en el análisis de fenómenos científicos y evidencias, debido a que actualmente las instituciones educativas, no cuentan con espacios adecuados para realizar prácticas en las que puedan demostrar de forma interactiva y demostrativa los conocimientos impartidos.

La escasa disponibilidad de laboratorios en las instituciones educativas se debe a que estas deben estar certificados por el Ministerio de Educación; los cuales fijan normas de seguridad, de adquisición de equipos, infraestructura, instrumentación y recursos que tienen un elevado costo. Esto se evidencia en el manual de normas de seguridad en el laboratorio de química y de física expedido por el Ministerio de educación nacional (MINEDUCACIÓN & Murillo, 2015)

Por otra parte, en el desarrollo de algunas prácticas de laboratorio es necesaria la manipulación de sustancias y productos químicos que exponen a los estudiantes a riesgos y peligros para la salud; por lo cual el costo elevado de los suministros genera un déficit en la disponibilidad de espacios adecuados y certificados para la experimentación, restringiendo la enseñanza a la parte teórica y con muy pocas posibilidades a realizar prácticas.

## **1.2 Formulación del problema**

Con base en el análisis de la problemática planteada y en aras de buscar una solución óptima de este problema, surge la siguiente pregunta:

¿Cómo desarrollar una aplicación de realidad aumentada para la elaboración de experimentos de química, que sirva como herramienta de apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones según la organización de los átomos, para los estudiantes de noveno grado de bachillerato?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Desarrollar una aplicación de realidad aumentada para la elaboración de experimentos de química, que sirva como herramienta de apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones según la organización de los átomos, para los estudiantes de noveno grado de bachillerato.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Establecer los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo del aplicativo.
- Identificar los procesos de elaboración de los experimentos de reacciones químicas.
- Diseñar practicas virtuales apoyadas en la realidad aumentada, como apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones químicas en la elaboración de laboratorios virtuales.
- Desarrollar un ambiente virtual con base en la plataforma de realidad aumentada vuforia y el entono de desarrollo unity.
- Realizar pruebas de caja blanca y caja negra con el fin de evaluar el comportamiento de la aplicación.

### 3. ALCANCES Y LIMITACIONES

#### 3.1 Alcances

La química es una ciencia que estudia el mundo real creando modelos para representarlo y así poder explicar sus características y propiedades. La dificultad de esta ciencia es la enseñanza de múltiples niveles. Por esto, se decide desarrollar un aplicativo en realidad aumentada para la elaboración de experimentos de los tipos de reacciones según la organización de los átomos, la cual se encuentran divididas en 5 tipos de reacciones químicas. Además, en cada una de estas se encuentra asociado dos experimentos para su elaboración y demostración del producto o reacción química resultante.

Experimentos propuestos por tipos de reacciones:

##### 3.1.1 Según la organización de los átomos:

- **Síntesis:**
  - **Sulfato de hierro:** Consiste en la creación de sulfato de hierro ( $\text{FeSO}_4$ ) por medio de la combinación y proceso químico existente entre el polvo de azufre y la limadura de hierro.
  - **Ácido sulfúrico:** Consiste en la creación de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a partir de la oxidación del  $\text{SO}_2$  (Dióxido de azufre), al desarrollarse esta oxidación  $\text{SO}_2$  pasa a ser  $\text{SO}_3$  (Trióxido de Azufre) y luego se obtiene ácido sulfúrico al momento de la reacción del  $\text{SO}_3$  con el agua.
- **Descomposición:**
  - **Oxido de mercurio:** Consiste en la creación de óxido de mercurio ( $\text{HgO}$ ) por medio de la reacción existente entre el mercurio y el elemento dicloro, al momento de pasar un largo tiempo en el proceso a una temperatura de  $350^\circ\text{C}$  estos dos elementos se combinan para mostrar la resultante del óxido de mercurio.
  - **Clorato de potasio:** Consiste en la creación del clorato de potasio ( $\text{KClO}_3$ ) por medio de la descomposición y combinación existente entre el anión clorato y el catión potasio.
- **Desplazamiento:**

- **Descoloración de un metal:** Consiste en la decoloración de cualquier elemento de metal por medio del desplazamiento de los átomos del elemento, convirtiendo toda la cobertura metálica en un material con un color de óxido.
  - **Ácido clorhídrico y el magnesio:** Consiste en la reacción de desplazamiento ocurrida por la combinación entre 1,13 mililitros de ácido clorhídrico y 1 centímetro de cinta de magnesio, formando el desprendimiento del hidrógeno y produciendo un gas capaz de producir energía.
- **Doble desplazamiento:**
- **Yoduro de plomo:** Consiste en la creación de yoduro de plomo por medio de la interacción y doble desplazamiento existente entre el acetato de plomo y el yoduro de potasio.
  - **Nitrato de plata y ácido clorhídrico:** Consiste en la combinación de estos dos elementos liberando los cationes y aniones respectivos para formar un nuevo enlace químico.

### 3.1.2 Según el cambio de estado de oxidación:

- **Oxidación (Redox):**
- **Sulfato de cobre y zinc:** Consiste en la reacción existente entre la combinación del sulfato de cobre y el zinc, reaccionando espontáneamente, disolviéndose y generando iones formando un color cobre metálico sobre cualquier elemento.
  - **Semáforo químico:** Consiste en la reacción de la disolución de la glucosa, hidróxido sódico y el carmín de índigo, para obtener colores en diferentes vasos formando un semáforo con colores rojo, amarillo y verde agitando el matraz.

## 3.2 Limitaciones

La elaboración de cada uno de estos experimentos se enfoca en la conexión de la información aprendida en el aula de clase, por lo que esta herramienta debe ser guiada por el docente a cargo de la enseñanza del área de química. Así mismo esta contiene un módulo diseñado para el profesor en el cual podrá revisar y hacer seguimiento a las actividades de los alumnos.



Las limitaciones y dependencias que pueden ocurrir, es que las instituciones educativas no cuenten con una infraestructura de cómputo eficiente en cuanto a hardware y software, el cual no cumpla con los requisitos mínimos para su funcionamiento.

### **3.2.1 Tecnológicas**

- WebCam.
- Windows 10 todas las versiones.
- Tarjeta gráfica con capacidad de DX10 (shader model 4.0).
- CPU que soporte SSE2.
- Que los usuarios no dispongan de los targets impresos o no sean visible y claros para la cámara.

### **3.2.2 Técnicas**

- Las instituciones educativas pueden tener diferentes parámetros de enseñanza establecidos en el aplicativo. Por consiguientes pueden faltar algunos parámetros que no se aborden en la aplicación.
- Las tarjetas gráficas no cumplan con las características mínimas requeridas.
- Las instituciones no cuenten con una sala de computo.
- Recursos para el desarrollo del software.

#### 4. JUSTIFICACION

El desarrollo de nuevas tecnologías enfocadas en la observación de ambientes virtuales ha generado un progreso paulatino, que con el paso del tiempo se ha enfocado en mostrar una nueva ventana a través de la cual se puede obtener una percepción de la realidad, potenciando los cinco sentidos en los cuales la información del mundo real se complementa con la digital.

Esto conlleva a que la realidad aumentada se haya posicionado gradualmente en los últimos años como una tecnología del futuro. Dado a que cada vez hay más proyectos con ambientes virtuales que se enfocan en la enseñanza en diferentes campos del conocimiento, despertado el interés de la investigación en este campo, desarrollando herramientas, software y demás tecnologías que ayuden a enriquecer las perspectivas de la realidad y la enseñanza en diversas áreas.

La realidad aumentada como herramienta que combina simultáneamente el mundo real con el digital, a través de software, una cámara y una pantalla, facilita las interacciones de los estudiantes al conocimiento y aprendizaje de manera secuencial y contextual, mediante la interactividad en un ambiente generado a partir de simulación del entorno a estudiar y mecanismos que demuestre de forma virtual un ecosistema práctico para el desarrollo de actividades.

Johnson, et al. (2010) afirman, “la realidad aumentada tiene mucho potencial para facilitar experiencias poderosas y contextuales, experiencias de aprendizaje en un lugar dado, así como la exploración no planificada y el descubrimiento de la naturaleza conectada de la información en el mundo real” (p. 21).

Con base en lo anterior se escoge la realidad aumentada como herramienta en el desarrollo de la aplicación, puesto que esta tecnología busca potenciar la actividad de los usuarios con el medio que los rodea, facilitando la interacción e involucración del usuario en un ambiente generado de forma virtual.

El aplicativo está basado en el nivel uno de realidad aumentada el cual utiliza marcadores o targets para el reconocimiento del entorno, patrones y la generación del ecosistema en tercera dimensión, proporcionando una mayor integración en la aplicación.

En cuanto a los tipos de reacciones químicas la aplicación se enfoca en las reacciones según la organización de los átomos, ya que estas son las primeras reacciones enseñadas en la educación básica secundaria y media, las cuales demuestran de forma sencilla como los reactivos se vuelven productos a partir de la ruptura de los enlaces o la formación de nuevos.

Una reacción química es un proceso en el que una o varias sustancias se transforman en otra u otras, distintas de las iniciales, en la cual se rompen o forman enlaces químicos entre los átomos (Herrero, Cervera, & Educación, 2018, p.127).

Un reactivo: es la sustancia que inicia la reacción química.

El producto: es el resultado de la reacción química.

Por consiguiente, se busca implementar una aplicación de realidad aumentada, que sirva como herramienta de apoyo en la enseñanza de los tipos de reacciones químicas según la organización de los átomos, a partir de la elaboración de un experimento que muestre a los estudiantes de noveno grado de bachillerato cinco tipos de reacciones químicas.

*La realidad aumentada puede crear entornos educativos más productivos, placenteros e interactivos, dado que esta no sólo tiene la capacidad de animar a un alumno a que se involucre en una variedad de formas que no eran posibles antes, sino que también puede proporcionar a cada individuo una trayectoria de descubrimiento única con contenido rico de tres ambientes y modelos tridimensionales generados por ordenador. (Kangdon, 2012, p.19)*

Es por esta razón que al presentar una herramienta de apoyo para una enseñanza organizada y sistematizada con el fin de abordar y resolver la falta de recursos e implementos químicos que dan apoyo a los profesores en la enseñanza de las reacciones químicas por medio de experimentos, mejorando gradualmente la adquisición de conocimientos en los tipos de reacciones químicas según su organización, como dice Nakamatsu J. (2012) “Una manera de exponer al estudiante a una situación en la que tenga que observar un hecho, analizarlo, extraer deducciones y contrastarlas con su propio conocimiento es sin duda mediante la experimentación directa en un laboratorio” (p. 43).

De igual manera, al mostrar una herramienta de apoyo al docente que pueda satisfacer la necesidad de tener materiales y recursos capaces de incentivar el aprendizaje mediante la interacción e intervención de los estudiantes, fortalece la apreciación de estos en el conocimiento enseñado en clase, lo cual proporciona innovación y motivación, que mejora

la atención y comprensión de los diferentes contenidos que el docente pretenda desarrollar, encaminando a la mejora del aprendizaje.

Es por esto, que el docente puede aplicar el modelo pedagógico de clase invertida, el cual proporciona una herramienta de aprendizaje autónomo para el estudiante y una consolidación de los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de los experimentos incrementando el compromiso y la implicación del alumno en su enseñanza.

El desarrollo de una aplicación que satisface la necesidad de contar con un apoyo en la elaboración de prácticas mediante experimentos fortalece la integración e interactividad de los estudiantes ya que estos solamente necesitan de un computador con webcam y los targets o marcadores de iteración. Lo cual proporciona un ambiente de aprendizaje fértil, seguro y de bajo costo que proporciona un complemento en la enseñanza del docente.

La aplicación busca que los estudiantes comprendan, analicen, entiendan, aprendan e interactúen mediante la elaboración de experimentos y se evalúe los conocimientos adquiridos en clase, llevando un registro y seguimiento de las actividades con el apoyo del docente.

El proyecto se desarrolló en el motor Unity, el cual es una plataforma que facilita la creación del entorno virtual y su programación orientada a objetos con el lenguaje c#; ayudados con la plataforma de realidad aumentada Vuforia, ya que es robusta y de buen rendimiento en variedad de Hardware. Estas dos plataformas tienen buena integración y buen flujo de trabajo. Por lo cual es la mejor opción dado que ofrece variedad de recursos y herramientas gratuitas para los desarrolladores.

## **5. LINEA DE INVESTIGACIÓN**

**SOFTWARE, SISTEMAS EMERGENTES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS:**  
Conjunto de programas, subprogramas, subrutinas y menús que se elaboran a manera de aplicaciones y/o paquetes para cumplir con un fin específico (Acuerdo N° 007 de mayo 29 de 2003).

## CAPITULO 2

### 6. MARCO TEÓRICO

En los últimos tiempos, la sociedad ha visto avances en las diversas tecnologías relacionadas con la forma de enseñar nuevas temáticas estudiantiles. Es por ello, que se han creado aplicativos con la tecnología de realidad aumentada, capaces de complementar estas nuevas metodologías en el apoyo a la enseñanza generando una nueva forma de aprendizaje por medio de las dinámicas creativas desarrolladas por cada aplicativo.

Por lo tanto, se presenta el siguiente marco referencial con aplicaciones dirigidas al ámbito educativo en las temáticas de enseñanza de química.

#### 6.1 MARCO REFERENCIAL

Dado que el aplicativo desarrollado tiene como enfoque el aprendizaje de las reacciones químicas con el uso de la tecnología de realidad aumentada. Se resalta que, en el mercado de los laboratorios e instrumentación química, existen una gran variedad de aplicaciones enfocadas en la enseñanza de la química. Es por esto, que al realizar un análisis sobre los aportes que generan estas aplicaciones con respecto al apoyo a los docentes sobre la enseñanza de reacciones químicas según su organización, no existen aplicativos con la capacidad de aportar una tecnología para mejorar la forma de enseñanza de estas temáticas, lo cual deja a ARChemy como un software de mayor relevancia para los mercados de aplicaciones de escritorio.

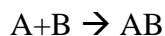
A continuación, se muestran las diferentes reacciones químicas según por la organización de los átomos abordadas en la aplicación:

##### 6.1.1 Enseñanza de las reacciones químicas

La química es una ciencia que estudia el mundo real creando modelos para representarlo y así poder explicar sus características y propiedades. La dificultad de esta ciencia es la enseñanza de múltiples niveles. Por esto, se decide desarrollar cinco tipos de reacciones químicas mediante experimentos.

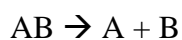
Los cinco tipos de reacciones químicas que se presentan mediante experimentos son las siguientes:

- **Reacciones de combinación o síntesis:** Es la construcción planificada de moléculas orgánicas mediante reacciones químicas. Con los cuales los elementos reaccionan o se combinan con otro elemento para formar un compuesto. Estos se representan por medio la siguiente formula:



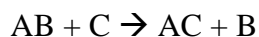
Siendo A y B elementos que se combinan para formar un compuesto (Benjamin, 2013).

- **Reacciones de descomposición:** En una reacción de descomposición, una sola sustancia se descompone o se rompe, produciendo dos o más sustancias distintas. Es el proceso inverso a la síntesis o combinación; una sustancia se descompone formando dos o más sustancias simples (Andrés Cabrerizo, 2008). La fórmula general se representa de la siguiente manera:



Por lo tanto, en este tipo de reacciones químicas partimos de una sola sustancia para descomponerlo en dos o más productos, por medio de un agente energético externo, calorífico o un catalizador (Herrero, Cervera, & Educación, 2018, p.129).

- **Reacciones de desplazamiento:** Las reacciones por desplazamiento ocurre entre un elemento y un compuesto, en ellas un elemento que forma parte del compuesto es desplazado o sustituido por un nuevo elemento (Herrero, Cervera, & Educación, 2018, p.130). La fórmula general se representa de la siguiente manera:



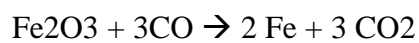
Por lo tanto, en una reacción por desplazamiento, un elemento reacciona reemplazando a un compuesto, produciendo un elemento y un compuesto diferente.

- **Reacciones de doble desplazamiento:** En una reacción de doble desplazamiento se involucran dos compuestos en la reacción, el ion positivo (catión) de un compuesto se intercambia con el ion positivo (catión) del otro compuesto. En otras palabras, dos iones positivos intercambian iones negativos (Perez Sanchez, 2017). La fórmula general se representa de la siguiente manera:



De manera que, Las reacciones de doble desplazamiento actúan cuando las partes de dos compuestos iónicos se intercambian, produciendo dos compuestos nuevos, normalmente el disolvente para estas reacciones casi siempre es agua y los reactivos y productos normalmente son compuestos iónicos, aunque también pueden ser ácidos.

- **Reacciones según el cambio de estado de oxidación redox:** Estas reacciones son aquellas en las que se verifica la transferencia de electrones entre los reactantes, es por ello, que si el elemento reactante ha tenido un cambio de estado exitoso, se debe verificar el número de oxidación. Estos dependen de que si ganan o pierden electrones (Aguado, Fabian, & Ignacio, 2019). Un ejemplo de este tipo de reacción es el siguiente:



Reducción: el Fe pasa de un estado de oxidación de +3 a 0 por lo tanto se reduce.

Oxidación: el C pasa de +2 a +4 por lo tanto se oxida.

### **6.1.2 Modelo pedagógico de clase invertida para el desarrollo de experimentos de química**

El modelo pedagógico de clase invertida se basa en complementar el aprendizaje de los estudiantes de forma autónoma, mediante videos y/o accediendo a recursos interactivos, mientras que el tiempo en clase se enfoca en transmitir y consolidar la información y el aprendizaje adquirido, lo que lleva a una comprensión más profunda de los contenidos.

*Los estudiantes usan el tiempo de la clase para aplicar la teoría y los conceptos discutidos en los videos o actividades, y para utilizar técnicas que incluyan resolución de problemas en grupos y la formación de equipos de juego, simulaciones, análisis de estudios de casos y discusiones grupales (Centro desarrollo, 2015, p.1).*

Este modelo pedagógico es aplicable para el desarrollo de los experimentos de química, ya que se enfoca en la metodología de enseñanza establecida para el aplicativo. La cual consiste en una herramienta de apoyo para los docentes en la que se apliquen los conocimientos adquiridos en clase y mediante el desarrollo de los experimentos de los tipos de reacciones químicas según la organización de los átomos, los estudiantes prueben sus habilidades en la aplicación de conocimientos e interacción mediante las practicas.



A partir del desarrollo de los experimentos, el docente obtiene beneficios potenciales de utilizar una clase invertida los cuales son:

- Proporcionar una oportunidad para la reflexión.
- Ser utilizado para revisar conceptos y contenidos importantes, comprobando la comprensión y aclarando los conceptos erróneos.
- Ayudar a los estudiantes a revisar contenidos.
- Ayudar al aprendizaje entre pares y la interacción social a través de proyectos de colaboración.
- Enseñar a los estudiantes a responsabilizarse de su propio aprendizaje.
- Aumentar el compromiso de los estudiantes en su relación con otros estudiantes.
- Priorizar la importancia de dominar los contenidos, más que solo cubrir la materia.

Los anteriores datos fueron obtenidos del reporte del centro de desarrollo docente de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Centro desarrollo, 2015, p.1).

### **6.1.3 Realidad aumentada, aplicaciones educativas para la enseñanza de química**

El desarrollo de nuevas tecnologías enfocadas en la observación de ambientes virtuales ha enmarcado un desarrollo paulatino que con el paso del tiempo se ha ido enfocando en mostrar una nueva ventana a través de la cual se puede obtener una nueva percepción de la realidad, potenciando los cinco sentidos en los cuales la información del mundo real se complementa con el digital.

Gran parte del desarrollo de la realidad aumentada en la enseñanza se ha enmarcado en proporcionar experiencias de aprendizaje contextual como de exploración y descubrimiento de información en el mundo real.

Estos ámbitos han amasado gran parte del mercado global y uno de los puntos centrales ha sido el desarrollo de videojuegos y aplicativos de escritorio, como afirma la fundación telefónica (2011). Por esto gran parte del uso de esta tecnología puede ser aplicada fácilmente a diversas disciplinas, como este caso, la química proporciona nuevos métodos de enseñanza y temáticas sin correr ningún riesgo.



*Figura 1 Aplicativo AR Chemistry para la combinación de elementos (Paradox, 2017)*

Es por esto, que para el desarrollo se ha tomado como referencia principal un aplicativo creado por el equipo de desarrollo Paradox, la cual es denominada como AR Chemistry. Esta aplicación permite aprender la interacción de los diferentes elementos de la tabla periódica entre sí de una forma práctica, a través de la creación de nuevas moléculas por medio de marcadores acercándolas unas a otras pudiendo observar cómo se visualizan en un estado natural.

Esta aplicación cuenta con marcadores impresos con un código QR, los cuales son tomados por la aplicación como el objeto o compuesto químico que anteriormente ya fue registrado, este sistema visualiza en el entorno virtual un modelo en tercera dimensión del elemento químico. Proporcionando como fin una comprensión de los elementos de la tabla periódica de forma dinámica y fácil de aprender.

El desarrollo de este aplicativo está enfocado en la enseñanza de los tipos de reacciones químicas mediante mezclas y procedimientos desarrollados en un laboratorio, en este se busca realizar experimentos usando targets o marcadores para la visualización del entorno, a diferencia de AR Chemistry que busca simular las moléculas y composición químicos mediante la unión de enlaces. Entre otros aplicativos desarrollados para la enseñanza de la química se encuentran:

**HoloLAB Champions:** Es un videojuego de prácticas de laboratorio en realidad virtual, creado por el instituto de Ciencias de la Educación de EE. UU. y el programa de investigación e innovación para pequeñas empresas (SBIR), este juego busca interactuar y competir de forma segura mediante actividades típicas de un laboratorio manipulando instrumentos virtuales mientras usan gafas de Realidad virtual.



Figura 2 Interfaz del Proyecto HoloLAB Champions para gafas de realidad virtual (Schell Games, 2018)

**El proyecto MEL Chemistry VR:** Es un proyecto de 28 lecciones y exámenes enfocado en clases de química a través de realidad virtual, desarrollado con el apoyo de VRMONE y MEL Science, este software tiene como objetivo ayudar a los niños a entender conceptos abstractos como son la diferencia entre los estados de la materia, la estructura de un átomo o lo que es un electrón a partir de las lecciones en realidad virtual y experimentos de forma física.



Figura 3 Interfaz del software MEL Chemistry encargado de generar exámenes y lecciones de química. (MEL Science, 2015).

**SuperChem VR:** Es un proyecto de realidad virtual desarrollado por Schell Games con apoyo de la institución de ciencias de la educación EE. UU. y el programa de investigación e innovación para pequeñas empresas (SBIR), el cual a través de la propiedad inmersiva proporciona un entorno seguro y divertido en el que se aprende sobre química en cuanto a sustancias, equipo de laboratorio y sus usos. Este implemente gafas de realidad virtual y mandos para el desplazamiento.



Figura 4 Jugabilidad del software SuperChem VR desarrollado para gafas de realidad virtual (Schell Games, 2017)

A diferencia de los anteriores videojuegos y proyectos, el aplicativo que se desea desarrollar implementa la realidad aumentada de nivel uno la cual consiste en marcadores ya que está es más interactiva puesto que involucrara la manipulación de objetos virtuales y muestra de forma real el ambiente en el cual se desarrolla el experimento sin necesidad de tener más elementos que un computador con cámara web y los targets o marcadores, además está enfocado en la enseñanza de cinco tipos de reacciones químicas mediante experimentos para el grado de noveno bachillerato; que facilitan y refuerzan lo visto en clase.

Asimismo, existen proyectos y prototipos desarrollados en realidad aumentada los cuales proporcionan esquemas relacionados a los que se desean aplicar, entre estos se encuentran los siguientes:

**RApp Chemistry:** Es una aplicación desarrollada para plataforma Android que utiliza Realidad Aumentada; la cual describe los elementos de la tabla periódica. Este busca que el estudiante aprenda la tabla periódica y sus características a través del modelo atómico de Niels Bohr en Tercera Dimensión 3D.

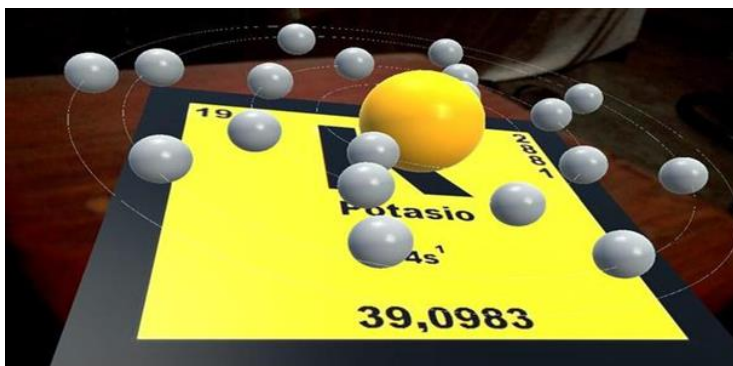
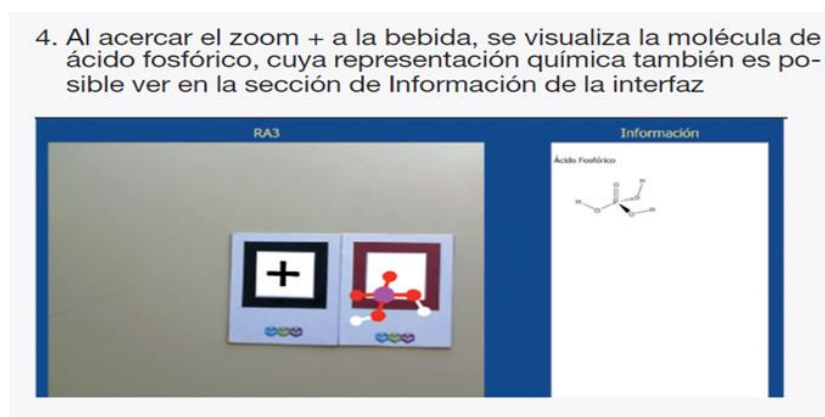


Figura 5 Proyección del elementos por medio de marcadores con el software RApp Chemistry (Plata & Bojorquez, 2017)

A diferencia del aplicativo Rapp Chemistry, el aplicativo que se desea desarrollar se enfoca en cinco tipos de reacciones químicas que está diseñado para un grupo de estudiantes en específico, que por medio de experimentos se busca reafirmar y ampliar sus conocimientos. Asimismo, está diseñado como una aplicación de escritorio.

**Prototipo de Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química:** Este prototipo fue diseñado para la enseñanza y aprendizaje (SEA) en ciencias. Este aborda el tema de reactividad en química orgánica y los conceptos principales que se relacionan, está en los estudiantes de segundo año de enseñanza media en el currículo de la educación chilena. Este prototipo se fundamenta en el ciclo de aprendizaje constructivista, el cual consiste en cuatro fases de desarrollo: actividades de exploración, actividades de introducción de nuevas variables, actividades de sistematización y actividades de aplicación. Todos estos orientados hacia el estudiante y el profesor usando marcadores de tipo QR específicos, esta aplicación se encuentra para sistema operativo Windows.



*Figura 6 Molécula de ácido fosfórico graficada en forma de secuencia química con el prototipo de realidad aumentada (Merino et al., 2015)*

En cambio, el aplicativo se basa en cinco tipos de reacciones químicas que a través de los módulos de los laboratorios busca dar un apoyo a los profesores en la enseñanza de temáticas químicas por medio de una interactividad con los marcadores para realizar los laboratorios y sus mezclas.

## **6.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **6.2.1 Animator en unity**

El animator son las animaciones de un objeto o material en unity, es el movimiento que realiza cada objeto en la escena del aplicativo, además, el animator se caracteriza por manejar y guardar las posiciones de los objetos para unirlos en un solo movimiento creando una transición desde la primera posición hasta la ubicación final del objeto, creando así una animación fluida de la figura.

### **6.2.2 API**

Una API o también llamada como interfaz de programación de aplicaciones, es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones.

Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados permitiendo ahorrar en tiempo y dinero al momento del desarrollo de las aplicaciones, además, las API le otorgan flexibilidad; simplifican el diseño, la administración y el uso de las aplicaciones, y proporcionan oportunidades de innovación, lo cual es ideal al momento de diseñar herramientas y productos nuevos (Red Hat, 2019).

### **6.2.3 Aplicativo de escritorio**

Una aplicación o aplicativo de escritorio es un programa del computador, ya sea portátil o de escritorio, que es usado como una herramienta para poder efectuar una operación específica. Por lo tanto, es un software que se encuentra instalado en el computador y podemos ejecutarlo sin internet en nuestro sistema operativo, al contrario que las aplicaciones en la nube que se encuentran en el servidor al que accedemos a través de la red o internet por medio del mismo software.

### **6.2.4 Blender**

Blender es la suite de creación 3D gratuita y de código abierto. Admite la totalidad de la canalización 3D: modelado, aparejo, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de juegos.

*Blender es multiplataforma y funciona igual de bien en computadoras con Linux, Windows y Macintosh. Su interfaz utiliza OpenGL para proporcionar una experiencia consistente. Para confirmar la compatibilidad específica, la lista de plataformas compatibles indica las que el equipo de desarrollo prueba regularmente (Blender, 2018).*

### **6.2.5 Educación moderna**

La educación moderna es la renovación y la complementación con nuevas formas de enseñanza respecto a la educación tradicional. La modernidad y la pedagogía van de la mano para generar nuevas formas por las cuales los estudiantes aprendan e implementen de la mejor manera las temáticas aprendidas en el salón de clases; Cada metodología enseñada por los profesores se actualizan de la mejor manera para que el estudiante compruebe que con las nuevas tecnologías logran generar adquirir un mejor conocimiento.

### **6.2.6 Interfaz usuario**

La interfaz de usuario es el medio con el que usuario que inicia o ejecuta el software puede comunicarse con una máquina, equipo, computadora, sistema o dispositivo. La interfaz de usuario es el diseño visual donde el usuario interactúa de forma intuitiva sin necesidad de instrucciones para su uso o manejo.

### **6.2.7 Lenguaje de programación**

Un lenguaje de programación consiste en un conjunto de ordenes o comandos consecutivos, destinados a la construcción de software. Cada lenguaje de programación son herramientas que comprenden un lenguaje formal que está diseñado para organizar los algoritmos y procesos lógicos que serán ejecutados por un ordenador o aplicativo tecnológico, permitiendo controlar así el comportamiento del software, del hardware y comunicación con el usuario.

### **6.2.8 Marcador o Target**

El target o marcador es un elemento que puede ser físico o virtual para el manejo de la realidad aumentada, los targets son representados por imágenes o símbolos para que vuforia pueda detectar dicha imagen y rastrearla para saber su posición y así ubicar cada objeto diseñado para cada marcador.

### **6.2.9 Modelado 3D**

El modelado 3d es el desarrollo mediante el cual se elabora una representación digital en tercera dimensión de un elemento físico u objeto creativo utilizado para su uso en videojuegos, aplicativos móviles, aplicativos de escritorio, software o simuladores.

Es por ello, que una de las técnicas más utilizadas es el modelado en caja, el cual consiste en desarrollar por medio de un objeto primitivo y sencillo diferente figura modificando sus vértices y caras para crear un diseño en 3D

El modelado escultórico consiste en la creación de esculturas y diseños reales por medio de objetos básicos, este se basa en simulaciones, presión, estiramiento y aplastamiento de la figura para formar la escultura. Por último, el modelado de superficies y curvas tipo NURB las cuales son las representaciones de los objetos por medio de vectores y curvas, basadas en modelos matemáticos enfocados en la geometría en 3D (Jorquera Ortega, 2017).

### **6.2.10 Motor grafico**

Un motor gráfico es un software especializado para la creación de aplicaciones y/o programas que se encarga de dibujar y diseñar gráficos de objetos en dos y tres dimensiones. Este software consta de diferentes componentes los cuales son usados para la generación de entornos virtuales y visualizaciones de elementos en las diferentes dimensiones. Algunas características que tiene los motores gráficos son: el manejo de escenas, iluminación, renderizado, inspector “propiedades del motor grafico”, animación, entre otros. Las cuales son herramientas que facilitan el manejo del entorno y creación de objetos.

### **6.2.11 Objeto 3D**

Los objetos en 3D son modelos posicionados en un plano (x, y, z), dichos modelos son tridimensionales formados por caras y puntos que al conectarse entre sí forman una figura geométrica en tercera dimensión, cada objeto puede componerse por varias figuras geométricas tales como triángulos, cuadrados y círculos para formar esferas, cubos, pirámides o cilindros, esto para formar un modelo en 3D.

### **6.2.12 OCDE**

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es un foro único en donde los gobiernos de 30 economías democráticas trabajan conjuntamente para



enfrentar los desafíos económicos y sociales de la globalización y al mismo tiempo aprovechar sus oportunidades (España, 2018)

### **6.2.13 PISA**

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos o por sus siglas en inglés PISA, es una prueba para establecimientos educativos, que está fundamentada en los estándares de la evaluación PISA, es una encuesta que tiene por objeto evaluar las competencias de los estudiantes de 15 años de un establecimiento educativo en particular (ICFES, 2018).

### **6.2.14 RGB**

RGB son las siglas en inglés de los colores red, green y blue. El RGB es un modelo de colores en el cual es posible representar otro color mediante la mezcla de los tres colores primarios: rojo, verde, azul, este modelo es usado mayormente para dar más detalle y calidez a las imágenes y texturas de los objetos.

### **6.2.15 SDK**

El SDK (Software Development Kit o Paquete de Desarrollo de Software) es un paquete de herramientas y programas de desarrollo que permite crear aplicaciones para una determinada estructura de software, aprovechando al máximo las capacidades del sistema para el respectivo desarrollo de aplicaciones de escritorio.

### **6.2.16 Shaders**

Los shaders son pequeños programas encargados del procesamiento de vértices y de píxeles, cuya función es de producir sombras sobre los objetos aplicando sobre ellos la iluminación necesaria que es programada para dar la sensación de realismo, además, la ventaja principal de los shaders es que al ser programados uno puede modificar su iluminación y su comportamiento dependiendo de lo que se busca en el aplicativo.

### **6.2.17 Software educativo**

El software educativo se define de forma genérica como aplicaciones o programas computacionales que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje. Algunos autores lo conceptualizan como cualquier programa computacional cuyas características estructurales

y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar cualquier temática.

*Según Vidal Iedo et al. (2014) afirma, “el que está destinado a la enseñanza y el autoaprendizaje y además permite el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas; términos que seguramente se replantearán en la medida que se introduzcan nuevos desarrollos tecnológicos para el trabajo en red en Internet”.*

### **6.2.18 Tecnologías de la información (TIC)**

Las tecnologías de información o por sus siglas TIC, se trata de un conjunto de herramientas y recursos tecnológicos de comunicación, que sirven para facilitar la transmisión, tratamiento, producción y acceso de la información mediante imágenes, textos, sonidos entre otros.

*Barreto, (2016) afirma, “el elemento más representativo de las nuevas tecnologías es sin duda el ordenador y más específicamente, Internet. Como indican diferentes autores, Internet supone un salto cualitativo de gran magnitud, cambiando y redefiniendo los modos de conocer y relacionarse del hombre”.*

### **6.2.19 Texturizado**

El texturizado es el proceso por el cual se puede diseñar diferentes imágenes en 2D con colores para dar forma o un diseño más detallado y realista a una figura tridimensional, además, con el texturizado se pueden crear diferentes materiales tales como el metal, madera o fuego realistas para los objetos.

### **6.2.20 Unity3D**

Unity es un motor de videojuegos, simuladores y aplicativos multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity es una plataforma disponible para el desarrollo con Microsoft Windows, OS X, Android, IOS y Linux. Siendo uno de los líderes en compatibilidad y funcionamiento con diversas plataformas de objetivo-extras como son para las consolas de videojuegos, dispositivos desarrollados para realidad virtual o aumentada, SmartTV y plataformas web como son WebGL (Unity3D, 2019).

### **6.2.21 Universal Windows Platform (UWP)**

Universal Windows Platform o por sus siglas UWP es la nueva tecnología desarrollada por Microsoft para la creación de aplicativos dirigidos a dispositivos que tienen

el sistema operativo Windows 10, además, UWP tiene una compatibilidad con el desarrollo de las aplicaciones de Windows utilizando C++, C#, JavaScript y XAML (Microsoft, 2018)

### **6.2.22 UV Mapping**

El UV Mapping o mapeo UV es el proceso de modelado y creación de diseños de las texturas para los modelos en 3D, este proceso se desarrolla tomando como base una imagen en 2D la cual se posicionará encima del objeto en tercera dimensión, creando un nuevo diseño o una nueva textura para dichos objetos.

### **6.2.23 Vuforia**

Vuforia es un paquete de desarrollo de software de realidad aumentada (SDK) funcional para múltiples plataformas que permiten la creación de videojuegos, aplicativos o simuladores aplicando la tecnología de realidad aumentada. Utiliza tecnología de visión por computadora para reconocer y rastrear imágenes planas y objetos 3D en tiempo real (Engine, 2019).

### **6.2.24 Windows**

Windows es un sistema operativo para PC, teléfonos inteligentes, tablets y servidores, desarrollados y distribuidos por Microsoft, es un sistema disponible para múltiples arquitecturas tales como x86 y x64 bits, es decir, Windows es un conjunto de programas que posibilita la administración de los recursos del computador. Este tipo de sistemas empieza a trabajar y a ejecutarse cuando se enciende el equipo para gestionar los servicios necesarios para el funcionamiento estable de hardware.

## **6.3 MARCO INGENIERIL**

### **6.3.1 Realidad Aumentada**

La Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla por medio de imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador.

*En el informe sobre realidad virtual de Durlach y Mavor (1995) se habla de la RA como sistemas en los cuales entornos reales y virtuales se combinan, aunque esta definición es sencilla adolece de ciertas carencias ya que nos llevaría a catalogar algunos sistemas de RA cuando realmente no lo son (Prendes Espinosa, 2014).*

Es por ello, que la realidad aumentada es una tecnología que permite incorporar datos virtuales tales como texto, audio, vídeo y archivos multimedia a partir de un objeto del mundo real. Para ello, es necesario un dispositivo que cuente con una cámara para poder presenciar e interactuar con la realidad aumentada (Computador Portátil, Celular Smartphone, Tablets y Consolas) y un software que procesa la información (Ilayar, Aumentaty, Unity o Vuforia, están consideradas como las mejores), unos activadores de realidad aumentada y una pantalla donde mostrar la imagen real junto con los datos recuperados del simulador, videojuego o aplicativo.

### **Niveles Realidad aumentada**

Carlos Prendes Espinosa, profesor del Departamento de Informática y Comunicaciones en la Consejería de Educación de la región de Murcia establece en su artículo (Prendes Espinosa, 2014), “los denominados, niveles de la realidad aumentada, que define como los distintos grados de complejidad que presentan las aplicaciones basadas en la realidad aumentada según las tecnologías que implementan”.

### **Clasificación de la realidad aumentada**

**Nivel 0 (enlazado con el mundo físico):** Las aplicaciones hiperenlazan el mundo físico mediante el uso de códigos de barras y 2D (por ejemplo, los códigos QR). Dichos códigos solo sirven como hiperenlaces a otros contenidos, de manera que no existe registro alguno en 3D ni seguimiento de marcadores.



*Figura 7 La figura representa el nivel cero de realidad aumentada "Código QR y barras"*

**Nivel 1 (RV con marcadores):** Las aplicaciones utilizan marcadores, imágenes en blanco y negro o de colores, cuadrangulares y con dibujos esquemáticos, habitualmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite el reconocimiento de objetos 3D.



*Figura 8 La figura representa el nivel 1 de la realidad aumentada con una visualización de un objeto en 3D (Robles, 2017)*

**Nivel 2 (RV sin marcadores):** Las aplicaciones sustituyen el uso de los marcadores por el GPS y la brújula de los dispositivos móviles para determinar la localización y orientación del usuario y superponer puntos de interés sobre las imágenes del mundo real (Supply Chain, 2018).



*Figura 9 La s figura representa el nivel 2 de realidad aumentada mostrando el posicionamiento de los objetos sin necesidad de marcadores (Chain, 2018)*

**Nivel 3 (Visión aumentada):** Estaría representado por dispositivos como Google Glass, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal (Google, 2019).



Figura 10 La figura representa el nivel 3 realidad aumentada visión de esta realidad por medio de Google glass (Google, 2019)

### 6.3.2 Vuforia

Vuforia es un sdk muy completo que permite trabajar juntamente con unity 3d y con eclipse de forma fácil y entretenida. Vuforia permite desarrollar e integrar la realidad aumentada (RA) para aplicaciones dirigidas a Android, IOS o Windows. Esta herramienta es compatible con Unity y posee una licencia inicial gratuita (Vegas, 2018).

- **Arquitectura Vuforia:** Un aplicativo o software desarrollada con Vuforia está compuesta de los siguientes elementos:
- **Cámara:** La cámara garantiza que la imagen o el cuadro de vista previa sea captada y procesada al Tracker.
- **Base de datos:** La base de datos del dispositivo es creada utilizando el Target Manage; ya sea la base de datos local o la base de datos en la nube, almacena una colección de Targets para ser reconocidos por el Tracker.
- **Target:** Son utilizadas por el rastreador (Tracker) para reconocer un objeto del mundo real; los Targets pueden ser de diferentes tipos; entre los principales tenemos:
  - **Image Targets:** Imágenes; tales como: fotos, páginas de revistas, cubierta de libros, poster, tarjetas, etc.
  - **Word Targets:** Elementos textuales que representen palabras simples o compuestas: Libros, revistas, etc. Hay dos modos de reconocimiento posible: la palabra entera o por caracteres (Desarrollo Libre, 2018).
  - **Tracker:** Analiza la imagen de la cámara y detecta objetos del mundo real a través de los fotogramas de la cámara con el fin de encontrar coincidencias en

la base de datos, contiene algoritmos de visión computacional para detectar y seguir los objetos.

- **Video Background Render:** Procesa la imagen capturada por la cámara que se encuentra almacenada en el objeto de estado (Vico & Martínez Losa, 2014).

En la figura 11, evidencia la funcionalidad completa de la librería vuforia por medio de un diagrama de flujo, dicha funcionalidad se complementada con la creación de un aplicativo en otro motor de desarrollo de software por medio del siguiente ciclo:

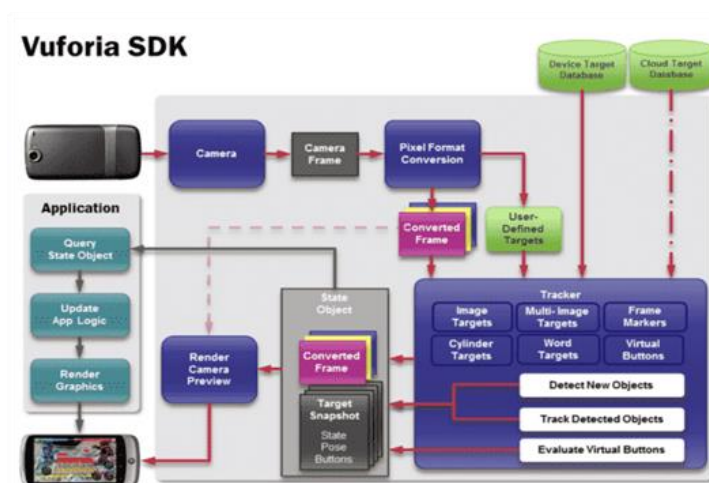


Figura 11 Diagrama de flujo de datos en un aplicativo explicando la funcionalidad del Vuforia (Engine, 2019)

### 6.3.3 Unity

Es un motor gráfico 3D para PC y Mac que viene empaquetado como una herramienta para crear videojuegos, simuladores, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D y tiempo real. Unity puede publicar contenido para múltiples plataformas como PC, Mac, Flash (Hasta la versión 4), Xbox, PS2/3/4, Android, PSVita, iPhone y web usando el plugin Unity web player (EcuRed, 2015).

**Assets:** Son los bloques constructivos de todo lo que el unity posee en sus proyectos. Se guardan en forma de archivos de imagen, modelos en 3D y archivos de sonido, en Unity se refiere a los archivos que se usarán para crear y desarrollar el videojuego como activos y prefabs.

**Game Objects:** Cuando un activo es usado en una escena del videojuego, se convierte en un "Game Object". Todo GameObjects contiene al menos un componente con el que

comenzar, es decir, el componente transform. Transformación simple la cual le dice al motor de Unity la posición, rotación, y la escala de un objeto.

**Components:** Los componentes vienen en formas diversas. Pueden ser para crear comportamiento, definiendo apariencia, e influenciando otros aspectos de la función de un objeto en el videojuego. Los componentes comunes de producción del videojuego vienen contruidos dentro del Unity, desde el RigidBody, hasta elementos más simples, como luces, las cámaras, los emisores de partículas, y más.

**Scripts:** El script es una parte esencial de Unity ya que define el comportamiento del juego. Este tutorial introducirá los fundamentos del Scripting usando JavaScript. No se requiere ningún conocimiento previo de JavaScript o Unity. El script es la forma en la que el usuario define el comportamiento del videojuego (o las normas) en Unity. El lenguaje de programación recomendado para Unity es JavaScript, aunque C# puede ser igualmente usado.

**Prefabs:** Almacena los objetos como activos para ser reusado en partes diferentes del videojuego, y luego creados o copiados en cualquier momento.

#### **6.3.4 Blender**

Blender es la suite de creación 3D gratuita y de código abierto. Admite la totalidad de la canalización 3D: modelado, aparejo, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de videojuegos. Los usuarios avanzados emplean la API de Blender para secuencias de comandos Python para personalizar la aplicación y escribir herramientas especializadas; a menudo, estos se incluyen en las futuras versiones de Blender. Blender se adapta bien a individuos y pequeños estudios que se benefician de su proceso unificado de desarrollo y respuesta.

Además, Blender es multiplataforma y funciona igual de bien en computadoras con Linux, Windows y Macintosh. Su interfaz utiliza OpenGL para proporcionar una experiencia consistente. Para confirmar la compatibilidad específica, la lista de plataformas compatibles indica las que el equipo de desarrollo prueba regularmente.

*Como un proyecto impulsado por la comunidad bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL), el público está facultado para realizar cambios pequeños y grandes en la base del código, lo que conduce a nuevas características, correcciones de errores receptivas y una mejor usabilidad. Blender no tiene*



*precio, pero puede invertir, participar y ayudar a avanzar una poderosa herramienta de colaboración: Blender es su propio software 3D (Blender, 2018).*

**Modelado:** El modelado en Blender utilizando las tres principales funciones (Mover, Rotar y Escalar) para transformar y editar cualquier objeto, su funcionamiento principal se basa en usar dichas funciones en el modelado de figura primitivas por medio de objetos ya predefinidos por Blender en tercera dimensión. Por otra parte, se puede transformar cada cara y vértice del objeto para formar una figura sin necesidad de crear caras por cada movimiento que requiera el objeto para formar todo su contorno.

**Texture (Texturizado):** La función de texturizado de Blender se encuentra en el panel de la sección derecha de software. A continuación, en la figura 13 se muestra dicho panel para el diseño de los objetos.



*Figura 12 Panel de edición y texturizado del material de Blender, elaboración propia.*

Por lo tanto, en dicha sección de vista del objeto se modifica el texturizado del objeto ya sea por medio de colores o por medio de texturas o imágenes integradas directamente al objeto. Además, se puede modificar las propiedades de realismo del objeto para darle un mejor aspecto al momento de la visualización en el software.

### **6.3.5 C# (C - Sharp)**

C# o como su pronunciación en inglés C-Sharp, es un lenguaje de programación, con seguridad orientada a objetos que permite a los desarrolladores crear una gran variedad de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .NET Framework. Puede usar C# para crear aplicaciones cliente de Windows, servicios web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos y muchas más cosas.

Visual C# proporciona un editor de código avanzado, prácticos diseñadores de interfaz de usuario, un depurador integrado y muchas otras herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones basadas en el lenguaje C# y .NET Framework (Docs.Microsoft, 2015).

Es por ello, que la sintaxis de C# es muy expresiva, pero también sencilla y fácil de aprender. Cualquier persona familiarizada con C, C++ o Java, reconocerá al instante la sintaxis de llaves de C#.

### **6.3.6 Visual Studio**

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado para sistemas operativos Windows en todas sus versiones. Es un software con capacidad de soportar diversos lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic.NET. (Microsoft, 2019)

Además, Visual Studio es un conjunto de herramientas basada en componentes para crear aplicaciones eficaces, de alto rendimiento y de buena calidad, permitiendo a los desarrolladores crear software, aplicaciones web y aplicativos de escritorio sin ninguna restricción de desarrollo. Por lo tanto, Visual Studio genera una mayor productividad respecto a las correcciones y mejoras de código, navegación y depurado de aplicaciones.

## CAPITULO 3

### 7. METODOLOGIA

Este proyecto se planteó para ser desarrollado, siguiendo la metodología Agile RUP “AUP”, cuyo objetivo es asegurar la producción de un software de alta y de mayor calidad para satisfacer las necesidades de los usuarios cumpliendo con un límite de tiempo y un presupuesto corto para la finalización completa del desarrollo.

La AUP es una simplificación de la metodología Proceso Unificado Racional (RUP), el cual usa las fases del RUP de forma más simple y fácil de entender para el desarrollo del software, disminuyendo los factores de tiempo y de desarrollo mediante la simplificación de las disciplinas.

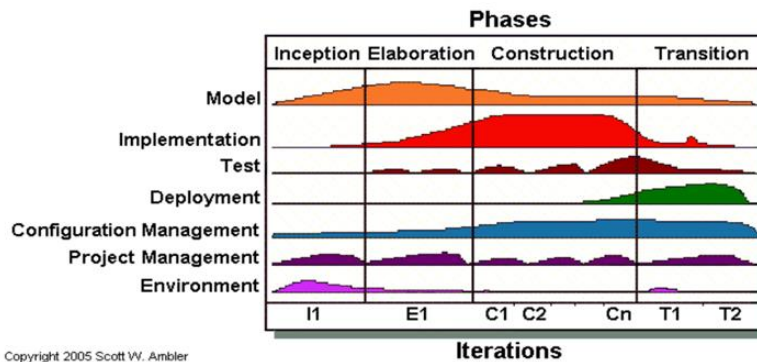


Figura 13 La figura describe las disciplinas de la metodología AUP (Scott W, 2005)

#### 7.1 Fases de AUP

1. Inicio o Iniciación: Se obtuvieron los objetivos principales, requisitos y la identificación de los casos de uso del proyecto para dar inicio con el desarrollo. Se especifico los objetivos del ciclo de vida del proyecto y los roles de cada persona que compone el equipo, por medio del cronograma y de la agenda gestionamos el tiempo de desarrollo y el presupuesto de todo el proyecto, en particular para la siguiente fase de elaboración.
2. Elaboración: Se realizo una prueba de la arquitectura del sistema para el refinamiento de los objetivos anteriormente propuestos, tales como son los casos de uso, análisis y diseño del software y una descripción en detalle de la infraestructura y el ambiente de desarrollo, así como el soporte de herramientas de automatización y desarrollo. Se analizó el dominio del problema y definición del plan de desarrollo del proyecto.

3. **Construcción:** Describe la documentación de los casos de uso, integración y verificación de todos los componentes y rasgos necesarios para el software, refinando los objetivos de las fases anteriores y se inicia la construcción o desarrollo del software.
4. **Transición o despliegue:** Se valida e implementa el sistema con las revisiones, corrección de errores y refinamiento de los objetivos de las anteriores fases, dando a conocer al público un software de calidad disponible para su despliegue en las instituciones.

Tabla 1 Distribución de esfuerzo y tiempo realizado para el proyecto

	INICIO	ELABORACIÓN	CONSTRUCCIÓN	TRANSICIÓN
Esfuerzo	5%	20%	65%	10%
Tiempo	10%	30%	50%	10%

La tabla muestra la especificación del esfuerzo versus el tiempo en porcentajes se obtuvo en la finalización de cada una de las fases de la metodología AUP.

## 7.2 Disciplinas de AUP

Las diciplinas de AUP son actividades relacionadas con un área de atención dentro de todo el proyecto. El grupo de actividades o etapas que se encuentran dentro de la disciplina principalmente son una ayuda para entender el proyecto desde la perspectiva clásica de metodología cascada; Es una secuencia parcialmente ordenada de actividades que son realizadas para lograr el desarrollo del proyecto.

Tabla 2 Actividades del proyecto por disciplina AUP

<b>Disciplinas de AUP</b>
<b>Modelo:</b> Comprende la estructura y la dinámica de la organización, comprende los problemas actuales e identifica las posibles mejoras, comprende los procesos del negocio.
<b>Aplicación:</b> Implementa las clases de diseño como componentes, asigna los componentes a los nodos, gestionar los componentes individualmente e integración de los componentes en un sistema ejecutable.
<b>Prueba:</b> Verifica la integración de los componentes, verifica que todos los requisitos han sido implementados, como disciplina asegura que los defectos detectados han sido resueltos antes de la distribución del software.
<b>Despliegue:</b> Asegura que el producto está preparado para el cliente, para proceder a su entrega y recepción por el cliente. En esta disciplina las actividades de pruebas del software se basan en su entorno final, empaquetamiento, distribución e instalación.

<b>Gestión de configuración:</b> Establece un plan adecuado para gestionar y controlar los cambios a los artefactos que se desarrollan como productos de trabajo del proceso de desarrollo de software.	
<b>Gestión de proyecto:</b> Dirección de las actividades que tienen lugar dentro del proyecto. Esto incluye la gestión de riesgos, dirección de las personas y coordinación del personal y sistemas fuera del alcance del proyecto para asegurar que se entrega a tiempo y dentro del presupuesto.	
<b>Ambiente:</b> Se enfoca sobre las actividades necesarias para configurar el proceso que engloba el desarrollo de un proyecto y describe las actividades requeridas para el desarrollo de las pautas que apoyan un proyecto. El propósito de esta disciplina es proveer a la organización que desarrollará el software, un ambiente en el cual basarse, el cual provee procesos y herramientas para poder desarrollar el software.	
<b>Modelo</b>	Establecimiento de requisitos funcionales del laboratorio.
	Descripción de los parámetros no funcionales del sistema.
	Descripción de los módulos de los experimentos.
	Documentar los casos de uso del sistema.
	Establecimiento de reglas del negocio.
	Desarrollo de diagramas de actividades.
	Diagrama de clases.
	Desarrollo de diagramas de secuencia.
<b>Aplicación</b>	Desarrollo del modelo de la base de datos para los registros y seguimientos.
	Creación de base de datos.
	Creación de objetos en 3D.
	Creación de Shaders.
	Programación de máquinas de estado y animaciones.
	Programación de targets y su detección.
	Creación de interfaz gráfica.
	Conexión con Base de datos.
Conexión entre escenarios "módulos"	
<b>Prueba</b>	Desarrollo de pruebas de caja blanca.
	Desarrollo de pruebas de caja negra.
<b>Despliegue</b>	Integración de interfaz de usuario.
<b>Gestión de configuración</b>	Desarrollo del seguimiento al proyecto y versiones.
<b>Gestión de proyecto</b>	Desarrollo del cronograma establecido.
<b>Ambiente</b>	Gestión de desarrollo de los componentes de hardware y software que se usaran.

La tabla muestra las actividades que se realizaron según las disciplinas establecida por la metodología AUP

## 8. DESARROLLO DEL PROYECTO

La metodología de desarrollo Agilé RUP “AUP”, describe el enfoque simple y fácil de entender del desarrollo de software, aplicando técnicas ágiles incluyendo el desarrollo orientado a pruebas en forma de una arquitectura ágil para mejorar la productividad del software. Por lo tanto, el entregable del desarrollo del proyecto se describe por los siguientes títulos provenientes de las diciplinas de desarrollo de la metodología:

### 8.1 Modelo

El entregable de esta fase son los requisitos y casos de uso.

A partir de la funcionalidad de la aplicación se determina cuáles son los requisitos funcionales, requisitos no funcionales, las restricciones de la aplicación y las reglas de negocio.

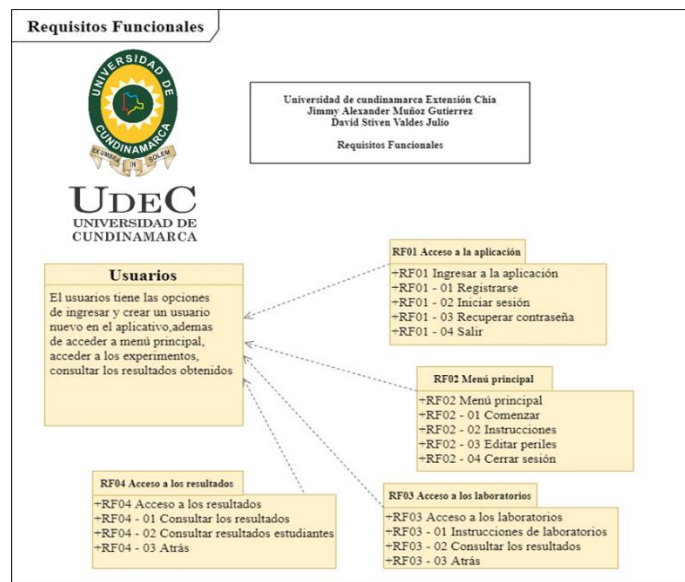


Figura 14 Requisitos funcionales del aplicativo, elaboración propia

#### 8.1.1 Requisitos funcionales

Se describe las actividades de los requisitos funcionales del aplicativo, definiendo su comportamiento frente a las acciones ejecutadas por el usuario. En la figura 15, se observa un diagrama con las funcionalidades que cumplen cada actor en el aplicativo.

Dichas funcionalidades se subdividen para especificar más detalladamente el proceso por el cual el aplicativo le responde al usuario, además, se muestra la subdivisión de los

requisitos por usuarios (Estudiante, Docente, Administrados), a continuación, se presenta los requisitos funcionales del aplicativo:

- **Requisitos funcionales: Acceso a la aplicación RF01 – Estudiante**

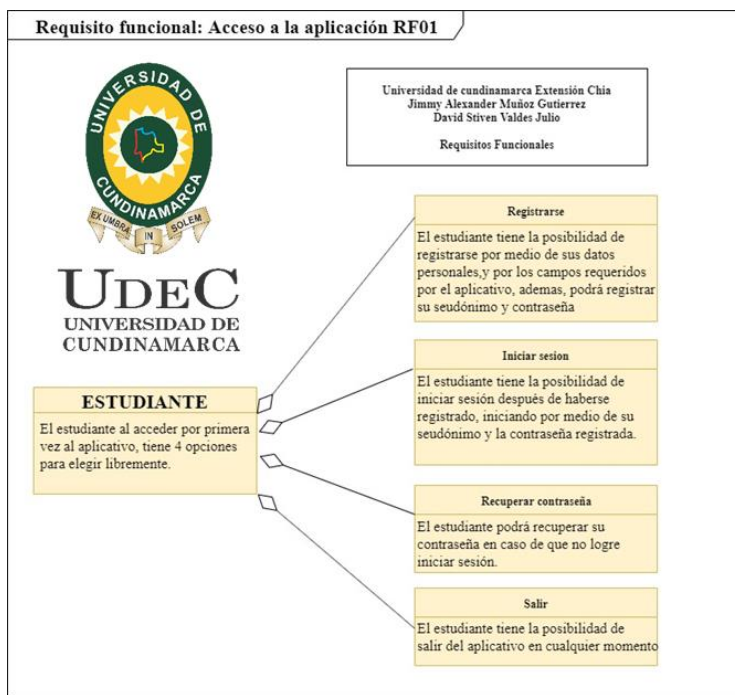


Figura 15 Requisito funcional de acceso a la aplicación por medio del usuario estudiante, elaboración propia

En la figura 16, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento que el estudiante hace uso por primera vez del software. En donde, se observa 4 opciones que puede tomar el estudiante, las cuales son: Registrarse, iniciar sesión, recuperar contraseña y salir del aplicativo si el usuario desea finalizar con la ejecución del software.

- **Requisitos funcionales: Acceso a la aplicación RF01 – Docente**

En la figura 17, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento que el docente hace uso por primera vez del software. En donde, se observa 4 opciones que el docente puede elegir, las cuales son: Registrarse, iniciar sesión, recuperar contraseña y salir del aplicativo.

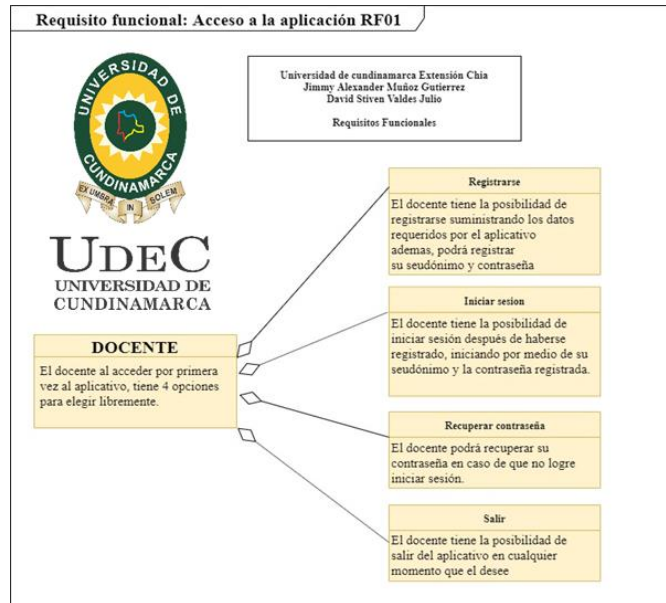


Figura 16 Requisitos funcionales para el usuario docente, elaboración propia

- **Requisitos funcionales: Acceso a la aplicación RF01 – Administrador**

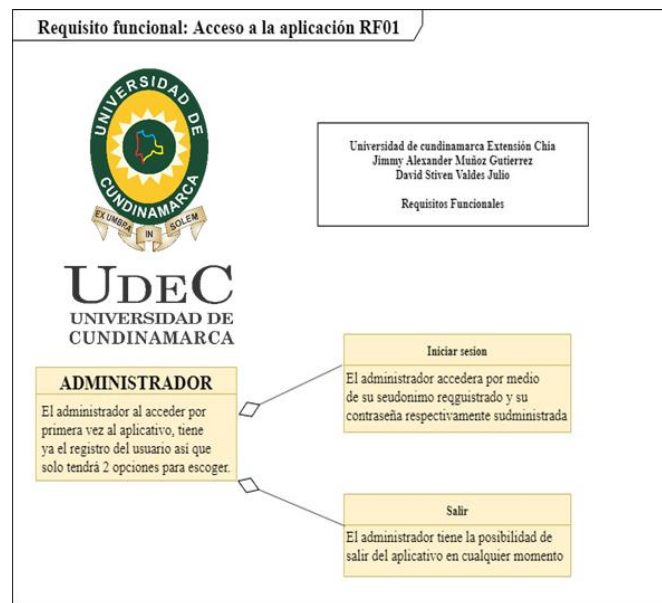


Figura 17 Requisitos funcionales para el usuario administrador, elaboración Propia

En la figura 18, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento que el administrador da uso por primera vez del software. En donde, se observa 2 opciones que el administrador puede elegir, las cuales son: Iniciar sesión, salir del aplicativo.



## 8.1.2 Requisitos no funcionales

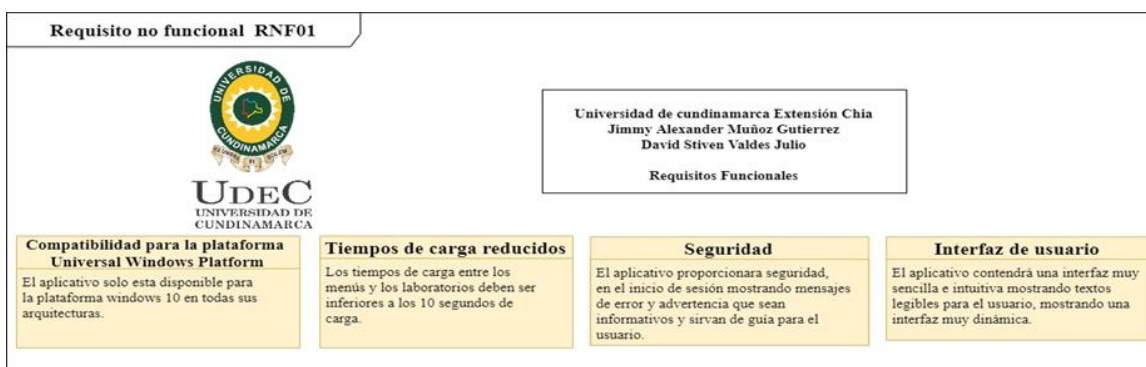


Figura 18 Requisitos no funcionales del aplicativo, elaboración propia

Los requisitos no funcionales, representan las características y restricciones generales en el diseño del aplicativo, estos requisitos se basan en las funcionalidades que no están directamente relacionadas con el desarrollo enfocados en mostrar un producto atractivo, usable y confiable. Dichos requisitos no funcionales se resaltan en la figura 19.

## 8.1.3 Descripción de los módulos de los experimentos

En siguiente apartado se describen los módulos desarrollados en el aplicativo. Estos módulos consisten en los tipos de reacciones químicas las cuales son: Según la organización de los átomos y según el cambio de oxidación.

- **Modulo según la organización de los átomos:** En el presente modulo se evidencia los tipos de laboratorios desarrollados para que los estudiantes realicen las prácticas. Este módulo se divide en los siguientes tipos de reacciones químicas: Síntesis, descomposición, desplazamiento y doble desplazamiento, las cuales contienen 2 experimentos anexos a cada temática.

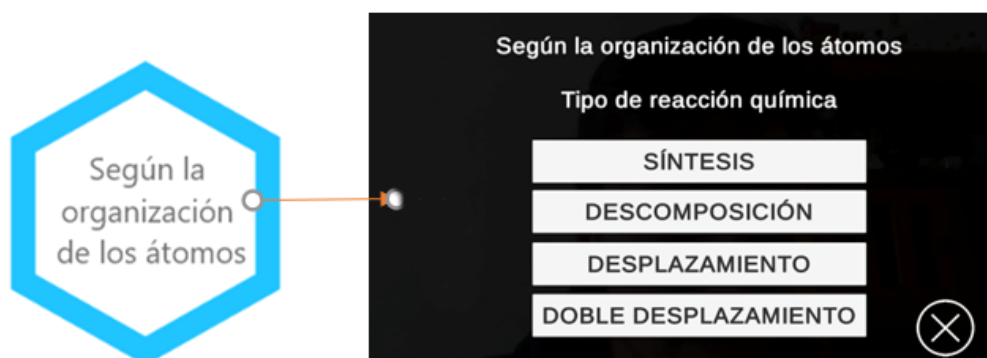


Figura 19 Modulo uno según la organización de los átomos con sus respectivos tipos de las reacciones químicas, elaboración propia.

En la figura 20, se evidencia los cuatro tipos de reacciones provenientes de la temática principal según la organización de los átomos, estos tipos de reacciones contienen 2 laboratorios característicos para cada campo temático, además, contiene un botón para volver al menú anterior en caso de que esta temática no sea la que se va a desarrollar.

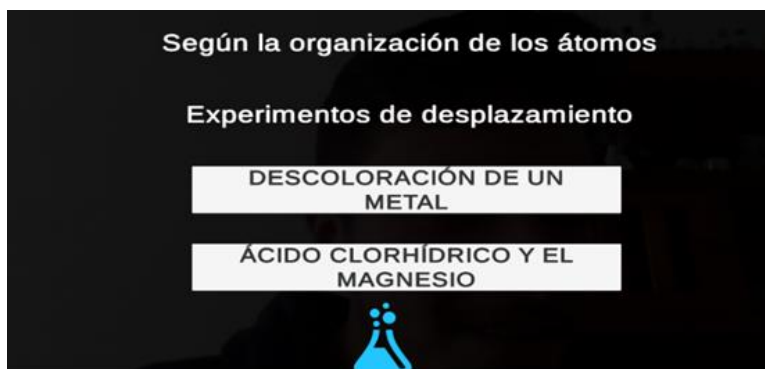


Figura 20 Laboratorios disponibles por cada uno de los tipos de reacciones químicas de la temática según la organización de los átomos, elaboración propia.

En la figura 21, se evidencia los dos laboratorios desarrollados para la temática según su desplazamiento, al momento de seleccionar uno de los ítems el usuario accederá a las actividades principales de los laboratorios.

- **Modulo según el cambio de oxidación:** En el presente modulo se evidencia el tipo de reacción química desarrollado para el tipo de oxidación del material o también llamada como oxidación tipo redox.

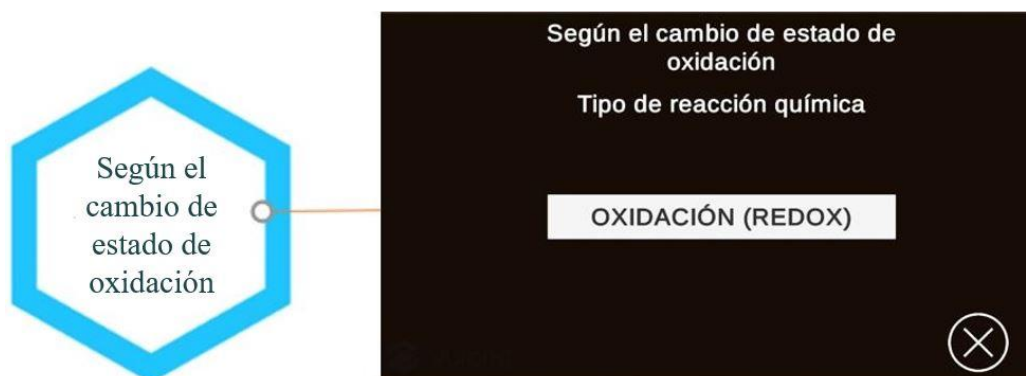


Figura 21 Modulo dos según el cambio de estado de oxidación con su respectivo tipo de reacción química, elaboración propia.

En la figura 22, se evidencia la temática según su tipo de oxidación química, el menú le dará acceso al usuario a los dos laboratorios desarrollados para la presente temática.

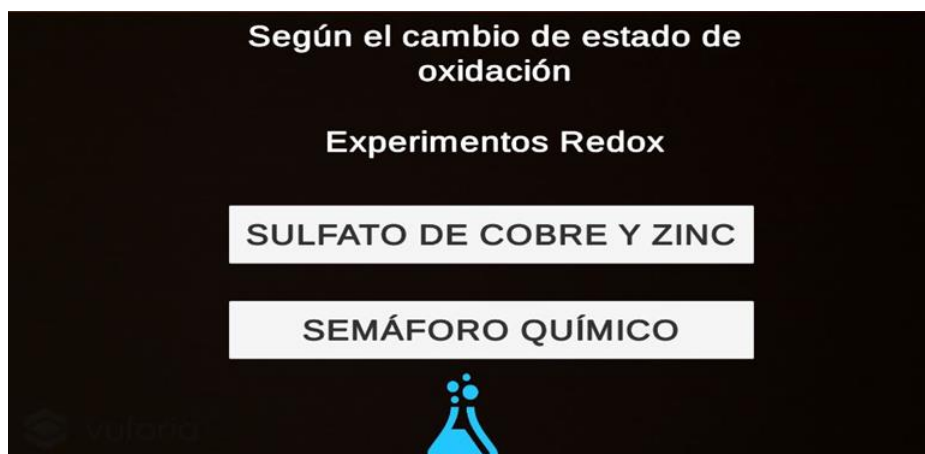


Figura 22 Laboratorios disponibles por el tipo de reacción redox de la temática según el cambio de estado, elaboración propia..

En la figura 23, en el presente menú contiene los dos laboratorios encargados de dar apoyo para las temáticas de los estados de oxidación tipo redox de los elementos.



Figura 23 Módulos principales del aplicativo ARChem, elaboración propia.

En la figura 24, se evidencia el menú principal de los experimentos, los cuales se separan en las 2 temáticas principales para el aplicativo y el respectivo botón para volver al menú principal del software.

#### 8.1.4 Casos de uso

En esta sección se detalla los diferentes casos de uso que se han definido durante la fase de análisis del proyecto. Los casos de uso cubren las distintas funcionalidades que podrán realizar los distintos usuarios que interactúen con el producto.

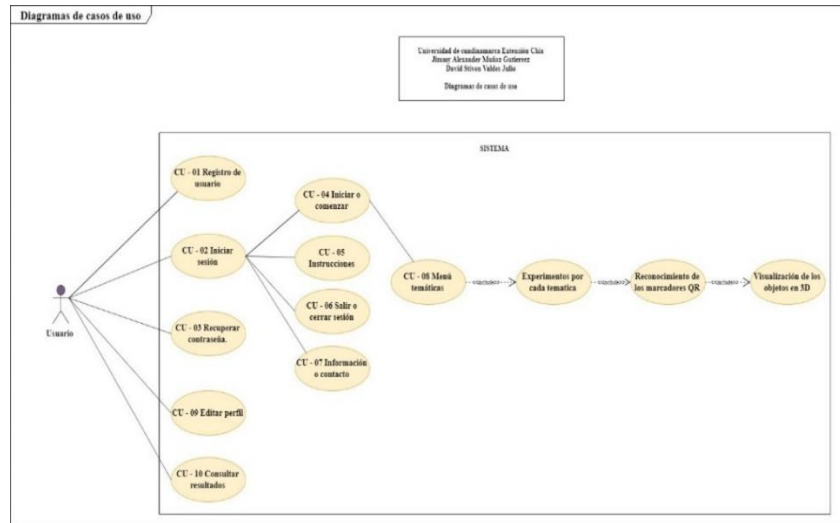


Figura 24 Diagrama de caso de uso global del aplicativo, elaboración propia.

### - CU01 Registro de usuario

Tabla 3 Tabla de caso de uso, CU01 registro de usuarios nuevos

Caso de Uso: CU01 Registro de usuario	
<b>Actor:</b> Usuario	
Descripción de los procesos	Alternativas
El usuario accede por primera vez al aplicativo, este último deberá mostrar una interfaz de usuario, las cuales solicitaran información básica personal, como correo, usuario y contraseña.	El sistema deberá validar la existencia del usuario a registrar, además debe verificar que la contraseña sea igual a la escrita en el campo de verificación contraseña.
El usuario al acceder a la interfaz de registro diligencia todos los campos que son obligatorios para el registro.	El sistema responde con un mensaje de advertencia en la interfaz cuando algún campo obligatorio no se ha diligenciado.
El usuario deberá seleccionar el botón registrar usuario para continuar con el proceso.	El sistema deberá responder con un mensaje en pantalla informando la creación exitosa del usuario y redirigirlo al menú de inicio de sesión.
Comentarios	
Si el usuario ya había accedido al aplicativo y realizo el registro, este último debe omitir el acceso a la interfaz de registro y deberá volver a la interfaz de inicio de sesión.	

En la tabla 3, especifica la funcionalidad y proceso que realiza el usuario con el sistema en la sección de registro y creación de usuarios nuevos en el aplicativo; El caso de

uso de registro se encarga de gestionar los usuarios para darles control al momento de iniciar sesión en el aplicativo.

- **CU02 Iniciar Sesión**

Tabla 4 Tabla de caso de uso, CU02 Iniciar sesión en el aplicativo.

<b>Caso de Uso:</b> CU02 Iniciar Sesión	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al ingresar por primera vez a la interfaz de inicio de sesión deberá ingresar el seudónimo o usuario registrado y la contraseña.	El sistema responde con un mensaje de advertencia en la interfaz de inicio de sesión en caso de que el usuario y/o contraseña no sean correctos, si la información es correcta el sistema redirigirá al usuario a la interfaz principal del aplicativo.
<b>Comentarios</b>	
Si el usuario accede por primera vez a esta interfaz sin haberse registrado, deberá omitir esta sección y deberá ir directamente a la interfaz de registro de usuario.	

En la tabla 4, especifica la funcionalidad y proceso que realiza el usuario al momento de iniciar sesión en el aplicativo de escritorio; El caso de uso de iniciar sesión se encarga de verificar que tipo de rol cumple el usuario al momento de acceder al aplicativo, el sistema proporciona una pantalla principal diferente a cada usuario rol cuando inicia sesión.

- **CU03 Recuperar Contraseña**

Tabla 5 Tabla de caso de uso, CU03 Recuperación de contraseña del aplicativo

<b>Caso de Uso:</b> CU03 Recuperar Contraseña	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder a la interfaz de inicio de sesión deberá seleccionar la opción de recuperación de contraseña, donde diligenciará su correo electrónico para la recuperación de dicha opción.	El sistema responde redirigiendo al usuario a la interfaz de recuperación de contraseña.
El usuario al acceder a la interfaz de recuperación de contraseña por primera vez deberá diligenciar el campo de correo electrónico registrado anteriormente para la recuperación.	El sistema deberá validar la existencia del correo electrónico diligenciado en ese campo y arrojando una advertencia en la interfaz de recuperación, informando el envío de la contraseña al correo en caso de que el correo sea existente en el aplicativo.

## Comentarios

Si el usuario no sea registrado anteriormente, este último debe omitir el proceso de recuperación y deberá ir directamente a la interfaz de registro de usuarios.

En la tabla 5, especifica la funcionalidad y proceso que realiza el usuario al momento de seleccionar recuperar contraseña; Este caso de uso se encarga de enviar la contraseña olvidada al correo electrónico registrado en el aplicativo, permitiéndole al usuario acceder nuevamente al software sin ningún problema adicional.

### 8.1.5 Reglas del negocio

Las reglas del negocio del software se desarrollan con la finalidad de establecer una estructura que limite el comportamiento de los actores del negocio, dicho de otra manera, las reglas del negocio tienen la finalidad de establecer normativas acordadas por el usuario y el desarrollador, dichas normativas o reglas establecidas para el aplicativo son las siguientes: disponibilidad del aplicativo y uso de archivos multimedia, tal como se aprecia en la figura 26.



Figura 25 Reglas de negocio del aplicativo, elaboración propia.

### 8.1.6 Diagramas UML

Los diagramas UML están compuesto por diversos elementos gráficos, estos tienen como finalidad representar diversas perspectivas de un sistema, a las cuales se les conoce como modelos; un modelo UML describe lo que hace el sistema, pero no como se implementa. A continuación, se describen los diagramas realizados.

#### 8.1.6.1 Diagrama de clases

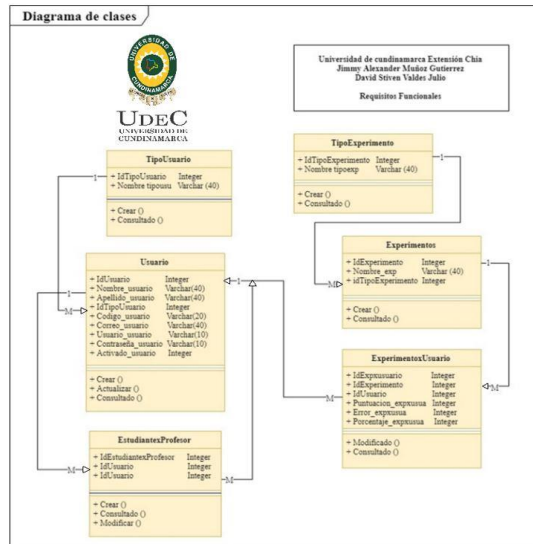


Figura 26 Diagrama de clases del aplicativo, elaboración propia.

En la figura 27, se muestra el diagrama de clases desarrollado para la creación del aplicativo con sus métodos y atributos, mostrando las relaciones entre cada tabla. Este diagrama es funcional para la creación y desarrollo de la base de datos.

### 8.1.6.2 Diagramas de actividades

En esta sección se detalla los diferentes diagramas de actividades que se han definido durante la fase de análisis del proyecto. Los diagramas de actividades muestran la lógica principal del algoritmo, describiendo los pasos de los casos de uso y el flujo del proyecto.

#### - Registro usuario nuevo

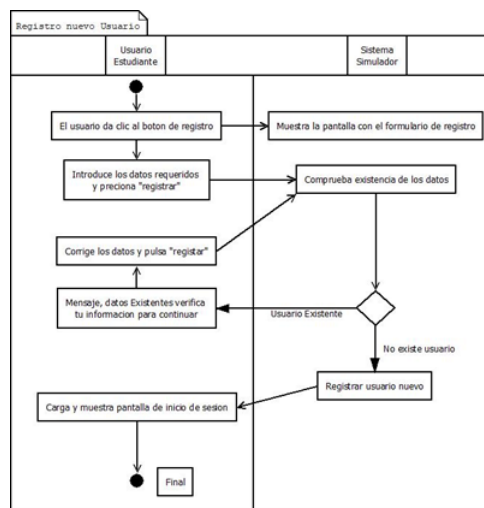


Figura 27 Diagrama de actividades, DA01 registro de usuario en el aplicativo, elaboración propia.

En la figura 28, se muestra las actividades lógicas para la creación de nuevos usuarios en el aplicativo, mostrando el flujo de inicio a fin al momento de realizar cada paso para el registro.

- **Inicio de sesión**

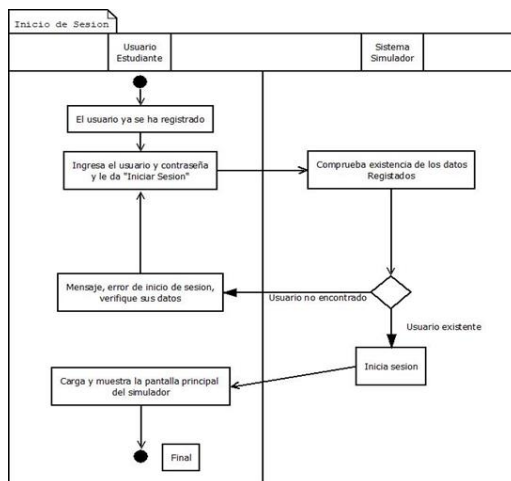


Figura 28 Diagrama de actividades, DA02 inicio de sesión en el aplicativo, elaboración propia.

En la figura 29, se muestra el diagrama de las actividades lógicas para el inicio de sesión en el aplicativo, mostrando las condiciones y las advertencias que arroja el sistema dependiendo de la decisión o uso que proporcione el usuario; Esta actividad se encarga de dar gestión de acceso al momento de iniciar sesión en el aplicativo, generando una ventana principal diferente dependiendo el usuario rol (Estudiante, Docente, Administrador) que está registrado en el sistema

- **Recuperar contraseña**

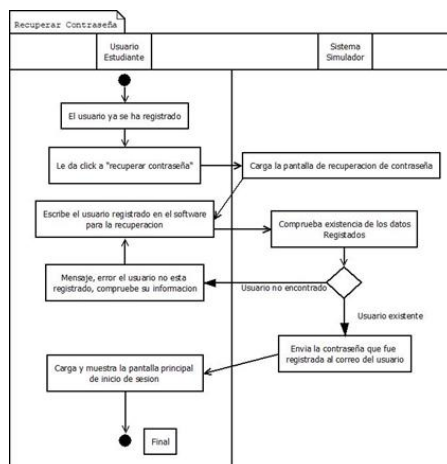


Figura 29 Diagrama de actividades, DA03 recuperación de contraseña de los usuarios, elaboración propia.



En la figura 30, se muestra el diagrama de las actividades lógicas para el proceso de recuperación de contraseña; El usuario diligencia el correo electrónico registrado en el software, en este correo se le enviara la información de la contraseña que fue registrada al momento de crear el nuevo usuario.

### 8.1.7 Diagramas de secuencias

En esta sección se detalla los diferentes diagramas de secuencias que se han definido durante la fase de análisis del proyecto. Los diagramas de secuencias muestran la lógica de una operación, describiendo a detalle los casos de uso y el flujo del proyecto.

#### - Registro usuario nuevo

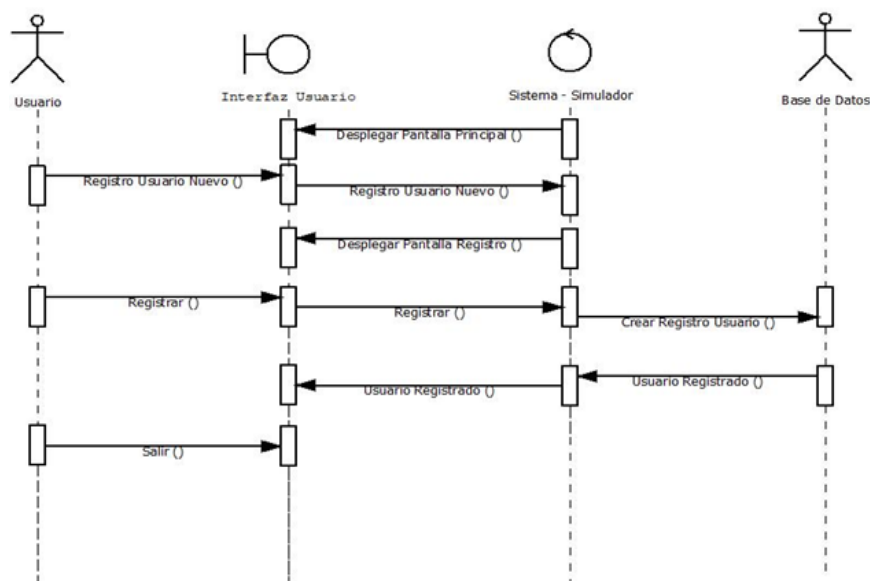


Figura 30 Diagrama de secuencias, DS01 registro de usuario, elaboración propia.

En la figura 31, se muestra el diagrama de secuencias sobre la lógica de cada paso del caso de uso de registro de usuario, detallando el proceso que sigue el sistema para cumplir con este proceso; El registro en el aplicativo gestiona los dos roles principales de los usuarios (Estudiante, Docente), estos dos usuarios cumplen características distintas, las cuales se diferencian al momento de acceder al software.

#### - Inicio de sesión

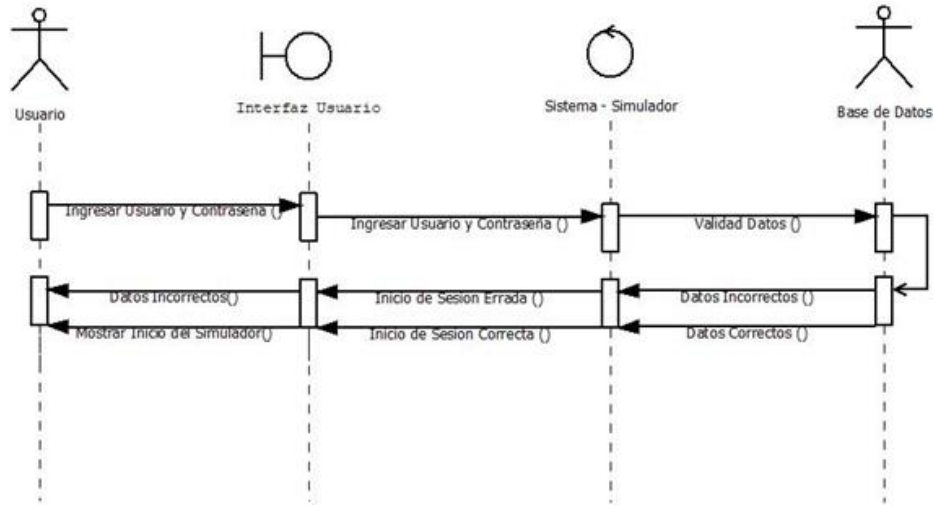


Figura 31 Diagrama de secuencias, DS02 inicio de sesión del usuario, elaboración propia.

En la figura 32, se muestra el diagrama de secuencias sobre la lógica que sigue el caso de uso de inicio de sesión el sistema, detallando el proceso que sigue el aplicativo para cumplir con el proceso de inicio de sesión.

**- Recuperar contraseña**

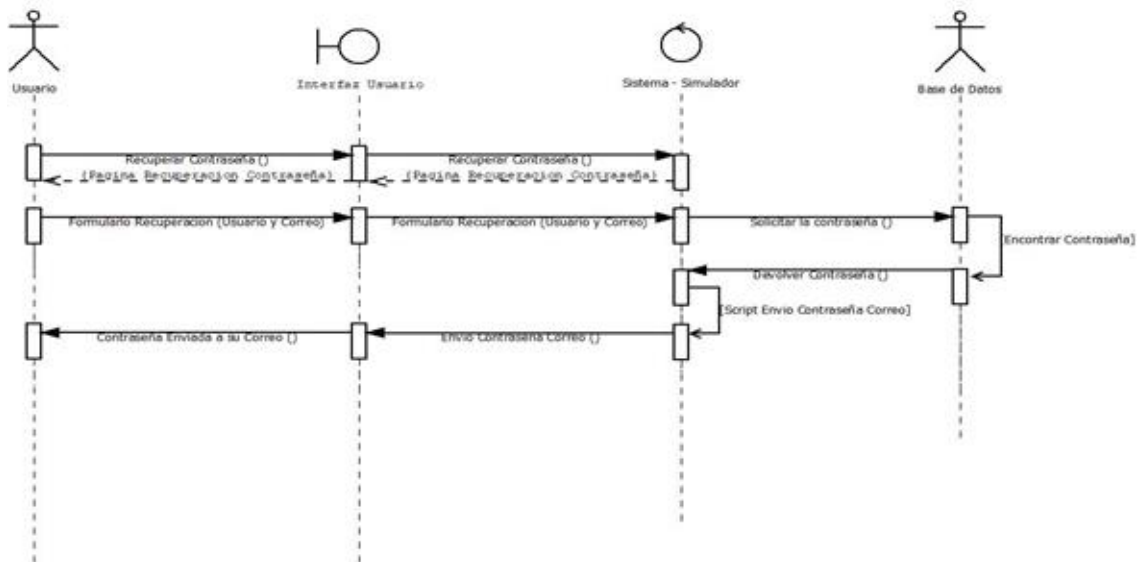


Figura 32 Diagrama de secuencias, DS03 recuperación de la contraseña del usuario, elaboración propia.

En la figura 33, se muestra el diagrama de secuencias sobre la lógica de desarrollo que cumple el sistema para realizar la recuperación de la contraseña por medio del usuario o e-mail y enviar la información solicitada al correo electrónico que se registró en el aplicativo anteriormente.

### 8.1.8 Modelo de la base de datos

Describe la estructura de la base de datos que tiene la aplicación; en el siguiente diagrama se especifica la estructuración de la base de datos, la cual, consiste en el registro de usuarios, puntuación, errores y porcentaje de avances que se obtengan al desarrollar los experimentos propuestos por cada módulo.

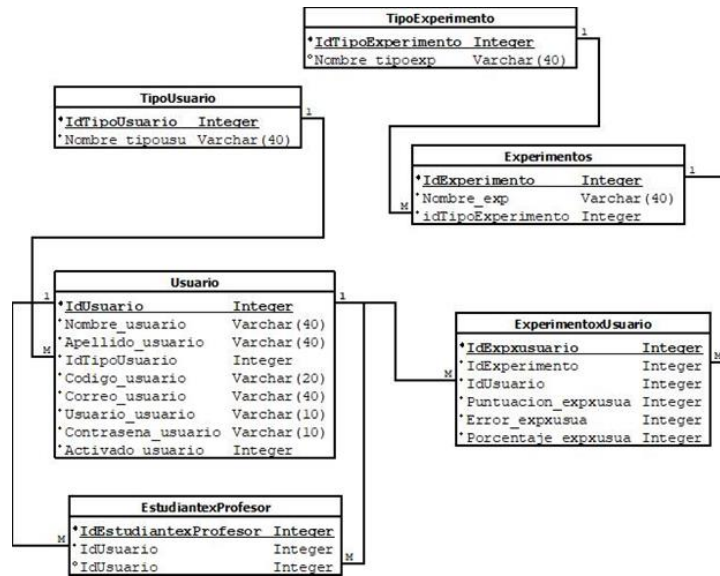


Figura 33 Modelo de la base de datos, elaboración propia

### 8.1.9 Creación de marcadores

Los marcadores son diseñados para contener cada uno de los objetos 3D principales necesarios para la elaboración de los laboratorios, dichos marcadores se representan en la figura 35:



Figura 34 Marcadores implementados en la aplicación, elaboración propia.

Por lo tanto, dicho marcadores se crean por medio de la herramienta Blender el cual nos proporciona una herramienta compleja y completa para la edición y creación de

imágenes, cada uno de los marcadores son diseñados cogiendo como base las figuras mas representativas en los laboratorios de química.

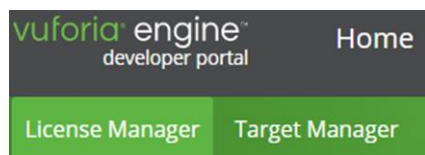
### **Configuración de los marcadores en vuforia**

Los marcadores o targets evidenciados en la figura 36 se diseñan para que el usuario pueda manejar y desarrollar el simulador sin necesidad de una gran cantidad de elementos físicos (marcadores) usados para la operabilidad, uso y desarrollo del aplicativo. Además, cada target o marcador fue diseñado para cumplir con un objetivo en específico en el ambiente del aplicativo, dichos objetivos son los siguientes: el marcador de los instrumentos es el encargado de servir como contenedor de los instrumentos del aplicativo, el marcador de los elementos es el encargado de servir como contenedor de los elementos y compuestos químicos y el marcador de instrumentos es el encargado de contener los experimentos que el usuario desarrollara.

Para la programación y manejo de los targets en unity damos uso de vuforia para implementar las características de la plataforma de desarrollo.

#### **- Pasos:**

1. En la cuenta de desarrolladores de vuforia se selecciona Target Manager, en esta sección de los desarrolladores se suben las imágenes diseñadas de los marcadores.





*Figura 35 Vuforia Target Manager para subir las imágenes de los marcadores, elaboración propia*


2. Se crea una base de datos para guardas las imágenes, para ello se selecciona Add Database “se diligencia nombre para la base de datos” → tipo o type devise → Create, con el anterior procedimiento se crea la DB.
3. Para cargar las imágenes, se selecciona la base de datos y el tipo de objeto que se desea cargar, así mismo se diligencia los datos solicitados. A partir de este momento vuforia analizara la imagen y otorgara una calificación al marcador o target la cuales van desde 0 a 5 estrellas, siendo 5 la mejor calificación y 0 la peor. Estas calificaciones se administrar a partir de la calidad de reconocimiento por medio de vuforia. Dicho procedimiento para subir las imágenes se evidencia en la figura 37:


**Add Target**

Type:

  
Single Image

  
Cuboid

  
Cylinder

  
3D Object

File:

Choose File

jpg or -png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

*Figura 36 Interfaz para subir los marcadores a la base de datos, elaboración propia.*

### **8.1.10 Creación de interfaz grafica**

En esta etapa de desarrollo, se realizaron las interfaces de usuario que tiene el aplicativo, las cuales son:

- Interfaz de Inicio sesión
- Interfaz de registro
- Interfaz de recuperación
- Interfaz de inicio
- Interfaz de instrucciones
- Interfaz de estudiante “Información”
- Interfaz de edición de información
- Interfaz de información
- Interfaz de módulos
- Interfaz de tipos de reacciones químicas
- Interfaz de experimentos por tipo de reacción
- Interfaz de elaboración de experimento
- Interfaz de pausa
- Interfaz de opciones
- Interfaz de ayuda

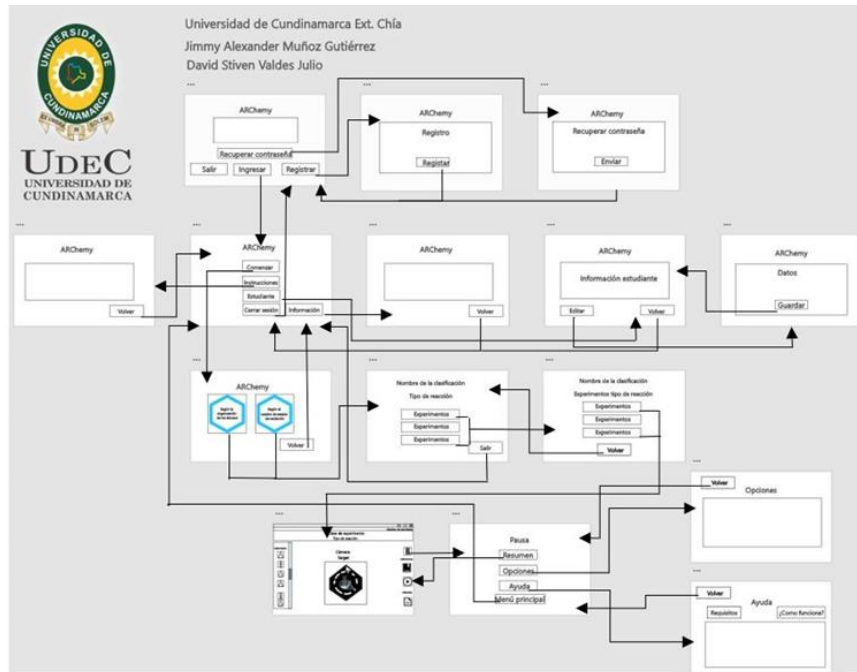


Figura 37 Arquitectura de las interfaces, elaboración propia.

En la figura 38, se evidencia la arquitectura de todas las interfaces evidenciadas en el aplicativo, estas interfaces dependen del rol que cumple el usuario en el software.

## 8.2 Implementación

### 8.2.1 Desarrollo de la base de datos

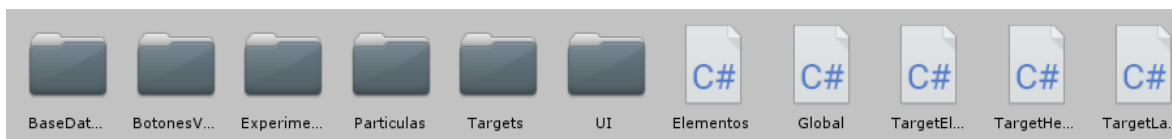
El desarrollo de la base se realizó en SQLite, el cual es una biblioteca en lenguaje C que implementa un motor de base de datos SQL. SQLite está integrado en todos los dispositivos móviles y la mayoría de los computadores (Consortio SQLite, 2019), es por esta razón que se decidió implementar esta librería para el desarrollo de la base de datos, ya que es compatible con Universal Windows Platform (UWP) y su integración con el motor Unity.

Name	Type	Schema
Tables (7)		
> EstudiantexProfesor		CREATE TABLE "EstudiantexProfesor" ("IdEstudiantexProfesor" INTEGER PRIM
> Experimentos		CREATE TABLE "Experimentos" ("IdExperimentos" INTEGER PRIMARY KEY AU
> ExperimentoxUsuario		CREATE TABLE "ExperimentoxUsuario" ("IdExperimentoxUsuario" INTEGER)
> TipoExperimento		CREATE TABLE "TipoExperimento" ("IdTipoExperimento" INTEGER PRIMARY
> TipoUsuario		CREATE TABLE "TipoUsuario" ("IdTipoUsuario" INTEGER PRIMARY KEY AUTOC
> Usuario		CREATE TABLE "Usuario" ("IdUsuario" INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREM
> sqlite_sequence		CREATE TABLE sqlite_sequence(name,seq)
Indíces (0)		
Views (0)		
Triggers (0)		

Figura 38 Base de datos con sus respectivas tablas en SQLite, elaboración propia

## 8.2.2 Desarrollo de códigos

La programación del proyecto se realizó por medio del lenguaje de programación c#, el cual está orientado a objetos. Este facilita el uso de métodos, propiedades y objetos para el desarrollo y flujo del sistema.



*Figura 39 Carpetas y scripts creados para el orden y ejecución del aplicativo, elaboración propia.*

Por esta razón el desarrollo del aplicativo se concentra en veinte scripts, los cuales manejan el entorno visual, acciones de los targets, métodos, propiedades, animaciones y la realización de los experimentos. Estos scripts se encuentran definidos como:

- **Experimentos:** Administra el tipo de reacción química y el experimento.
- **SegúnOrganizacion:** Maneja las secuencias de desarrollo de experimentos clasificados como según la organización de los átomos.
- **SegunOxidacion:** Maneja las secuencias de desarrollo de experimentos clasificados como según el cambio de estado de oxidación.
- **ButtonHerramienta:** Se encarga de gestionar la secuencia de animaciones al presionar el botón virtual en el target Instrumentos.
- **ButtonLaboratorio:** Se encarga de gestionar la secuencia de animaciones al presionar el botón virtual en el target Laboratorio.
- **Particulas:** Administra la activación de las partículas.
- **Elementos:** Administra los elementos de la interfaz y la activación de los objetos.
- **TargetElemento:** Maneja la detección, pérdida y llamados a la base de datos de vuforia del target Elemento y los colisionadores.
- **TargetHerramienta:** Maneja la detección, pérdida y llamados a la base de datos de vuforia del target Instrumentos y los colisionadores.
- **TargetLaboratorio:** Maneja la detección, pérdida y llamados a la base de datos de vuforia del target Laboratorio y los colisionadores.
- **BDSQlite:** Maneja la conexión y los llamados a la base de datos.

- **ActivadorParticulas:** Se encarga de activar las partículas que se implementan en los experimentos.
- **Escenas:** este script maneja los paneles e interfaces de las escenas de inicio y menú principal.
- **PanelScreen:** Maneja el panel de pausa y sus opciones.
- **Global:** Variables globales que se pasan entre las escenas.

Cada uno de estos scripts manejan secuencia de interacciones y activadores por medio de booleanos, los cuales activan las secuencias de animaciones, colisionadores, partículas, tipos de experimentos, tipos de reacciones químicas, detección de targets y los botones virtuales.

```

0 references
82 private void Awake()  

0 references
91 void Start()  

0 references
152 private void Update()  

218   

219   

220   

221   

222   

925   

926   

927   

928   

929   

1127   

1128   

1129   

1130   

1131   

1276   

1277   

1278   

1279   

1518   

1519   

1520   

1521   

1522   

1684   

1685   

1686   

1687   


```

Figura 40 Código de la funcionalidad de las secuencias del desarrollo de los laboratorios, elaboración propia.

### 8.2.3 Modelado y texturizado de los objetos en 3D

La creación y diseño de los modelos en 3D se desarrollaron en el programa blender (Open Source), en el cual se usó el arte low poly es simplemente el modelado con el mínimo número de polígonos o caras en el modelo 3D, este tipo de arte busca reducir el detallado del modelado para remplazarlo por el realismo en las texturas.

- **Modelos en 3D**

Todos los modelos en 3D fueron diseñados por nosotros a partir de imágenes, como guía de seguimiento para el desarrollo del diseño.



Tabla 6 Modelos en 3d diseñados

<p><b>Modelos 3D</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agitador</li> <li>• Caja papel PH</li> <li>• Cuchara de inmisión</li> <li>• Clavo</li> <li>• Manguera de goma</li> <li>• Manguera de gas</li> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Matraz Kitasato</li> <li>• Mechero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinzas</li> <li>• Soporte universal</li> <li>• Tapón agujerado</li> <li>• Tarro</li> <li>• Tubo de vidrio doblado</li> <li>• Tubo de ensayo</li> <li>• Tarro de vidrio</li> <li>• Vaso precipitado</li> <li>• Vidrio reloj</li> </ul>
--------------------------	---	--

La tabla muestra los nombres de los modelos en 3D de catorce instrumentos diseñados para los laboratorios

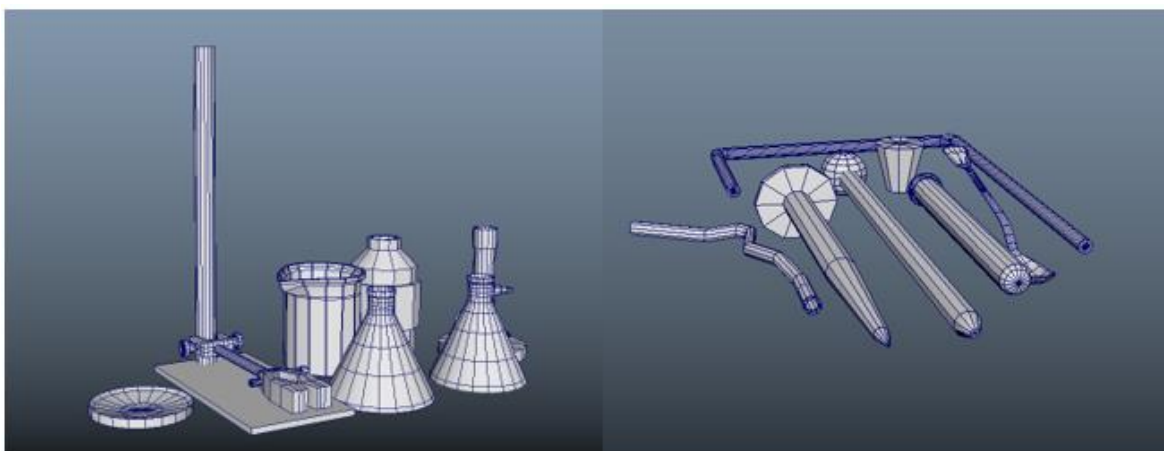


Figura 41 Diseños de los modelos en 3D, elaboración propia.

- **Diseño de Mapeo UV (UV Mapping) de los modelos en 3D**

El UV Mapping es el proceso de proyectar una imagen en 2D en la superficie de un modelo 3D para mapear texturas; este proceso se desarrolló en los modelos en 3D para renderizar a partir del texturizado los objetos de forma realista.

El proceso de mapeado se realiza a partir de cortes en el modelo 3D, a partir de los edge o bordes de cada cara del modelado.

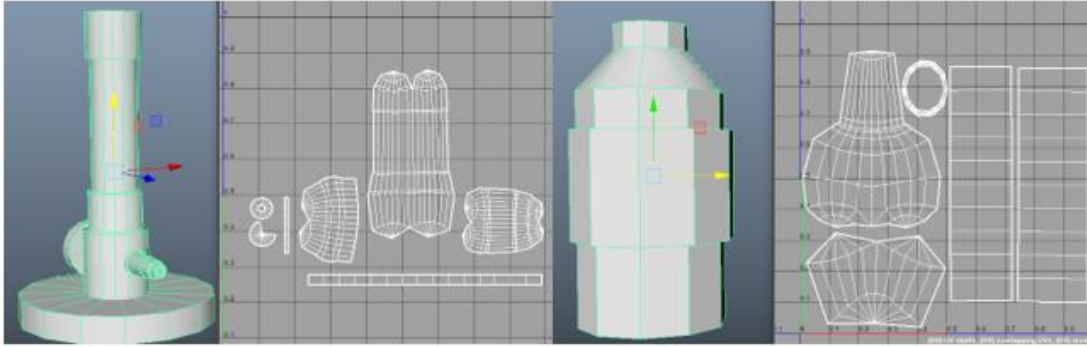


Figura 42 Diseño de Mapeo UV (UV Mapping) de los modelos en 3D, elaboración propia.

### - Texturizado de modelos 3D:

El texturizado de los modelos 3D se desarrolló con el programa Gimp (Open Source), el cual a partir del Mapeado de UV se agregan los colores, oclusiones y normales para dar el realismo a cada uno de los modelados.



Figura 43 Texturizado de los modelos 3D, elaboración propia.

A partir del mapeo de UV's se crearon las texturas de las etiquetas del tarro que contiene los elementos químicos usados en los experimentos.

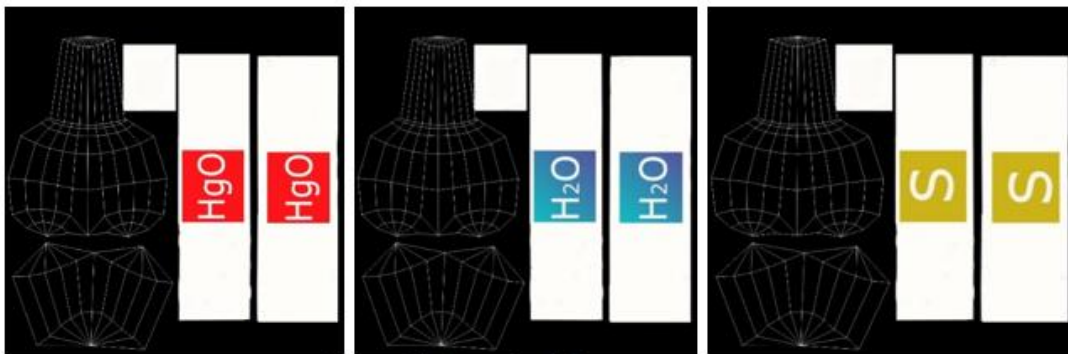


Figura 44 Creación de las texturas por medio del programa gimp, elaboración propia.

## 8.2.4 Creación de shaders

La creación de los shaders se desarrolló en la plataforma de desarrollo Unity3D y Materialize, en la cual se usó simplemente la creación de los materiales con diseños realistas para presenciar profundidad y realismo en los materiales, tal y como se evidencian en las siguientes figuras:

### - Creación de materiales

La creación de materiales para los elementos químicos, se desarrollaron con el programa Materialize (Open Source), el cual es una herramienta que crea materiales a partir de imágenes y genera el texturizado de los elementos.

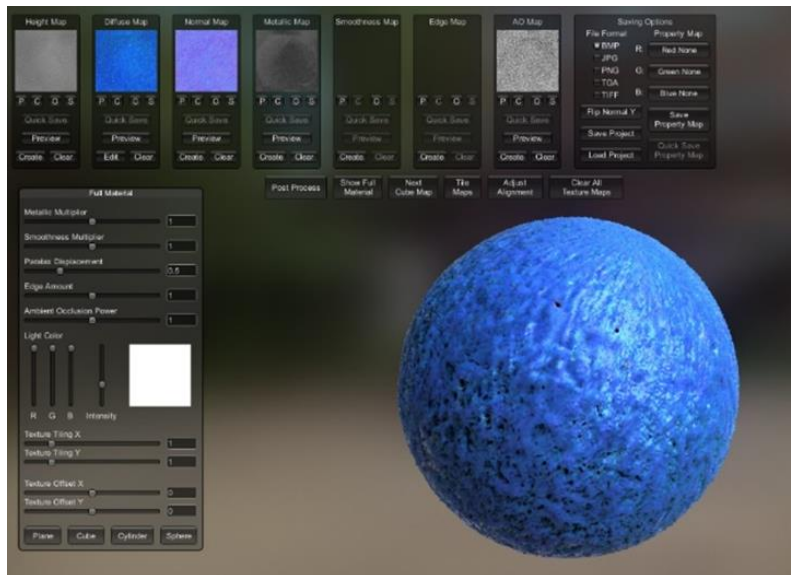


Figura 45 Creación de materiales, elaboración propia

### - Creación de materiales en unity 3D

La creación de los materiales en el motor de desarrollo Unity, se crean a partir del render Mode, en el cual se cargan las diferentes texturas, UV Mapping y colores de los modelos para ser aplicados.

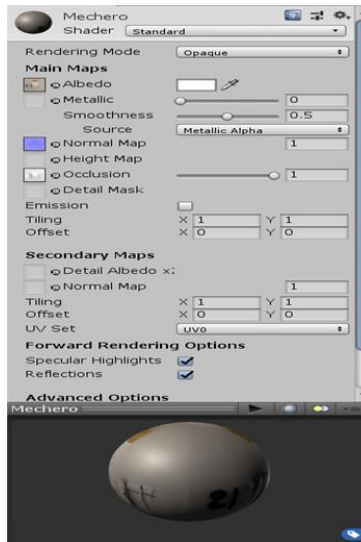


Figura 46 Creación de material en el motor de desarrollo unity, elaboración propia.

Los modelos en 3D con textura en vidrio y con un color sólido, se les aplico una composición de color RGB, la cual se creó desde el albedo del Rendering Mode.



Figura 47 Colores y modificación de las texturas para creación de materiales "shader", elaboración propia.

## 8.2.5 Máquinas de estado y animaciones

Las máquinas de estado de una animación en unity, proporcionan una manera dinámica de generar un orden en la ejecución de cada animación, informando si se debe repetir la animación o detenerla cuando el objeto este posicionado en un lugar en específico. Por lo tanto, las máquinas de estado se configuran en la ventana del Animator Controller, la cual se evidencia en la siguiente figura.

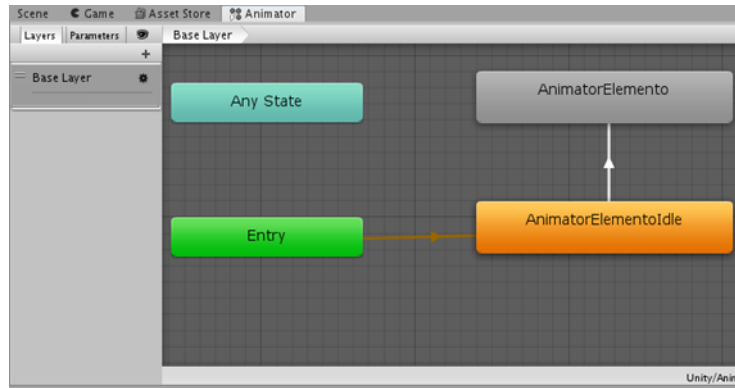


Figura 48 Sección del Animator y control de las animaciones para cada objeto del aplicativo, elaboración propia.

En la figura 49, se evidencia la máquina de estado de una animación, creada para cuando un instrumento este quieto en una posición en la escena.

- **Creación de una máquina de estado**

Para la creación de la máquina de estados se creó primero la animación para que desarrollo sea más rápido y no genere conflictos al momento de implementar la máquina de estados con la animación.

- **Pasos:**

1. Primero en Assets → clic derecho y se selecciona Create → Animation.
2. Segundo se crea un archivo llamado animación como se evidencia en la figura 50, este archivo guarda las animaciones de los modelos en 3D

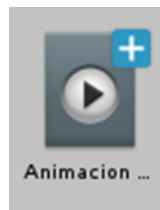


Figura 49 Referencia del objeto donde se guardará la animación, elaboración propia.

3. Tercero, después de creado el elemento que contendrá la animación se procede a la elaboración de la animación.

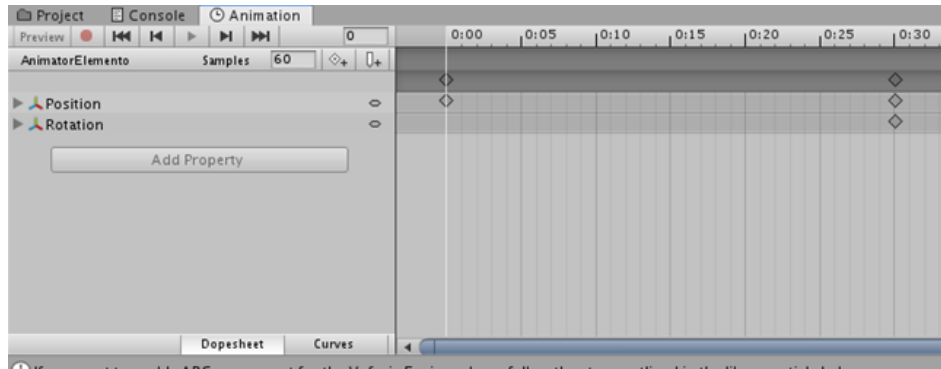


Figura 50 Sección Animation en unity para la secuencia de la activación de las animaciones de los objetos, elaboración propia.

En esta sección se logra configurar el tiempo, la posición y rotación del elemento posicionado en la escena. Para crear dicha animación se selecciona el icono rojo y se procede a establecer el tiempo de duración de la animación. Además, procederá a grabar cada movimiento del objeto para crear la animación buscada para el modelo en 3D.

Finalizando, al volver a seleccionar el icono rojo se creará en la misma carpeta que está posicionada el contenedor de la animación, generando un archivo llamado Animation Controller la cual se evidenciaran en las figuras 52, así mismo la arquitectura que compone la máquina de estados con su respectiva animación creada para este aparatado.

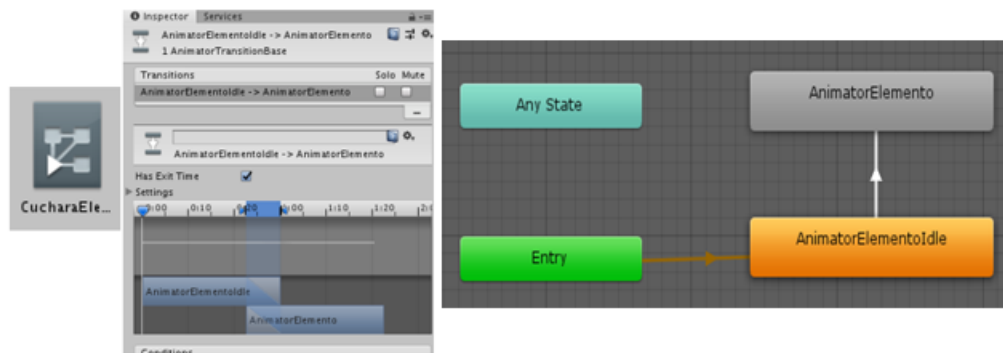


Figura 51 Secuencia de activación de la animación de los objetos visualizada desde el inspector de edición, elaboración propia.

### 8.2.6 Programación de targets

Con vuforia instalado como extensión y complemento en unity se puede usar cada uno de sus componentes para el diseño del aplicativo, uno de sus elementos principales y necesarios para este proyecto es la ARCamera que ya trae por defecto vuforia para el reconocimiento de los marcadores, para crear la cámara y usarla realizaremos lo siguiente.

- **Pasos:**

1. En unity se elimina la cámara que viene por defecto al crear un el proyecto, luego se crea la ARCamera, que viene en el paquete de vuforia.
2. Lugo de haber creado la ARCamera ingresamos al inspector de unity y colocamos la licencia de vuforia, esta permite activar los componentes de realidad aumenta, así mismo se carga el paquete generado en la página de vuforia con los marcados, los cuales vienen configurados.
3. Con los pasos anteriores se ha configurado vuforia en unity, lo siguiente a realizar es crear objeto de tipo target el cual viene con el paquete de vuforia, automáticamente se cargarán los marcadores diseñados.



Figura 52 Marcadores con los elementos posicionados, elaboración propia.

Para que los marcadores sean detectados por la cámara se implementa el siguiente código. Este consiste en la detección, pedida y carga de los marcadores en el entorno. Esto se puede observar en la figura 54.

```
public void OnTrackableStateChanged(TrackableBehaviour.Status previousStatus, TrackableBehaviour.Status newStatus)
{
    animacion = Elemento.Panellateral.GetComponent<Animator>();
    if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED || newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED || newStatus == TrackableBeh
    {
        Elemento.PnlPrincipalMateriales.SetActive(true); // Activa el panel de las herramientas
        for (int i = 0; i < Elemento.Botones.Length; i++)
    }
    else if (previousStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED && newStatus == TrackableBehaviour.Status.NO_POSE)
    {
        for (int i = 0; i < Elemento.Botones.Length; i++)
    }
    else
    {
        print("COMIENZO Herramienta"); //Se ejecuta cuando comienza la escena
    }
}
```

Figura 53 Código para el reconocimiento de los marcadores con la cámara de vuforia, elaboración propia.

## 8.2.7 Creación de interfaz gráfica

El desarrollo de la interfaz gráfica se inició creando las interfaces que el usuario deberá seleccionar para iniciar la aplicación, por tal motivo se empezó con la creación de la interfaz de inicio, ya que es la primera que se verá en la aplicación. En la figura 55 se puede observar el resultado de la primera interfaz.

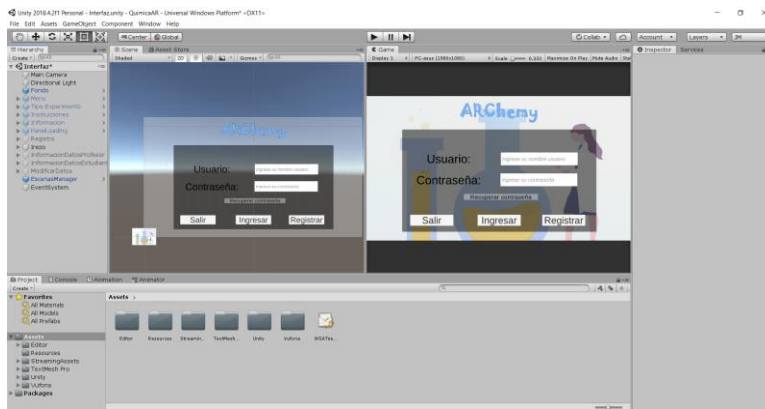


Figura 54 Visualización de la interfaz gráfica en unity, elaboración propia

Para dar inicio al aplicativo, el usuario realiza el proceso de registro, dicho procedimiento ejecuta ingresando al menú de registro por medio del botón Registrar; si el usuario cuenta con un usuario previamente registrado podrá ingresar a la aplicación, colocando los datos solicitados y seleccionando el botón ingresar.

En caso de que el usuario olvide su usuario o contraseña, puede recuperarlas mediante el botón “Recuperar contraseña”.

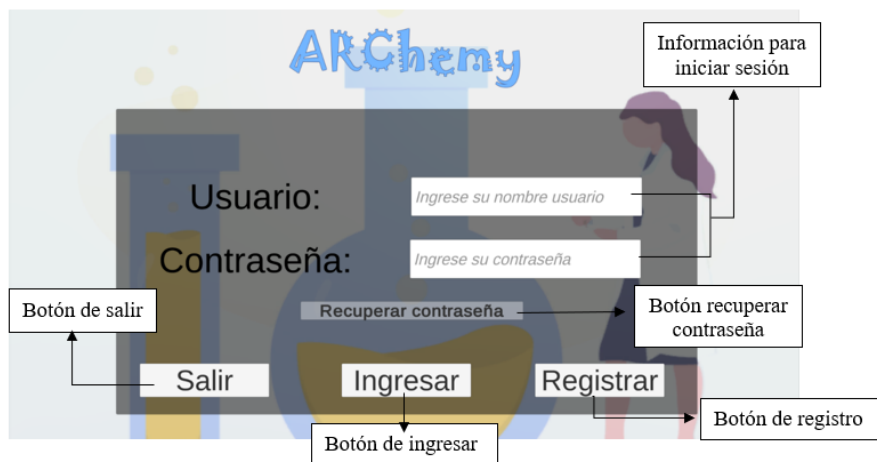


Figura 55 Interfaz de inicio de sesión del aplicativo, elaboración propia



Las ventanitas que se despliegan a partir de las acciones que realiza el usuario, se muestran a continuación. En primer lugar, se encuentra el registro del usuario, en esta ventanita se debe llenar los datos solicitados y posteriormente presionar el botón registrar. En segundo lugar, se encuentra la ventanita de recuperación de contraseña, por medio del ingreso del correo registrado se enviará los datos de acceso.

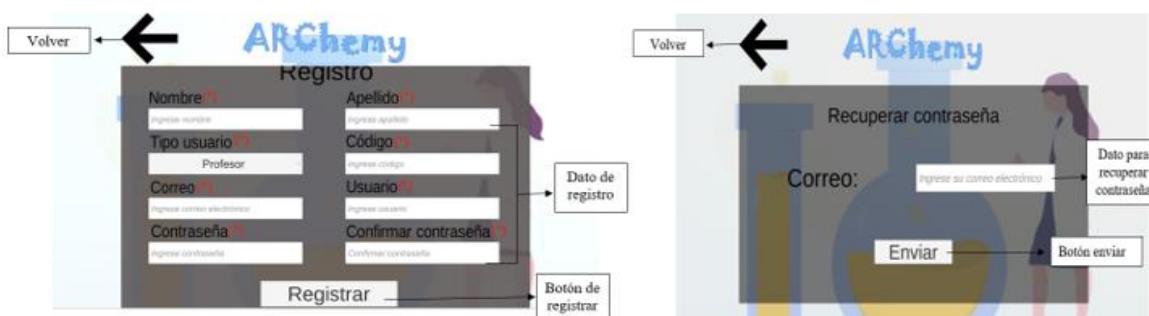


Figura 56 Interfaz de registro y recuperación de contraseña, elaboración propia

Una vez desarrollada la interfaz de inicio, se empezó la elaboración de la interfaz de menú principal. Esta interfaz cuenta con las opciones inicio de laboratorio, instrucciones, información, cerrar sesión e información de los desarrolladores de la aplicación. Esta interfaz fue elaborada para los estudiantes y profesores de química. Con lo cual pueden acceder a la elaboración de los experimentos, información general e información del perfil de usuario y avances en el desarrollo de los experimentos, en cuanto a los estudiantes; para los profesores se encuentra dispuesto el módulo de seguimiento de los estudiantes, en el cual pueden verificar los avances de los estudiantes en la elaboración de los experimentos. En la figura 58 se muestra el resultado de la interfaz de menú principal para estudiantes y profesores.



Figura 57 Interfaz principal para los estudiantes y profesores, elaboración propia

Así mismo se desarrolló una interfaz de menú principal para el administrador, el cual tiene las opciones de registrar usuarios, instrucciones, administrar la base de datos, cerrar sesión e información de los desarrolladores de la aplicación; en cuanto a las diferencias con la anterior interfaz descrita el administrador puede registrar a los usuarios con rol de profesor y editar o desactivar cuentas de usuarios en el sistema. En la siguiente se muestra el resultado de la interfaz.



Figura 58 Interfaz del menú principal para el usuario docente, elaboración propia.

Las ventanas que se despliegan a partir de la selección del usuario en su respectivo rol y que muestra la misma información o realiza la misma acción son las siguientes: información de desarrolladores, instrucciones de la aplicación y cerrar sesión, estas ventanas y botón son iguales para todos los usuarios.

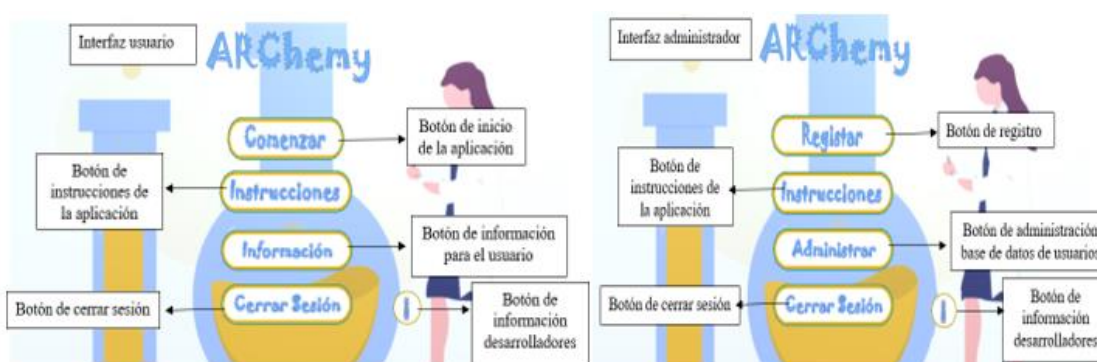


Figura 59 Interfaz de menú principal según sus roles, elaboración propia.

En cuanto los botones y ventanas que se muestran a partir de un rol en específico son descritas a continuación:

- **Rol estudiante y profesor:**

- Botón comenzar: tiene como propósito mostrar al usuario los módulos de los tipos de reacciones químicas dispuestos para el desarrollo de los experimentos.

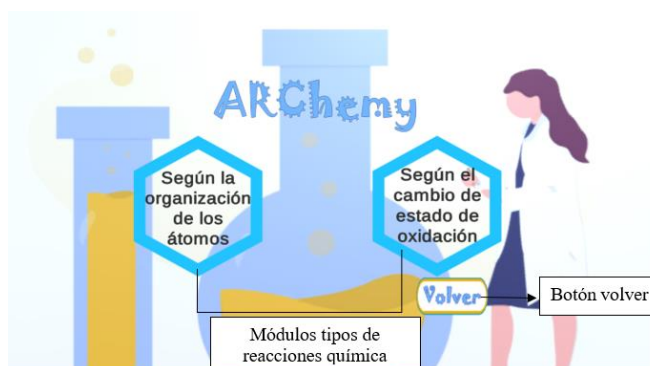


Figura 60 Interfaz de los diferentes módulos de experimentos del aplicativo, elaboración propia.

- Botón información: tiene como propósito mostrar al rol de estudiante la información de avances, errores y puntuación de los experimentos que se hallan realizado. Para el rol de profesor muestra los avances e información de los estudiantes, puntuación, errores y porcentaje de avance.

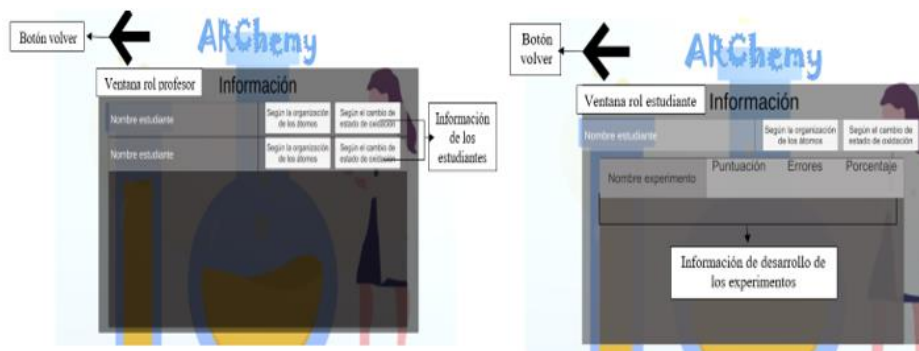


Figura 61 Interfaz de información del rol profesor y estudiante, elaboración propia.

- **Rol administrador:**

- Botón registro: tiene como propósito mostrar la ventana de registro, este realiza únicamente el registro de los profesores.
- Botón de Administrar: tiene como propósito mostrar la ventana de modificar la información de los perfiles de los usuarios.



Figura 62 Interfaz de actualización de datos rol administrador, elaboración propia.

Después de haber finalizado la interfaz de menú principal, se dio inicio al desarrollo de la interfaz de los módulos de los experimentos, en este apartado se consideró mostrar el nombre de la clasificación y los tipos de reacciones químicas con las cuales se puede desarrollar los experimentos. En la figura 64 se muestran las ventanas de selección del módulo tipo de reacción según la organización de los átomos y los experimentos propuestos para la reacción de desplazamiento.

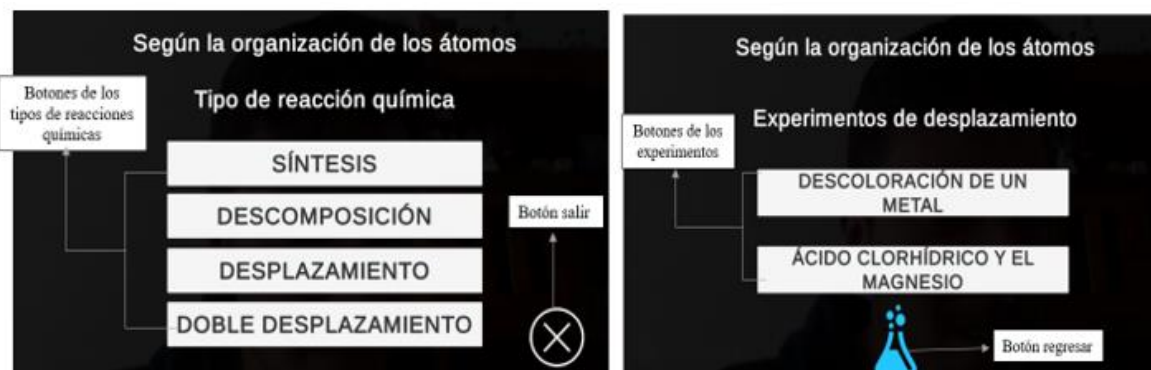


Figura 63 Interfaces de las temáticas y sus respectivo laboratorios químicos, elaboración propia.

Estas interfaces de selección del tipo de reacción química y experimentos cumplen la función de seleccionar que experimento se va a desarrollar y así mismo cargar posteriormente las instrucciones de desarrollo del experimento seleccionado.

Luego de haber finalizado completamente con la interfaz de los módulos, se empezó con el desarrollo de la interfaz de elaboración de experimentos. Esta interfaz cuenta con las

opciones indispensables para la elaboración de cada uno de los experimentos. En la siguiente figura se muestra la interfaz desarrollada para la elaboración de los experimentos.

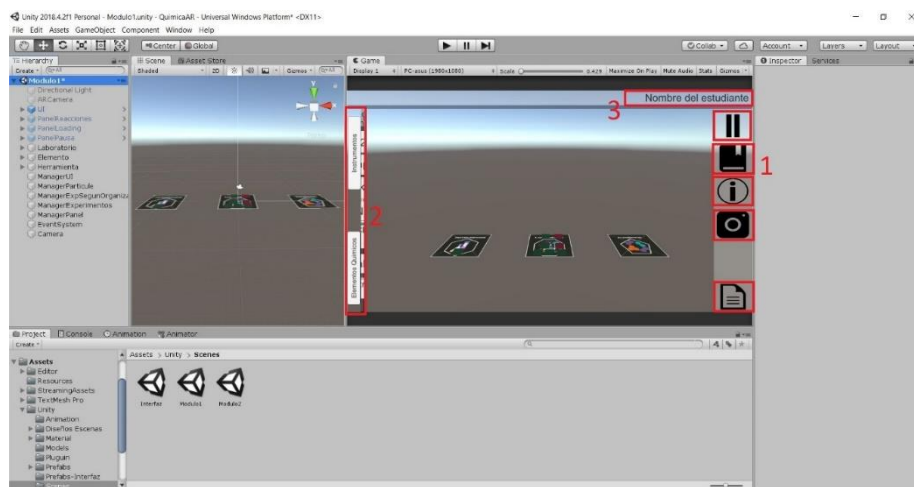


Figura 64 Interfaz para la elaboración de los experimentos, elaboración propia.

La interfaz de elaboración de los experimentos al contener en total 10 experimentos, se desarrolló de forma genérica, lo cual proporciona un manejo y navegación sencillo para el usuario. Esta interfaz cuenta con tres paneles que agrupan una sección de características diferentes; en primer lugar, se encuentra el panel de opciones de la aplicación, este contiene los botones de información del experimento, así como las instrucciones del desarrollo. En según lugar, se encuentra el panel de instrumentos y elementos químicos, este agrupa los materiales necesarios para llevar a cabo cada experimento y como ultimo el panel de información, en este se encuentra los datos del usuario y la información del experimento que se está desarrollando.

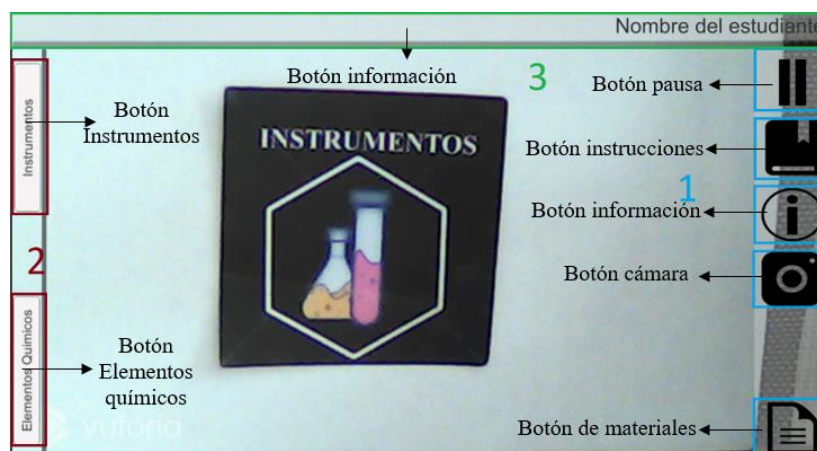


Figura 65 Visualización de los iconos guías en los laboratorios, elaboración propia.

Para el desarrollo de la interfaz se implementaron los siguientes botones por panel:

### **1. Panel opciones:**

- Botón pausa: este botón es el encargado de detener todos los procesos en ejecución que se encuentran en el escenario, los procesos que se detienen son: la detección de los marcadores silencia los audios que hay en el escenario y las animaciones que se estén ejecutando, posteriormente muestra el menú de pausa, que se puede observar en la figura 66.
- Botón instrucciones: este botón muestra en pantalla las instrucciones que debe seguir el usuario para desarrollar el experimento, consisten en una secuencia de paso que se deben realizar.
- Botón información: este botón es el encargado de mostrar la información de algunos objetos que están identificados con un texto en 3D, este muestra las características e información en la pantalla.
- Botón cámara: se agregó este botón como un pequeño render en el marcador de laboratorios, el cual muestra en algunos experimentos los cambio o reacciones que pasan dentro de estos, es de aclarar que este botón no está activo al iniciar la elaboración del experimento, se activa en determinados avances o progresos del desarrollo.
- Botón de materiales: este muestra los materiales necesarios para la elaboración del experimento. Consiste en una lista de chequeo que se va activando a medida que se cumplan con el procedimiento estipulado.

### **2. Panel instrumentos y elementos químicos:**

- Botón instrumentos: este botón consiste en una lista desplegable que muestra un render de los instrumentos de laboratorio necesarios para su elaboración de los experimentos. Esta lista consta de botones que muestra que instrumentos es el que se desea activar en el marcador instrumentos.
- Botón elementos químicos: este botón consiste en una lista desplegable que muestra una clasificación de los elementos químicos dispuestos para el desarrollo de los experimentos. Esta lista consta de botones que activan el elemento químico en el marcador elementos.

### **3. Panel información:**

- Botón información: este botón se encarga de mostrar el nombre del usuario y cumple la función de desplegar una ventana donde se puede observar la información del tipo de reacción química y el experimento que se esté elaborando.

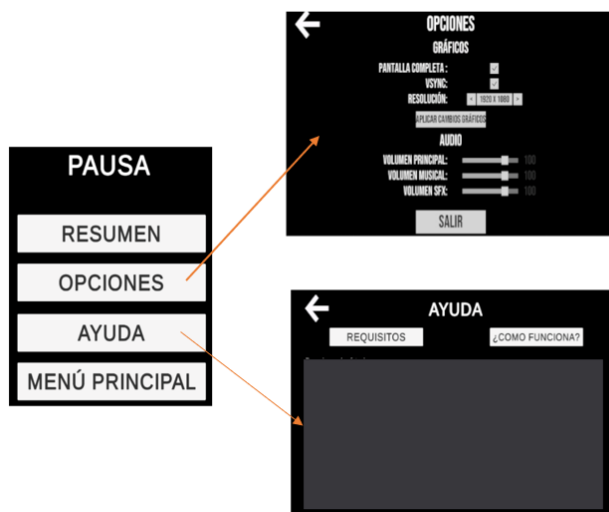


Figura 66 Interfaz de menú de pausa del aplicativo, elaboración propia

Para finalizar el desarrollo de las interfaces, se realizaron los mensajes de advertencia necesarios para cada acción no permitida por la aplicación y los instructivos de navegación en la aplicación.

- **Mensajes de advertencia:** estos mensajes deben aparecer cuando el usuario realiza alguna acción no permitida o que cause algún cambio significativo en la aplicación, estos pueden ser: contraseña o usuario incorrecto, faltan de datos de registro, cerrar sesión, alerta de cierre de la aplicación, seguro que desea guardar la información. Tal como se puede ver en la siguiente figura 68.

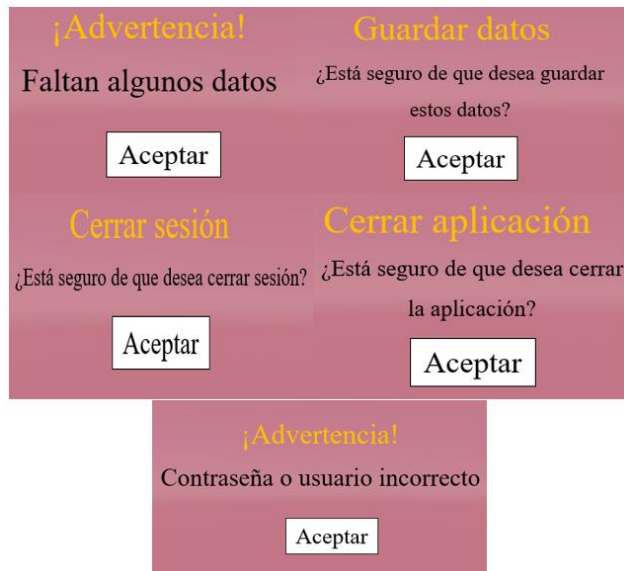


Figura 67 Advertencias y mensajes de información que presenta el aplicativo, elaboración propia.

- **Instructivos de navegación:** al inicio de cada uno de los experimentos, se mostrará una breve interfaz que indique al usuario las instrucciones de uso y los marcadores necesarios para la elaboración de la práctica. El resultado de la interfaz se puede observar en la siguiente figura 69.



Figura 68 Descripción específica de las instrucciones e información de cada objeto usado en el aplicativo, elaboración propia



### 8.2.8 Conexión con la base de datos

La creación de la conexión a la base de datos denominada “BDQuimica”, se implementó mediante el lenguaje de programación c#, con la librería SQLite4Unity3d. Esta base de datos se almacena de forma local en la aplicación y es consultada mediante llamados en formato JSON.

```
private SQLiteConnection _Conexion;

1 reference
public ConsultasDB(string DatabaseName)
{
    var dbPath = string.Format(@"Assets/StreamingAssets/{0}", DatabaseName);
    _Conexion = new SQLiteConnection(dbPath, SQLiteOpenFlags.ReadWrite | SQLiteOpenFlags.Create);
    Debug.Log("Final PATH: " + dbPath);
}
```

Figura 69 Conexión a la base de datos, elaboración propia.

En la figura 70 se muestra la cadena de conexión entre unity y la base de datos desarrollada en SQLite.

```
public class Usuario
{
    [PrimaryKey, AutoIncrement]
    2 references
    public int IdUsuario { get; set; }
    2 references
    public string Nombre_usuario { get; set; }
    2 references
    public string Apellido_usuario { get; set; }
    2 references
    public int IdTipoUsuario_FK { get; set; }
    2 references
    public string Código_usuario { get; set; }
    2 references
    public string Correo_usuario { get; set; }
    2 references
    public string Usuario_usuario { get; set; }
    2 references
    public string Contraseña_usuario { get; set; }

    3 references
    public override string ToString()
    {
        return string.Format("[Usuario: IdUsuario={0}, Nombre_usuario={1}, Apellido_usuario={2}, " +
            "IdTipoUsuario_FK={3},Código_usuario={4},Correo_usuario={5},Usuario_usuario={6}, " +
            "Contraseña_usuario={7}]", IdUsuario, Nombre_usuario, Apellido_usuario, IdTipoUsuario_FK,
            Código_usuario, Correo_usuario, Usuario_usuario, Contraseña_usuario);
    }
}
```

Figura 70 Llamados a la base de datos por medio de formato JSON, elaboración propia.

En la figura 71 se muestra las variables de los datos que son necesarios para el registro de un nuevo usuario en la interfaz del aplicativo.

### 8.2.9 Conexión entre escenarios o módulos

La programación entre los módulos se maneja de la siguiente forma, como se evidencia en la figura 72.

```

void Start()...
0 references
private void Update()...
0 references
public void menu()...
0 references
public void comenzar()...
0 references
public void instrucciones()...
0 references
public void informacion()...
0 references
public void Modulo1()...
0 references
public void Modulo2()...
1 references
public void SalirJuego() // Metodo para salir del videojuego...
2 references
public IEnumerator LoadScene()...
0 references
public void Registro()...
0 references
public void RetrocesoRegistro()...
0 references
public void IniciarSeccion()...
0 references
public void RecuperarContraseña()...
0 references
public void RetrocesoRecuperacion()...
0 references
public void CerrarSesion()...
0 references
public void PanelInformacionDatos()...
0 references
public void DatosModificar()...
0 references
public void RetrocesoPanelInforma()...
0 references
public void RetrocesoPanelAdmin()...
0 references
public void RegistroAdmin()...

```

Figura 71 Programación de la conexión entre cada uno de los escenarios del aplicativo, elaboración propia.

Para la conexión con los módulos desarrollados, se implementó la librería UnityEngine.SceneManagement, la cual se encarga de hacer los llamados a las escenas “Modulos”. Esta librería se encarga de iniciar los valores establecidos y llamar los métodos iniciales.

### 8.2.10 Desarrollo del cronograma establecido

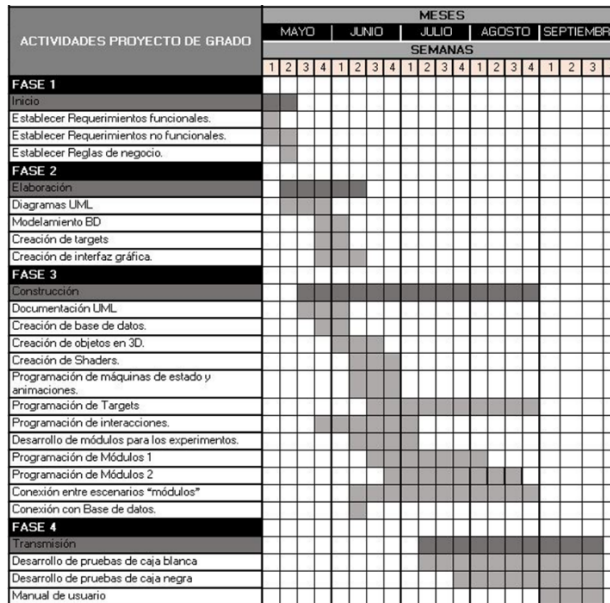


Figura 72 Cronograma de actividades y desarrollo de los ítems para el proyecto, elaboración propia.

En la figura 73, se evidencia el cronograma de actividades planteado para la entrega y solución de cada disciplina de la metodología, este cronograma se separa en 4 fases de desarrollo las cuales son: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición.

### **8.2.11 Componentes de hardware y software que se usaran para él desarrollo**

El aplicativo basado en la realidad aumentada, característico por dar apoyo a la educación y desarrollo de nuevas técnicas de enseñanza, se enfocada en la química para alumnos de noveno grado de bachillerato; Específicamente el aplicativo consta de un laboratorio de química donde se interactuará por medio de marcadores impresos con un código QR, tomando el objeto o compuesto químico que anteriormente fue registrado y lo genera en forma virtual en el entorno mediante un modelo en tercera dimensión (3D). Por lo tanto, proporciona una interacción y comprensión diferente de los elementos de una forma más dinámica y fácil de aprender.

La característica principal de esta aplicación son los módulos para cada uno de los experimentos de reacciones químicas. Donde se interactuarán por medio de los targets y botones creados para cada ambiente aumentado, teniendo como finalidad cumplir con las diferentes actividades, prácticas y experimentos dispuestos para en cada uno de estos ambientes.

Por lo tanto, los sistemas de realidad aumentada modernos utilizan una o más de las siguientes tecnologías: cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, GPS, giroscopios, brújulas de estado sólido. El hardware de procesamiento de sonido podría ser incluido en los sistemas de realidad aumentada. Los sistemas de cámaras basadas en realidad aumentada requieren de una unidad CPU potente y gran cantidad de memoria RAM para procesar imágenes de dichas cámaras. La combinación de todos estos elementos se da a menudo en los smartphones modernos, que los convierten en una posible plataforma de realidad aumentada.

Instrumentación necesaria para el desarrollo del aplicativo de realidad aumenta:

- Procesador Intel Core i7-7700HQ CPU 2.80GHZ
- Memoria RAM 16gb DDR4
- Disco duro 240 SSD Adata Sata 520/450mb/s
- Disco duro 1TB 5400RPM SATA HDD
- Tarjeta gráfica GTX NVIDIA 1050 4gb
- Cámara web

### 8.2.12 Creación y configuración de la aplicación

Luego de haber finalizado la construcción y desarrollo de la aplicación, se procede a la configuración y creación del aplicativo, esta aplicación fue desarrollada para la plataforma Universal Windows Platform (UWP), la cual está dirigida para el sistema operativo Windows 10.

Antes de construir la aplicación para UWP, se configuraron las capacidades que corresponden a los permisos de acceso y soporte al que va dirigido, ya que la aplicación usa la cámara del computador e internet para conectarse a vuforia y es una aplicación para escritorio, en la siguiente figura se observa los permisos y soporte otorgados.

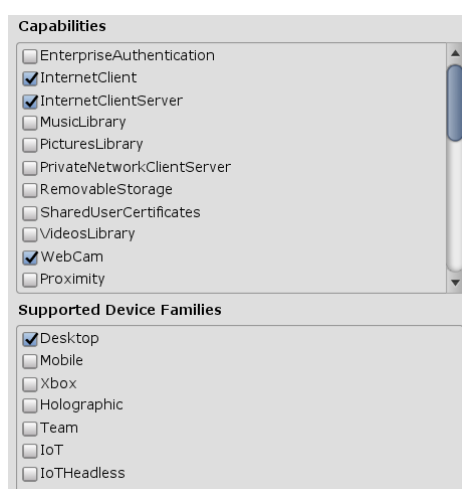


Figura 73 Parámetros de compatibilidad para la creación UWP en unity, elaboración propia.

Luego de haber configurado estas características, se procede a la creación de la aplicación, en la ventana Build Setting se configura las escenas que tiene la aplicación y la plataforma a la que va dirigida. En el caso de ARChemy es una aplicación de escritorio para la plataforma Universal Windows Platform (UWP). Al configurar estos parámetros se procede a generar el paquete de la aplicación con el botón Build. En la figura 75 se muestra las configuraciones para la generación de la aplicación.

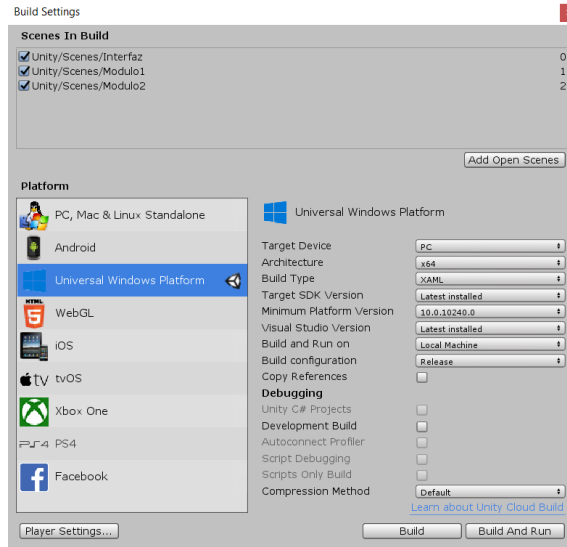


Figura 74 Configuración de Build Setting para la funcionalidad del aplicativo con la plataforma de Windows, elaboración propia.

Puesto que la aplicación es para la plataforma creada por Windows, unity crea un paquete para ser depurador con Visual Studio. Este paquete contiene un archivo .sln el cual es el contener de la data y la aplicación, este paquete debe ser ejecutado para la creación del App-packages “paquete de aplicaciones”. En la siguiente figura se muestra la secuencia de creación de la aplicación en Visual Studio.

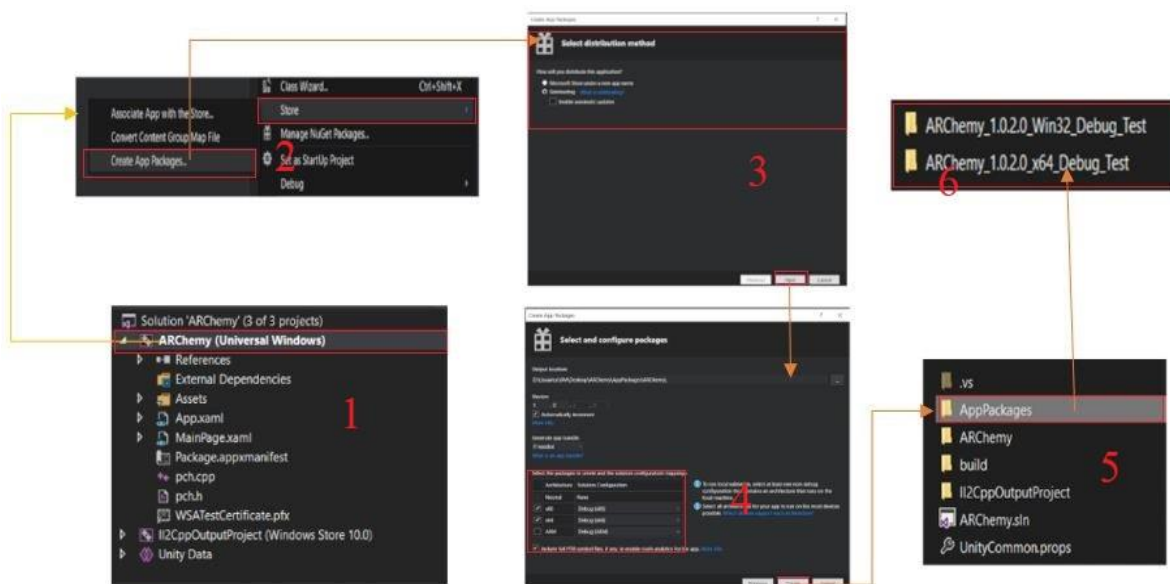


Figura 75 Secuencia de creación de paquetes de aplicación en Visual Studio, elaboración propia.

- **Creación de aplicación para Universal Windows Platform:**

1. Se abre el archivo .sln con el programa Visual Studio, luego de a verse cargado la solución se da clic derecho sobre el paquete.
2. Selecciona la opción Store y create App Packages, este abre una ventana para creación del paquete.
3. Se selecciona la opción Sideload, esta corresponde a la creación de una aplicación sin que este certificada por la tienda de Microsoft; después se oprime next, este cargara la ventana de configuración del paquete.
4. Dentro de la configuración del paquete, se selecciona la ubicación donde se genera los paquetes, la versión, la arquitectura en este caso vuforia solo sirve para x86 y x64 y se da create "Crear". En este punto comenzara la creación de las aplicaciones para las diferentes arquitecturas.
5. Luego de haber culminado la creación de los paquetes, este crea una carpeta llamada AppPackages en la ubicación que se estableció previamente.
6. Dentro de esta carpeta se encuentran los instaladores de la aplicación para su respectiva arquitectura, "Para la instalación revisar manual técnico ARChemY".

## 9. TESTER

En la fase de transición se evidencia las pruebas principales desarrolladas al aplicativo para evidenciar la optimización y características que cumple el software con diferentes sistemas por medio de las siguientes valoraciones.

### 9.1 Pruebas de caja blanca e integración

Las pruebas de caja blanca realizadas a la aplicación consisten en la verificación del comportamiento de los componentes y decisiones lógicas, así mismo garantizar la valides de la estructura de la aplicación.

#### 9.1.1 Pruebas de reconocimiento de targets

Las siguientes pruebas tiene como objetivo el reconocimiento de los targets de laboratorio, elementos e instrumentos, los cuales son marcadores de reconociendo de primer nivel de realidad aumentada.

La siguiente prueba consiste en el reconocimiento de los targets en un área de trabajo, en el cual se verifica la distancia que debe de estar los targets de la webcam. Esta prueba se evidencia en la figura 78.



Figura 76 Prueba de reconocimiento de los targets, elaboración propia.

La información del reconocimiento de los targets se puede observar en la consola a través de los mensajes impresos “Detecta laboratorio”, “Detecta herramienta” y “Detecta elemento”, los cuales son mostrados cuando se acerca cada respectivo marcador.

```
[17:22:27] Trackable Laboratorio TRACKED -- NORMAL
UnityEngine.Debug.Log(Object)
[17:22:27] DETECTA Laboratorio
UnityEngine.MonoBehaviour.print(Object)
[17:22:27] StatusInfo changed from UNKNOWN to NORMAL
UnityEngine.Debug.LogFormat(String, Object[])
[17:22:27] Trackable Herramienta TRACKED -- NORMAL
UnityEngine.Debug.Log(Object)
[17:22:27] DETECTA Herramienta
UnityEngine.MonoBehaviour.print(Object)
[17:22:27] Trackable Elemento TRACKED -- NORMAL
UnityEngine.Debug.Log(Object)
[17:22:27] DETECTA Elemento
UnityEngine.MonoBehaviour.print(Object)

public void OnTrackableStateChanged(TrackableBehaviour.Status previousStatus, TrackableBehaviour.Status newStatus)
{
    animacion = Elemento.PanelLateral.GetComponent<Animador>();
    if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED || newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED || newStatus == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
    else if (previousStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED && newStatus == TrackableBehaviour.Status.NO_POSE)
    else
}
}
```

Figura 77 Información sobre el reconocimiento de los targets en consola, elaboración propia.

### 9.1.2 Prueba de porcentaje de reconocimiento de los tres marcadores

La siguiente prueba consiste en el porcentaje de visualización que debe tener cada uno de los targets, para su detección.

#### 1. Target de laboratorio

Con una visualización total del marcador de laboratorio y del 70%, se obtiene una detección del 100% en la aplicación.



Figura 78 Prueba de porcentaje de reconocimiento del marcador del laboratorio, elaboración propia.

Con una visualización del 40%, en la figura 80, el marcador del laboratorio no es detectado en la aplicación.



Figura 79 Prueba de reconocimiento de un 40% del marcador del laboratorio, elaboración propia.



## 2. Marcador de elementos

En la figura 81, se evidencia la prueba de caja blanca con una visualización total del marcador de elementos y del 70%, se obtiene una detección del 100% en la aplicación.

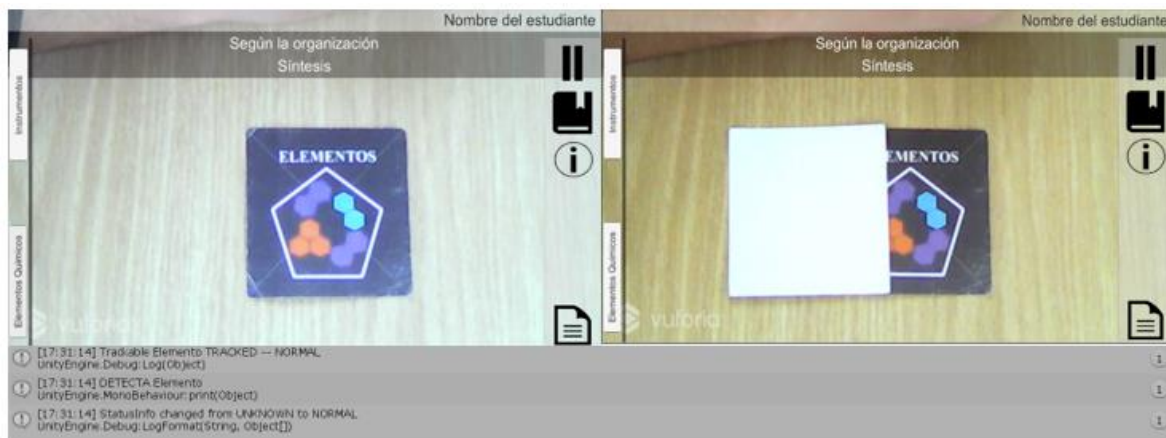


Figura 80 Prueba de reconocimiento del marcador de elementos a un 100% y 70 %, elaboración propia.

Con una visualización del 30%, en la figura 82, el marcador del laboratorio no es detectado en la aplicación.

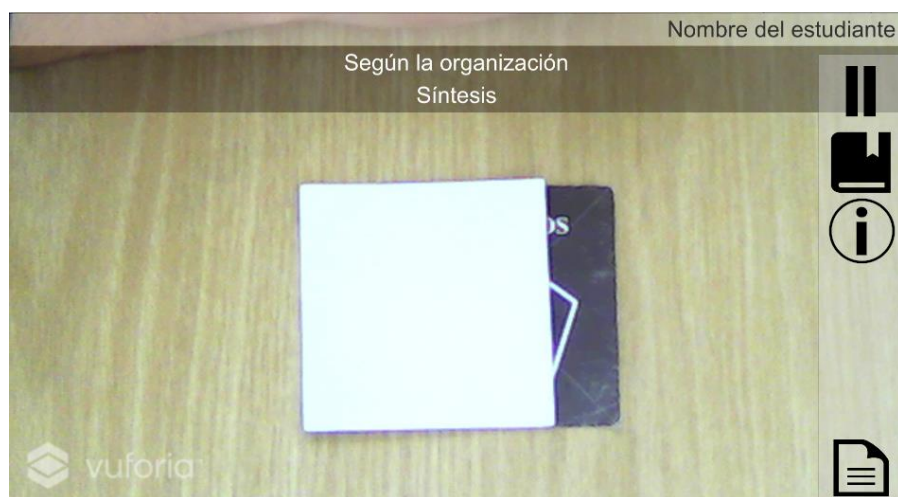


Figura 81 Prueba de visualización del marcador de elementos con un 30% sin cubrir, elaboración propia.

## 3. Marcador de instrumentos

En la figura 83, se evidencia el desarrollo de la prueba con una visualización total del marcador de instrumentos y del 70%, se obtiene una detección del 100% en la aplicación.

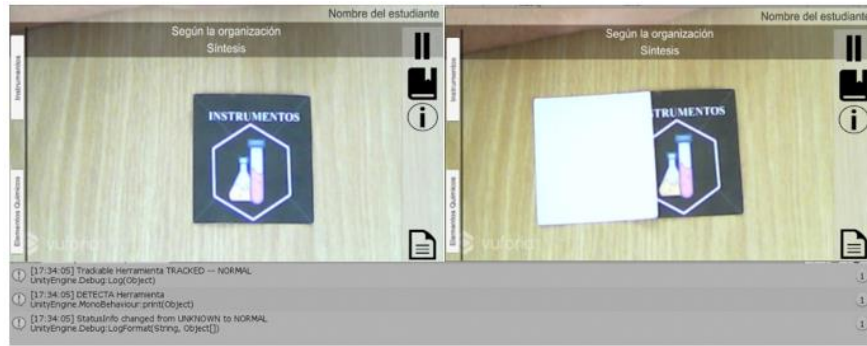


Figura 82 Prueba de visualización del marcador de instrumentos, elaboración propia.

Con una visualización del 30%, en la figura 84, el marcador del laboratorio no es detectado en la aplicación.



Figura 83 Prueba de visualización del marcador con un 30% sin cubrir, elaboración propia.

### 9.1.3 Prueba de renderizado de los objetos en 3D en cada marcador

La siguiente prueba consiste en el renderizado de los objetos en 3D de cada uno de los marcadores. Esta prueba se evidencia en la figura 85 de la visualización de objetos.



Figura 84 Prueba de visualización de los objetos 3D creados para cada marcador, elaboración propia.

### 9.1.4 Prueba de interacciones con elementos proyectados

Las siguientes pruebas tiene como objetivo la validación del comportamiento de los targets a partir de la interacción entre los collider o colisionadores, que tienen la función de detectar el objeto que se acerca o colisiona; en este caso los marcadores.

#### - Prueba de interacción entre los marcadores de instrumentos y laboratorio:

La siguiente prueba consisten en la detección entre los marcadores. Al acercarse el marcador de instrumentos con el marcador de laboratorio y visualizar la activación de las animaciones. Esta prueba se evidencia en las figuras 86 y 87 del aplicativo.



Figura 85 Pruebas de interacción entre el marcador de instrumentos y laboratorio, elaboración propia.



Figura 86 Pruebas de activación de objetos mediante variables en el inspector y código de interacción por medio trigger, elaboración propia.

#### - Prueba de interacción entre los marcadores de elementos y laboratorio

En la figura 88, se evidencia la prueba que consisten en la detección entre los targets. Al acercarse el marcador de elementos con el marcador del laboratorio y visualizar la activación de las animaciones que se desarrollan entre estos dos marcadores.



Figura 87 Pruebas de interacción entre los marcadores elementos y laboratorios, elaboración propia.

- **Prueba de interacción entre marcadores de instrumentos y elementos**

La siguiente prueba consisten en la detección entre los marcadores. Al acercarse el marcador de instrumentos con el marcador de elementos. Esta prueba se evidencia en la figura 89.



Figura 88 Pruebas de interacción entre los marcadores elementos e instrumentos, elaboración propia.

### 9.1.5 Prueba de interacción con botones virtuales

Las siguientes pruebas tienen como objetivo la validación y activación de los botones virtuales en los targets de herramientas y laboratorio. Esta prueba se evidencia en la figura 90.

- **Prueba de botón virtual en el marcador de elementos**

La siguiente prueba consisten en la interacción y activación del botón virtual para la ejecución de las mecánicas o estado de las animaciones.



Figura 89 Pruebas de interacción y detección de los botones virtuales de los instrumentos, elaboración propia.

#### - Prueba de botones virtuales en el marcador de laboratorio

La siguiente prueba consisten en la interacción y activación de los botones virtuales para la ejecución de las mecánicas o estado de las animaciones. Esta prueba se evidencia en la figura 91.



Figura 90 Pruebas de botones virtuales del marcador laboratorio, elaboración propia.

## 9.2 pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra realizadas a la aplicación consisten en la verificación del funcionamiento y comportamiento del aplicativo; tanto en las entradas como las salidas. Esto quiere decir que valida la interacción y el resultado que esta obtiene.

### 9.2.1 Prueba de funcionamiento

Las siguientes pruebas tiene como objetivo validar el correcto funcionamiento de los elementos que compone el aplicativo.

### Activación de interfaz de selección de instrumentos y elementos químicos:

La siguiente prueba de funcionamiento consisten en la activación de la interfaz lateral izquierda, la cual consta de dos botones instrumentos y elementos químicos; los cuales activan sus respectivas ventanas.

#### - Botones de selección de instrumentos y elementos químicos:

La siguiente prueba de funcionamiento consiste en la activación de las ventanas de instrumentos y elementos químicos, así como los botones de selección de los modelos en 3D.



Figura 91 Pruebas de la activación de la selección de instrumentos y elementos en el aplicativo, elaboración propia.

#### - Activación y despliegue de panel de información:

La siguiente prueba de funcionamiento consiste en la activación del panel superior, el cual consta del nombre del usuario, tipo de reacción química y tipo de experimento a realizar. Así mismo como los botones de selección de pausa, instrucciones, cámara y materiales.

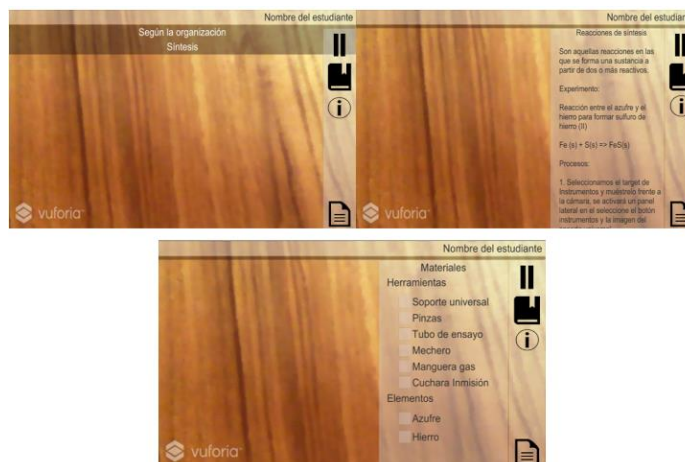


Figura 92 Pruebas de activación del panel de información del aplicativo para el usuario, elaboración propia.

- **Activación de animaciones entre los targets:**

La siguiente prueba de funcionamiento consiste en la interacción de los targets y la activación de las animaciones para el desarrollo del experimento, cuando los targets se acercan uno al otro.

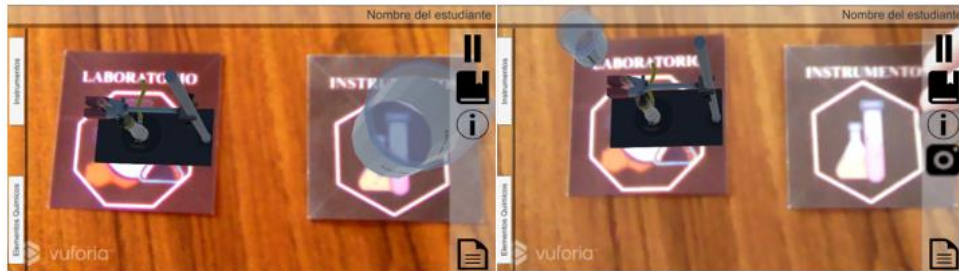


Figura 93 Pruebas de activación de las animaciones entre los targets de laboratorio e instrumentos, elaboración propia.

- **Funcionamiento de los botones de interfaz de inicio e información:**

La siguiente prueba de funcionamiento consiste en la interacción de los botones virtuales y la activación de las animaciones al presionarlos.



Figura 94 Pruebas del funcionamiento de los botones virtuales, elaboración propia.

### 9.3 Pruebas de experiencia de usuario

La experiencia de usuario se puede definir como la percepción y respuesta de las personas, mediante el uso de un producto, sistema o servicio según la norma ISO 9241-210 (ISO, 2010). Así mismo se puede determinar que involucra el concepto de usabilidad ya que este se refiere a la facilidad con la cual el usuario puede entender, comprender y usar una herramienta.

Dicho lo anterior, se tuvo en cuenta la realización de pruebas a las diferentes interfaces de usuario de la aplicación, ya que estas, son con las cuales el usuario interactúa en el ingreso y la elaboración de los experimentos.

Se empezó con la verificación y activación de los componentes de la interfaz de inicio, estos se evaluaron a partir de dos métricas las cuales son:

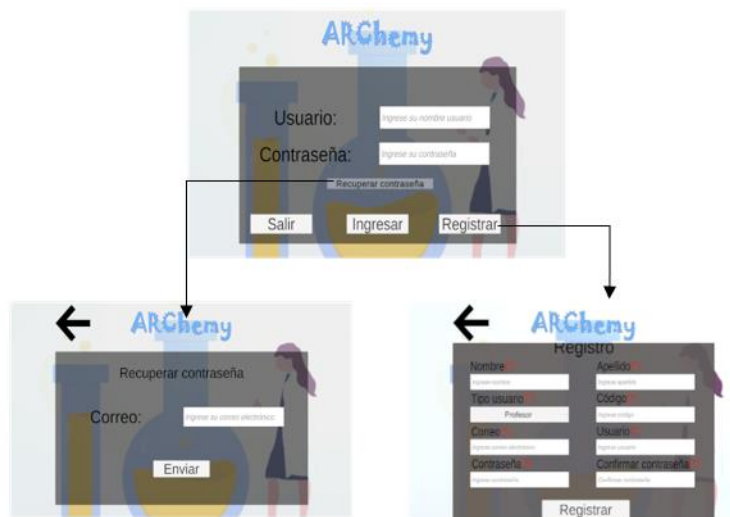
1. Funcionamiento de los botones e inputs “ingreso de texto”
2. Activación de interfaces

### **Interfaz de inicio**

Primero se verifico el ingreso de información solicitada en la interfaz de inicio de sesión, a partir de esta se observaron los valores, tamaños y visibilidad de la letra para el usuario. Con esta se obtuvo una corrección del tamaño de fuente para una visualización optima. Con base en estas pruebas se verifico los tamaños de las fuentes de los diferentes inputs y se hicieron las correcciones correspondientes.

Las pruebas realizadas a los botones, fue media la respuesta que se obtiene al hacer clic en esto, con lo cual se puede visualizar un cambio en el color del botón, el cual señala su interacción con el cursor. Esto se puede visualizar con un color gris o naranja dependido del diseño del botón.

Luego de esto, se verifico la activación de las interfaces las cuales son activadas por medio de los botones. Estas se evaluaron a partir de la reacción de estos al oprimir el botón, las cuales son rápidas puesto que son llamados de activación y desactivación. En la figura 96 se visualiza las pruebas realizadas.



*Figura 95 Pruebas de funcionalidad y acceso a cada interfaz para el usuario en el menú de inicio, elaboración propia.*



## Interfaz de menú principal

Con base en los parámetros anteriormente descritos se evaluó la interfaz de menú principal, en este se verificó el funcionamiento de los botones y la reacción de las interfaces y el flujo de información que envía, la cual debe ser consistente con el usuario que haya iniciado sesión. Como resultado de estas pruebas se corrigieron las consultas en la información del usuario y los avances ya que no se especificaba el experimento realizado. En la siguiente figura se visualizan las pruebas realizadas.

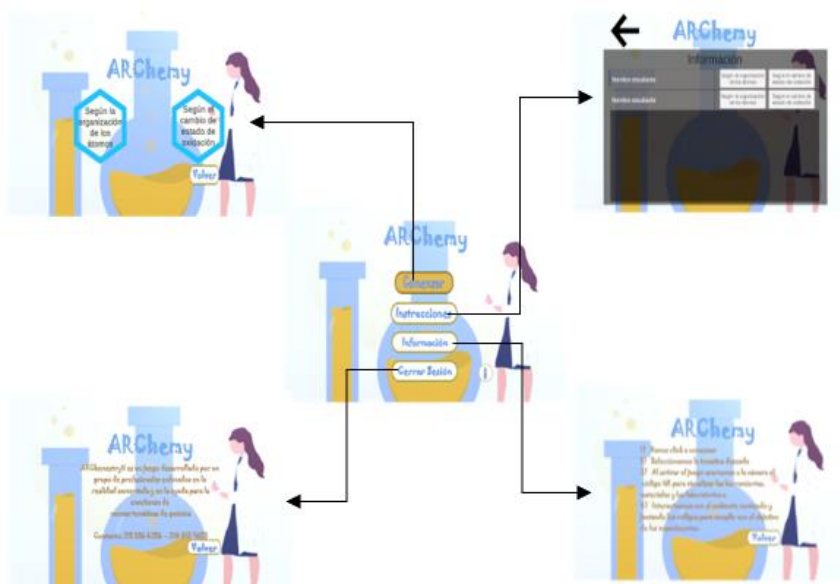


Figura 96 Pruebas de funcionalidad y acceso del usuario a las interfaces del menú principal, elaboración propia.

## 9.4 Pruebas de rendimiento

Las siguientes pruebas tiene como objetivo evaluar el rendimiento y comportamiento de la aplicación en dispositivos con diferentes recursos de hardware. Se tuvo en cuenta en el desarrollo de estas pruebas el rendimiento de la CPU, memoria RAM consumo y uso del disco duro, los cuales se evaluaron en dos parámetros: antes de ejecutar la aplicación y en ejecución de la aplicación.

Las pruebas se realizaron a tres computadores diferentes los cuales son:

1. Computador Asus FX503 con procesador Core i7-7700HQ, memoria RAM de 16GB con un disco duro de estado sólido 240GB.

2. Computador Hp Pavilion 15-CW1003 con procesador AMD Ryzen 5 2500U, memoria RAM de 16GB con disco un duro SATA de 1 Tera.
3. Computador Samsung NP300E4A con procesador Intel Celeron B800, memoria RAM de 2GB con un disco duro SATA de 500 GB.

Las siguientes pruebas se tomaron mediante el administrador de tareas en la ventana rendimiento, con los parámetros de CPU, Memoria y Disco “disco duro en el que fue instalado la aplicación”.

**- Pruebas: consumo de CPU**

Las pruebas de consumo de la CPU se realizaron mientras el computador sigue ejecutado los procesos de Windows y sus aplicaciones; con el objetivo de evaluar el consumo que tiene la aplicación en un entorno cotidiano, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 7 Tabla de comparación de consumo de CPU

Aplicación “ARChemY”	Antes de la ejecución	En ejecución	Consumo total CPU
Computador Asus FX503	2% velocidad de 1.06 GHz	5% velocidad de 0.92 GHz	3%
Computador Hp Pavilion	2% velocidad de 1.51 GHz	17% velocidad de 2.39 GHz	15%
Computador Samsung	21% velocidad de 1.33GHz	71% velocidad de 1.49GHz	50%

En esta tabla se presenta las comparaciones del consumo de la CPU en los tres computadores, con las pruebas antes y en ejecución.

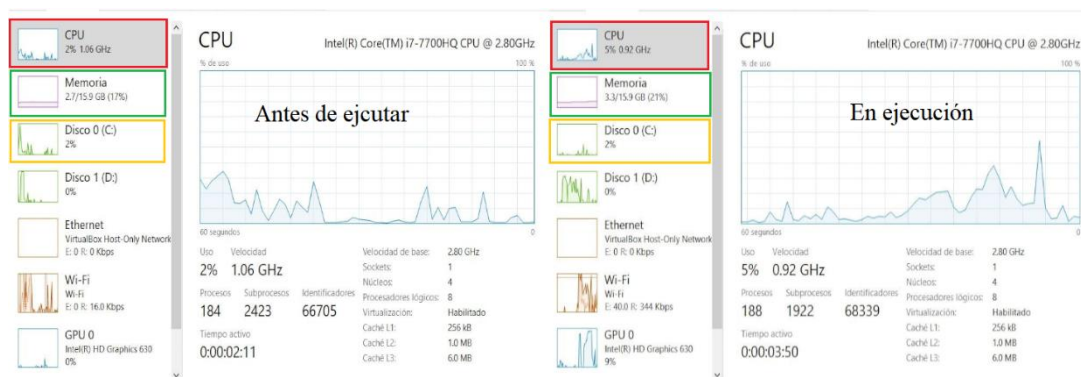


Figura 97 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas Asus FX503, elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 7, el consumo de CPU en los dos primeros computadores es de 2% antes de ejecutar la aplicación lo que varía es la velocidad, mientras

que el tercer computador lleva un consumo del 21%, estos valores corresponden a los procesos de Windows y aplicaciones en segundo plano.

Al iniciar la aplicación y realizar un experimento se puede evidenciar un aumento en el consumo de CPU, el cual en los dos primeros no es alto y sigue de forma óptima, en cambio el tercer computador tiene un aumento de consumo del 50% pero el rendimiento de la aplicación sigue de forma óptima, lo que evidencio fue que el reconocimiento de los marcadores es mas de morado que en los otros dos computadores.

**- Pruebas: consumo de memoria RAM**

Las pruebas de consumo de la memoria RAM, se realizaron siguiendo los parámetros anteriormente descritos. En la tabla 8 se puede evidenciar los resultados obtenidos.

Tabla 8 Tabla de comparación consumo de memoria RAM

Aplicación “ARChemy”	Antes de la ejecución	En ejecución	Consumo total RAM
Computador Asus FX503	2.7 GB con un rendimiento 17%	3.3 GB con un rendimiento 21%	0.6GB con un aumento de 4%
Computador Hp Pavilion	3.3 GB con un rendimiento 22%	3.7 GB con un rendimiento 25%	0.4GB con un aumento de 3%
Computador Samsung	1.1GB con un rendimiento 58%	1.4GB con un rendimiento 74%	0.3GB con un aumento de 16%

En esta tabla se presenta las comparaciones del consumo de memoria RAM en los tres computadores, con las pruebas antes y en ejecución.

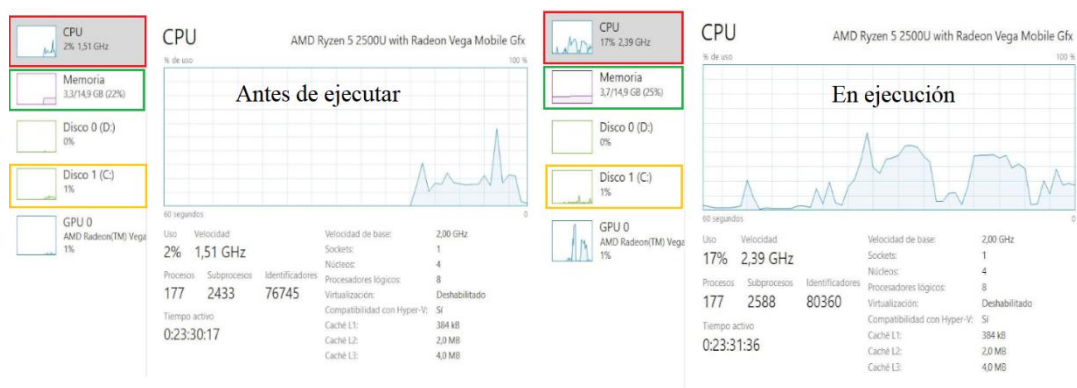


Figura 98 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas HP Pavilion, elaboración propia.

A partir de los resultados de las pruebas se puede determinar que el consumo de la memoria RAM en los dos primeros computadores es bajo y no representa un aumento drástico, esto es evidente puesto que los computadores cuentan con una memoria RAM de 16GB. A diferencia de del tercer computador el aumento no es mayor pero su rendimiento

es elevado con un 16% en comparación con la prueba antes de ejecutar la aplicación. Esta variación es la causante que los marcadores tenga una latencia a la hora reconocerlos por medio de la cámara.

**- Pruebas: uso del disco duro**

En esta prueba se evalúa el porcentaje de actividad del disco duro en el cual fue instada la aplicación, siguiendo los parámetros anteriormente descritos.

Tabla 9 Tabla de comparación del porcentaje de actividad de los discos duros.

Aplicación “ARChemy”	Antes de la ejecución	En ejecución	Consumo disco duro
Computador Asus FX503	Uso del disco duro 2%	Uso del disco duro 2%	No hay variación
Computador Hp Pavilion	Uso del disco duro 1%	Uso del disco duro 1%	No hay variación
Computador Samsung	Uso del disco duro 100%	Uso del disco duro 86%	Disminuyo uso del disco duro 14%

En esta tabla se presenta las comparaciones del porcentaje de usos del disco duro en los tres computadores, con las pruebas antes y en ejecución.

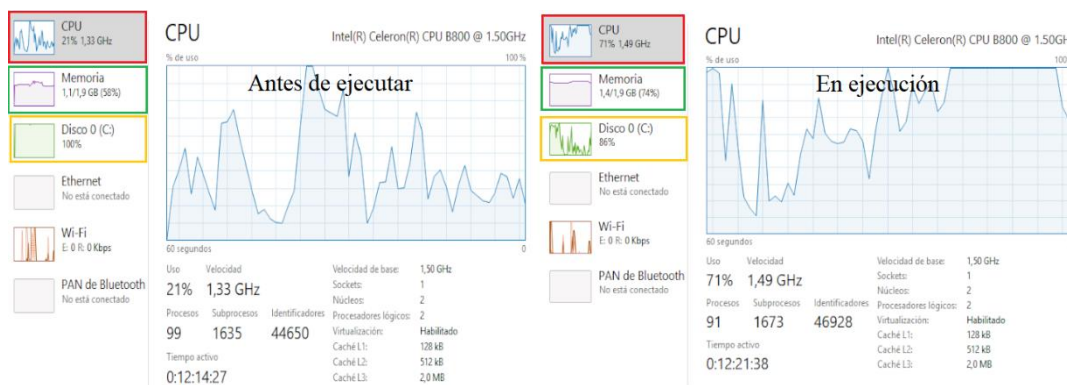


Figura 99 Pruebas antes de ejecutar y después de ejecutar el aplicativo, visualizadas en el administrador de tareas computador Samsung, elaboración propia.

Con estos resultados se puede observar que el porcentaje de actividad de los discos duros no varía en los dos primeros computadores, mientras que en el tercer computador se evidencia una disminución de porcentaje de actividad, lo cual es ocasionado porque el computador ha disminuido la cantidad de procesos mientras se ejecutó la aplicación se puede observar en la figura 100.

## 9.5 Pruebas de compatibilidad

Las siguientes pruebas tiene como objetivo evaluar la compatibilidad de Universal Windows Platform entre los dispositivos con sistema operativo Windows 10 de 64 Bits y Windows 10 de 32 Bits.

Windows 10 Home de 64 Bits y Windows 10 Enterprise de 32 Bits



*Figura 100 Pruebas de compatibilidad del aplicativo entre las 2 arquitecturas (32 y 64 Bits) , elaboración propia.*

La compatibilidad entre el sistema operativo Windows 10 home de 64 Bits y Windows 10 Enterprise de 32 Bits, es soportada. Puesto que la aplicación está diseñada para la API Universal Windows Platform (UWP), el cual está desarrollada para Windows 10 y soporta las dos arquitecturas de CPU. Los dispositivos con este sistema operativo tuvieron una instalación satisfactoria y un flujo de procesamiento óptimo para la navegación en el aplicativo.

## CAPITULO 4

### 10. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto se puede evidenciar el conocimiento y la experiencia adquirida durante la carrera, lo cual deja como evidencia la entrega del producto final de este proyecto que es una aplicación para sistemas operativo Windows 10 totalmente funcional, que sirve como apoyo en la enseñanza de química a través de la elaboración de experimentos virtuales que se enfocan en los tipos de reacciones según la organización de los átomos.

Por lo tanto, la realidad aumentada (RA) se presenta como una tecnología avanzada para la innovación como apoyo en la enseñanza de nuevas temáticas, generando un refuerzo en la enseñanza didáctica e interactivas. Es por esto, que ARChemmy aporta grandes beneficios para el docente, ya que las temáticas de reacciones químicas pueden ser enseñadas con una metodología práctica e intuitiva gracias a la elaboración de los experimentos; La interactividad que implementa con el uso de esta tecnología (RA), como una herramienta practica e innovadora, favorece el aprendizaje adquirido en el aula de clase con el cumplimiento de los objetivos temáticos.

Por ello, que ARChemmy es una herramienta que facilita la práctica de elaboración de experimentos en un ambiente seguro y estable sin ningún riesgo a la salud de los usuarios o daños en las instalaciones académicas, proporcionando a los docentes y estudiantes prácticas en ambientes controlados de una forma interactiva y eficiente que evalué los conocimientos adquiridos en clase mediante la elaboración de los experimentos y basándose en la aplicación de modelos pedagógicos, como la clase invertida que favorezca la consolidación de la información y el aprendizaje.

El desarrollo de herramientas a través de software como unity y vuforia facilitan la creación e integración de la tecnología de realidad aumentada, dado que la robustez de estas plataformas es adaptable a diferentes dispositivos y su desarrollo no es algo complicado en comparación con otras plataformas similares. Lo cual genera un gran rango de aplicabilidad y las posibilidades se seguir desarrollo aplicaciones que usen esta tecnología.

## **11. RECOMENDACIONES**

Es indispensable tener en cuenta que los temas tratados en la aplicación son experimentos químicos desarrollados como simulaciones virtuales. Por ende, el desarrollo e implementación de estos experimentos en un ambiente real y no controlado puede causar daños a la salud ya que se implementan materiales tóxicos e instrumentación química.

Se recomienda promover el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada ya que permite la interacción de los usuarios en un ambiente virtual y seguro, en el cual el usuario puede experimentar diferentes acciones antes de realizar una práctica en un ambiente real.

## **12. PROYECCIONES**

ARChemistry es una aplicación de realidad aumentada que busca abrirse campo como un apoyo en la enseñanza de la química, es por esto, que a futuro se desea agregar nuevas funcionalidades que ayuden en la adquisición de nuevos conocimientos y refuerce el aprendizaje adquirido en las aulas de clase; así mismo busca ayudar a las instituciones educativas con bajos recurso y que no cuenten con una infraestructura de laboratorios, proporcionando prácticas mediante simulaciones y desarrollo de experimentos de química.

Por otro lado, se desea agregar más módulos de experimentos que complementen la clasificación de los tipos de reacciones químicas, para que este aborde un mayor rango de población y no solo este enfocado en un grado de bachillerato.



### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, A., Fabian, J. S., & Ignacio, E. (2019). Reacciones de oxidación reducción. Departamento de Química Física Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid.
- Andrés Cabrerizo, D. M. (2008). Física y química 4o. Educación Secundaria Obligatoria. Editex.
- Barreto Carballo, C. (2016). El Alzheimer y Las Tecnologías de La Información y Comunicación (TIC).
- Benjamin, N. (2013). Reacciones Químicas: Tipos. Química, 3(1), 3–6.
- Bill Wagner. (2015). Introducción al lenguaje C# y .NET Framework | Microsoft Docs. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>
- Blender. (2018). Blender Foundation. Recuperado de Blender <https://www.blender.org/about/>
- Chain, S. (2018). Los límites de la realidad aumentada EAE.
- Consorcio SQLite. (2019). SQLite. Recuperado el 4 de octubre de 2019, de 2019-10-04 website: <https://www.sqlite.org/index.html>
- Desarrollo Libre. (2014). Realidad Aumentada con Vuforia. Recuperado de <http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.WPa6lVOGNao>
- EcuRed. (2015). Unity3D. Recuperado de sitio web EcuRed: <https://www.ecured.cu/Unity3D>
- Engine, V. (2019). Vuforia Engine (p. 1). p. 1. Recuperado de <https://developer.vuforia.com/>
- España, G. de. (2018). ¿Qué es la OCDE? (p. 1). p. 1. Recuperado de <http://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/OCDE/es/quees2/Paginas/default.aspx>
- Fundación Telefónica. (2011). Realidad Aumentada : una nueva lente para ver el mundo. In Fundación Telefónica (Ed.), Fundación Telefónica (Editorial). Retrieved from [https://publiadmin.fundaciontelefonica.com/index.php/publicaciones/Realidad\\_Aumentada\\_Completo.pdf](https://publiadmin.fundaciontelefonica.com/index.php/publicaciones/Realidad_Aumentada_Completo.pdf)
- Google. (2019). Google Glass. Recuperado del sitio web Glass: <https://www.google.com/glass/start/>

- Herrero, J. E., Cervera, S. C., & Educación, M. de. (2018). Química. (M. B. Martínez, J. E. Herrero, & S. Cervera, Eds.) (Editorial). Quito: Junio del 2018.
- ICFES. (2018). Estado - Portal Icfes. Recuperado de <https://www.icfes.gov.co/web/guest/acerca-examen-saber-once>
- ISO. (2010). ISO 9241-210, Ergonómica de la interacción huma-sistema. Recuperado el 9 de octubre de 2019, de ISO website: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). The horizon report. En E. L. I. The New Media Consortium (Ed.), p. 21 (2010a ed., p. 35). Texas: 2010. Recuperado de [http://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/\\_media/materials/jornades/jt101/2010-horizon-report.pdf](http://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/_media/materials/jornades/jt101/2010-horizon-report.pdf)
- Kangdon, L. (2012). Augmented Reality in Education and Training. TechTrends, 56(2), 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- MEL Science. (2015). MEL Chemistry. Recuperado el 16 de marzo de 2019, de <https://melscience.com/es/>
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. Educación Química, 26, 94–99.
- Microsoft. (2018). ¿Qué es una aplicación de la Plataforma universal de Windows (UWP)? - Aplicaciones de Windows UWP | Documentos de Microsoft (p. 1). p. 1. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/uwp/get-started/universal-application-platform-guide>
- MINEDUCACIÓN, M. de educación nacional, & Murillo, E. (2015). Orientaciones para la construcción en los establecimientos educativos del manual de normas de seguridad en el laboratorio de química y de física. MINEDUCACIÓN, 1(Experiencias seguras de aprendizaje en el laboratorio), 69. Recuperado de [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-355749\\_recurso\\_normatividad.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-355749_recurso_normatividad.pdf)
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. En Blanco y Negro. Revista sobre Docencia Universitaria, 3(2), 38–46. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/viewFile/3862/pdf>
- OECD, & PISA. (2016). Programme for international student assessment (PISA) results from

PISA 2015. Francia. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-Colombia.pdf>

Plata, H., & Bojorquez, M. (2017). RApp Chemistry. Mexico. Recuperado de <https://abstracts.societyforscience.org/Home/PrintPdf/5093>

Paradox. (2017). AR Chemistry Augmented Reality Education Arloon (p. 1). Youtube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Qi3h18wJJiI>

Ortega, J., & Adam. (2017). Fabricación Digital. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9XmbDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=tipos+de+modelados+en+3d&ots=7d1G2dIT6v&sig=jlVEpxFaCPvYN9mjPugxEJYp3JM#v=onepage&q=tipos>

Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (46), 187–203. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>

Red Hat. (2019). ¿Qué es una API? Recuperado de <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>

Robles, V. (2017). Los niveles de la realidad aumentada. Recuperado el 16 de marzo de 2019, de: <http://violecartima.blogspot.com/2017/06/los-niveles-de-la-realidad-aumentada.html>

Schell Games. (2017). SuperChem VR. Recuperado el 16 de marzo de 2019, de <https://www.schellgames.com/blog/superchem-vr-shows-what-vr-in-education-can-do>

Schell Games. (2018). HoloLAB Champions, virtual Lab Practice, real lab Mastery. Recuperado el 16 de marzo de 2019, de <https://hololabchampions.schellgames.com/>

Scott W, A. (2005). The Agile Unified Process (AUP). Mayo 13 del 2006, 1. Recuperado de <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>

Unity3D. (2019). Unity Blog - A glimpse inside Unity Technologies.... Recuperado de [https://blogs.unity3d.com/es/?\\_ga=2.197990895.1798648031.1569370890-1211749398.1564533011](https://blogs.unity3d.com/es/?_ga=2.197990895.1798648031.1569370890-1211749398.1564533011)

Vegas, E. (2018). Realidad Aumentada con Vuforia & Unity 2018 - Emiliusvgs. Recuperado de <https://emiliusvgs.com/realidad-aumentada-vuforia-unity-2018/>

Vico, M., & Martínez Losa, P. (2014). Ángela Heredia Rodrigo TRABAJO FIN DE GRADO. Recuperado de [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE001004.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE001004.pdf)

Vidal Ledo, M., Gómez Martínez, F., & Ruiz Piedra, A. M. (2010). *Revista Cubana de*

educacion medica superior. En Educación Médica Superior (Vol. 24). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412010000100012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412010000100012)

## 14. ANEXOS

Se describe como anexos a la información que apoya y complementa más específicamente el desarrollo de las temáticas del proyecto, Es por ello, que a continuación del presente documento se evidencia los anexos importantes para el desarrollo completo y más específico del aplicativo de realidad aumentada.

### Anexo A. Requisitos funcionales del aplicativo:

Los requisitos funcionales del aplicativo se definen como el comportamiento que ejecuta el sistema frente a las acciones ejecutadas por el usuario. Es por ello, que los siguientes anexos en la categoría A presentan los requisitos funcionales del aplicativo, enfocados en cada rol de usuario del software.

Dichas funcionalidades se subdividen para especificar más detalladamente el proceso por el cual el aplicativo le responde al usuario, además, se muestra la subdivisión de los requisitos por usuarios rol del aplicativo (Estudiante, Docente, Administrados), a continuación, se presenta los requisitos funcionales del software:

#### Anexo A-1. Requisitos funcionales: Menú principal RF02 – Estudiante

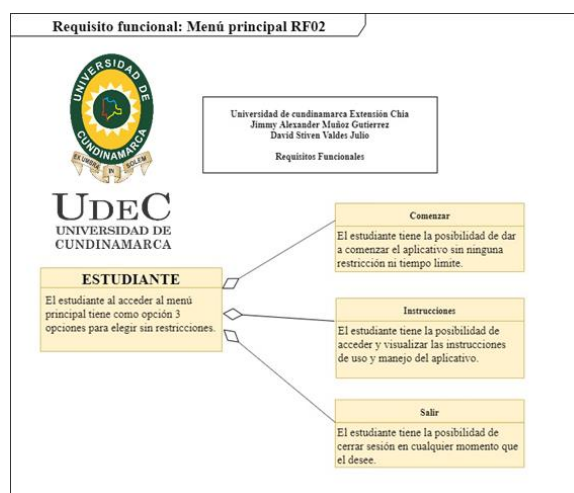


Figura 101 Requisitos funcionales para el menú principal con el rol estudiante, elaboración propia.

En la figura 102, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú principal del software. En donde, se observa las 3 opciones que puede tomar el usuario estudiante, las cuales son: Comenzar o ejecutar el aplicativo, instrucciones de uso y salir o cerrar sesión en el software.

## Anexo A–2. Requisitos funcionales: Menú principal RF02 – Docente

En la figura 103, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú principal del software. En donde, se observa las 4 opciones que puede tomar el usuario docente, las cuales son: Comenzar o ejecutar el aplicativo, ver las estadísticas de los estudiantes, generadas por el uso de los laboratorios, instrucciones de uso y salir o cerrar sesión en el software.

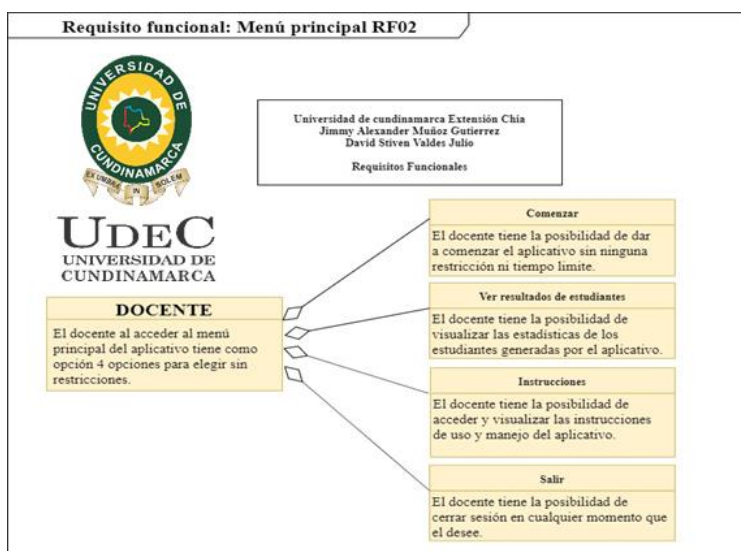


Figura 102 Requisito funcional para el usuario docente en el menú principal, elaboración propia

## Anexo A–3. Requisitos funcionales: Menú principal RF02 – Administrador

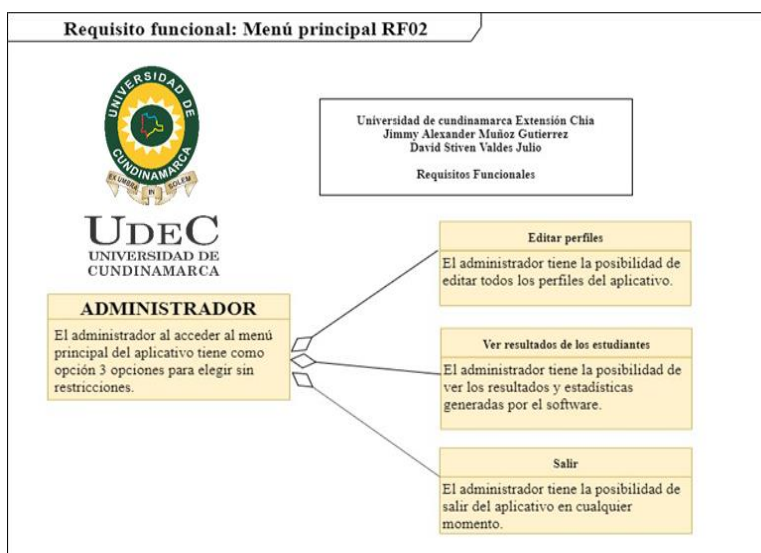


Figura 103 Requisitos funcionales del menú principal desde el usuario administrador, elaboración propia.

En la figura 104, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú principal del software. En donde, se observa las 3 opciones que puede tomar el usuario administrador, las cuales son: Editar perfil, ver resultados y estadísticas de los estudiantes, generadas por el software y salir o cerrar sesión en el software.

#### Anexo A-4. Requisitos funcionales: Acceso a los laboratorios RF03 – ESTUDIANTE

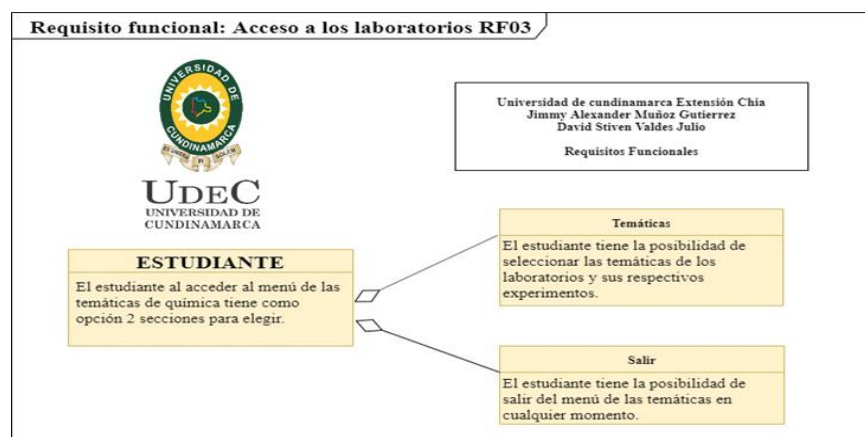


Figura 104 Requisito funcional acceso a los laboratorios con el usuario estudiantes, elaboración propia.

En la figura 105, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú de los laboratorios del software. En donde, se observa las 2 opciones que puede tomar el usuario estudiante, las cuales son: Temáticas químicas y salir del menú de los laboratorios para volver al menú principal.

#### Anexo A-5. Requisitos funcionales: Acceso a los laboratorios RF03 – DOCENTE

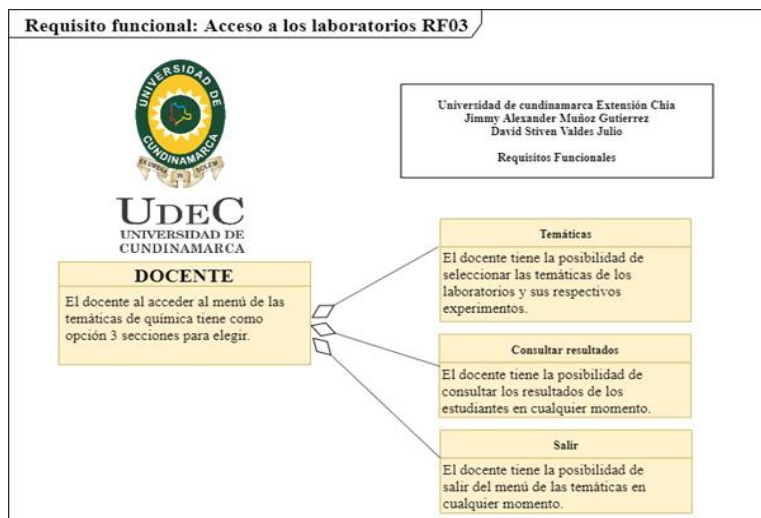


Figura 105 Requisito funcional para el acceso a los laboratorios con el usuario docente, elaboración propia.

En la figura 106, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú de los laboratorios del software. En donde, se observa las 3 opciones que puede tomar el usuario docente, las cuales son: ver las temáticas químicas o laboratorios, consultar los resultados o puntajes de los estudiantes y salir del menú para volver a la página principal del software.

#### **Anexo A-6. Requisitos funcionales: Acceso a los resultados RF04 – ADMINISTRADOR**

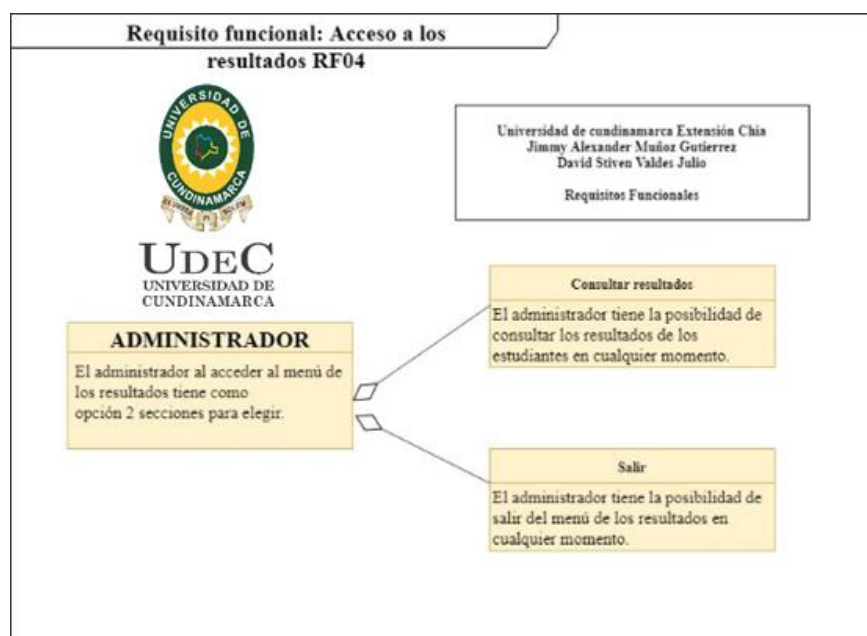


Figura 106 Requisito funcional para acceder resultados con el usuario administrador, elaboración propia

En la figura 107, se muestra las funcionalidades que cumple el aplicativo al momento de acceder al menú de los resultados de los puntajes de los estudiantes. En donde, se observa las 2 opciones que puede tomar el usuario administrador, las cuales son: Consultar resultados de los estudiantes y salir del menú resultados para volver al menú principal del aplicativo.



## Anexo B. Casos de uso:

Los casos de uso detallan las diferentes operaciones que realiza el actor con el sistema, cubriendo las distintas funcionalidades que podrán realizar los distintos usuarios rol que interactúen con el producto, mostrando cada actividad generada hacia el sistema con su respectiva respuesta a la acción que se realizó.

### Anexo B-1. CU04 Iniciar o comenzar

Tabla 10 Tabla de caso de uso CU04 iniciar partida en el aplicativo.

<b>Caso de Uso: CU04 Iniciar o comenzar</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz principal del aplicativo deberá seleccionar la opción de comenzar.	El sistema deberá redirigir al usuario a la interfaz de las temáticas principales de química.
<b>Comentarios</b>	
El usuario debe haber iniciado sesión para poder acceder a menú principal del aplicativo.	

En el anexo B-1, se evidencia el caso de uso número cuatro, donde se muestran las actividades que realiza el usuario rol al momento de seleccionar comenzar; El aplicativo responde dando acceso a una nueva interfaz para el usuario.

### Anexo B-2. CU05 Instrucciones

Tabla 11 Tabla de caso de uso, CU05 instrucciones iniciales del aplicativo.

<b>Caso de Uso: CU05 Instrucciones</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz principal del aplicativo deberá seleccionar la opción de instrucciones para el uso del aplicativo.	El sistema deberá dar acceso al usuario y redirigirlo al menú de información he instrucciones del aplicativo.

El usuario al acceder a la interfaz de instrucciones deberá seleccionar el link de descarga de los marcadores.	El sistema deberá redirigir al usuario a un drive donde se podrá descargar los targets o marcadores para el uso de los laboratorios.
<b>Comentarios</b>	
Si el usuario ya accedió a la interfaz de instrucciones anteriormente y descargo los marcadores, este último debe omitir la descarga de los targets y deberá ir directamente a la interfaz principal del aplicativo.	

En el anexo B-2, se evidencia el caso de uso número cinco, donde se muestran las actividades que realiza el usuario al momento de acceder al menú de instrucciones; El aplicativo responde dando acceso a una nueva interfaz para el usuario, donde muestra las instrucciones de uso y operabilidad del aplicativo.

### **Anexo B-3. CU06 Salir o Cerrar Sesión**

*Tabla 12 Tabla de caso de uso, CU06 cerrar sesión en el simulador.*

<b>Caso de Uso: CU06 Salir o Cerrar Sesión</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz principal del aplicativo podrá seleccionar el botón de cerrar sesión.	El sistema deberá cerrar sesión y redirigir al usuario a la interfaz de inicio de sesión.
<b>Comentarios</b>	
El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema para poder cerrar sesión o salir del aplicativo.	

En el anexo B-3, se evidencia el caso de uso número seis, donde se muestran las actividades que realiza el usuario al momento de acceder de seleccionar salir o cerrar sesión; El aplicativo responde cerrando la sesión iniciada y redireccionando al usuario al menú de inicio de sesión del aplicativo.

### **Anexo B-4. CU07 Información o Contacto**

Tabla 13 Tabla de caso de uso, CU07 sección de información de los desarrolladores.

<b>Caso de Uso: CU07 Información o Contacto</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz principal del aplicativo podrá seleccionar la opción de contacto he información de los desarrolladores.	El sistema deberá dar acceso y habilitar la interfaz de contacto he información de los desarrolladores.
El usuario sal acceder a la interfaz de información podrá seleccionar la opción volver.	El sistema deberá redirigir al usuario al menú principal del aplicativo.
<b>Comentarios</b>	
Si el usuario ya había accedido a esta interfaz, este último deberá ir directamente a la interfaz anterior del aplicativo.	

En el anexo B-4, se evidencia el caso de uso número siete, donde se muestran las actividades que realiza el usuario al momento de acceder al menú de contacto; El aplicativo responde dando acceso a una nueva interfaz para el usuario, donde muestra la información de los desarrolladores con las respectivas plataformas de desarrollo y creación para el aplicativo.

#### **Anexo B-5. CU08 Menú de las temáticas desarrolladas**

Tabla 14 Tabla de caso de uso, CU08 menú de las temáticas principales de química

<b>Caso de Uso: CU08 Menú de las temáticas desarrolladas</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz de las temáticas de químicas podrá seleccionar las temáticas entre dos opciones principales.	El sistema deberá redirigir al usuario a la interfaz de los laboratorios según la temática seleccionada.
El usuario al acceder por primera vez a la interfaz de los laboratorios deberá seleccionar alguno de los ítems creados para cada temática.	El sistema deberá redirigir al usuario a la interfaz de los experimentos a desarrollar según el ítem escogido.

**Comentarios**

El usuario podrá seleccionar cualquiera de las dos temáticas principales del aplicativo.  
El sistema le da acceso al usuario al menú de los experimentos y a sus respectivos laboratorios que puede desarrollar.

En el anexo B-5, se evidencia el caso de uso número ocho, donde se muestran las actividades que realiza el usuario al momento de acceder al menú de las temáticas desarrolladas; El software responde dando acceso a una nueva interfaz para el usuario, donde muestra las dos temáticas principales de los laboratorios de química, las cuales abarcan varios experimentos relacionados a esa temática.

**Anexo B-6. CU09 Editar perfil**

*Tabla 15 Tabla de Caso de uso, CU09 editar perfil*

<b>Caso de Uso: CU09 Editar perfil</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario administrador al acceder por primera vez a la edición de perfiles podrá visualizar y realizar diferentes procesos con los usuarios.	El sistema deberá habilitar y redirigir al usuario a la interfaz de edición de perfiles
El usuario administrador al acceder a la interfaz de edición podrá seleccionar un usuario y actualizar su información.	El sistema deberá habilitar los campos de edición y actualización de información sobre el usuario seleccionado.
El usuario administrador al editar la información seleccionara guardar.	El sistema deberá salvar y guardar toda la información de los usuarios después de ser editada.
<b>Comentarios</b>	
Si el usuario administrador no realizara ninguna actualización de información, este último deberá ir directamente a la interfaz principal.	

En el anexo B-6, se evidencia el caso de uso número nueve, donde se muestran las actividades que realiza el usuario rol al momento de acceder al menú para editar perfiles; El

aplicativo responde dando acceso a esta nueva interfaz para el usuario, donde muestra los usuarios a los que se les desea realizar alguna edición de información.

### **Anexo B-7. CU10 Consultar resultados**

*Tabla 16 Tabla de caso de uso, CU10 consultar resultados*

<b>Caso de Uso: CU10 Consultar resultados</b>	
<b>Actor:</b> Usuario	
<b>Descripción de los procesos</b>	<b>Alternativas</b>
El usuario docente al acceder por primera vez a la interfaz de consultar resultados podrá seleccionar la información de los puntajes obtenidos por los estudiantes.	El sistema deberá dar acceso al usuario docente y redirigirlo a la interfaz de resultados de los laboratorios.
El usuario docente seleccionara el estudiante que le visualizara el puntaje.	El sistema deberá habilitar la información sobre el puntaje realizado por el estudiante
<b>Comentarios</b>	
El usuario docente al seleccionar los resultados visualizara los puntajes de los estudiantes que previamente desarrollaron los laboratorios. Si el estudiante no ha realizado ninguna prueba el sistema no presentara ninguna información sobre el estudiante.	

En el anexo B-7, se evidencia el caso de uso número diez, donde se muestran las actividades que realiza el usuario rol al momento de acceder al menú de la consulta de puntajes de los estudiantes; El aplicativo responde dando acceso a esta nueva interfaz para el usuario, donde muestra los diferentes puntajes de los estudiantes que realizaron pruebas y prácticas en los laboratorios del aplicativo.

### **Anexo C. Diagramas de actividades:**

Los diagramas de actividades describen el comportamiento del sistema, mostrando las decisiones que toma el software respecto a lo que elige o selecciona el usuario, además, los diagramas de actividades muestran la lógica principal del algoritmo, describiendo los pasos de los casos de uso y el flujo del proyecto. En esta sección se detalla los diferentes diagramas de actividades que se han definido durante la fase de análisis del proyecto.

### **Anexo C-1. Iniciar o Comenzar**

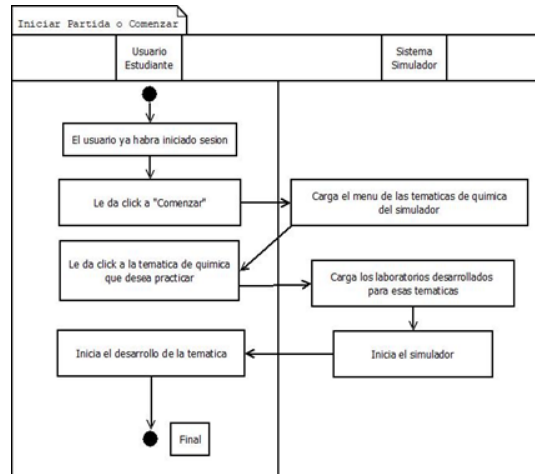


Figura 107 Diagrama de actividades, DA04 iniciar o comenzar el aplicativo, elaboración propia.

En la figura 108, se muestra el diagrama de las actividades que realizara el sistema al momento de que el usuario decida seleccionar comenzar o iniciar el aplicativo.

### Anexo C-2. Instrucciones

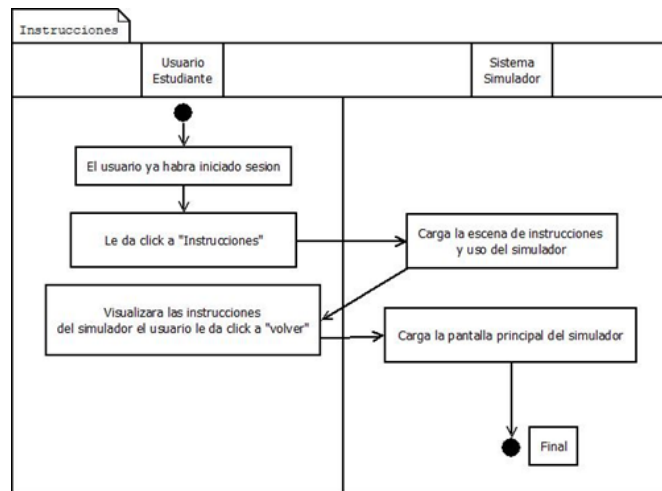


Figura 108 Diagrama de actividades, DA05 la escena de instrucciones, elaboración propia.

En la figura 109, se muestra el diagrama de las actividades que realizara el sistema para acceder y habilitar la pantalla de las instrucciones de uso y manejo del aplicativo.

### Anexo C-3. Salir o Cerrar sesión

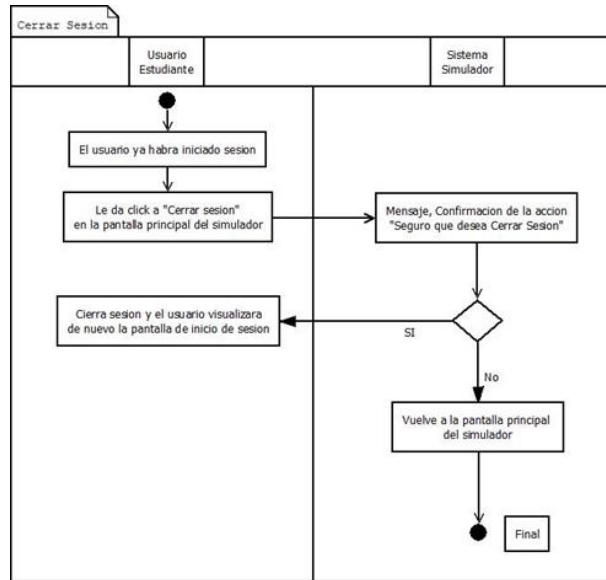


Figura 109 Diagrama de actividades, DA06 cerrar sesión en el aplicativo, elaboración propia.

En la figura 110, se muestra el diagrama de las actividades que realizara el sistema para cerrar sesión o salir del aplicativo, volviendo al menú de inicio de sesión después de cerrar por completo la sesión iniciada.

#### Anexo C-4. Información o Contacto

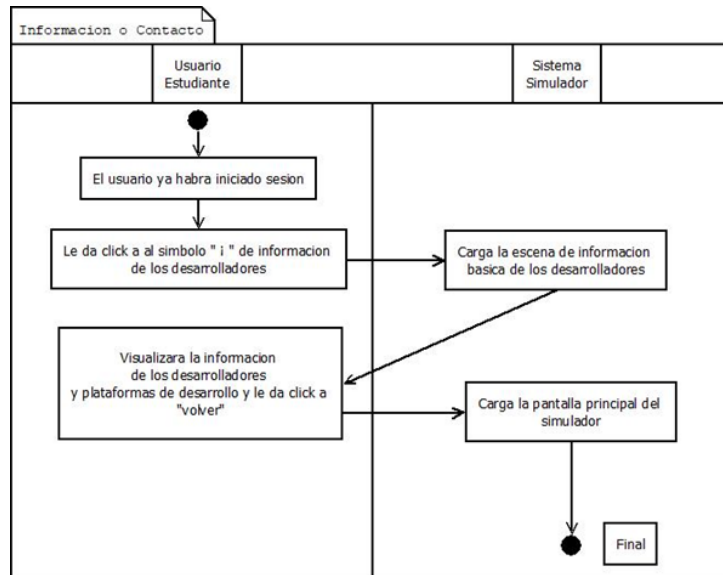


Figura 110 Diagrama de actividades, DA07 información de los desarrolladores, elaboración propia.

En la figura 111, se muestra el diagrama de las actividades que realizara el sistema para acceder y habilitar la pantalla de la información de contacto de los desarrolladores y plataformas en las que fue desarrollado el aplicativo.

## Anexo C-5. Menú de las temáticas de química

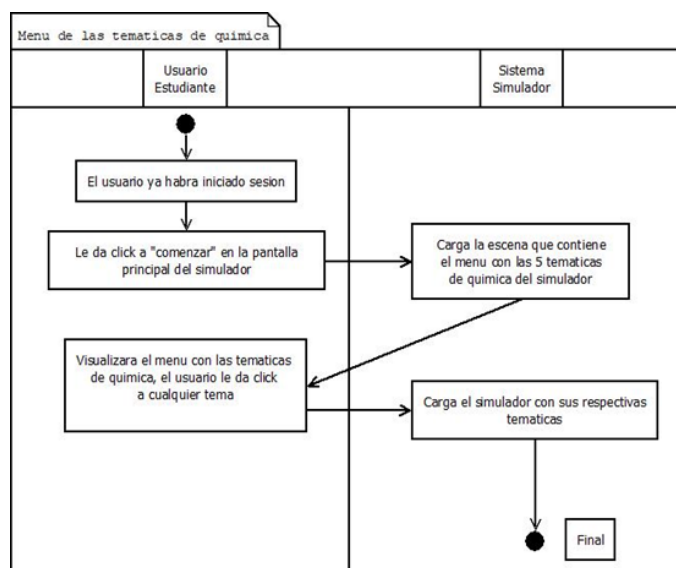


Figura 111 Diagrama de actividades, DA08 menú de temáticas de química, elaboración propia.

En la figura 112, se muestra el diagrama de las actividades que realizara el sistema para acceder y habilitar el menú de las temáticas de química del proyecto, mostrando el proceso de inicio a fin hasta culminar con el proceso de los laboratorios.

## Anexo D. Diagramas de secuencias

Los diagramas de secuencias son diseñados para modelar la interacción entre los objetos en cualquier sistema. Los diferentes diagramas de secuencias que se han definido durante la fase de análisis del proyecto, mostrando la lógica de una operación, describiendo a detalle los casos de uso y el flujo que inicia con el actor, siguiendo con el sistema y finalizando con el mismo actor inicial.

### Anexo D-1. Iniciar o comenzar

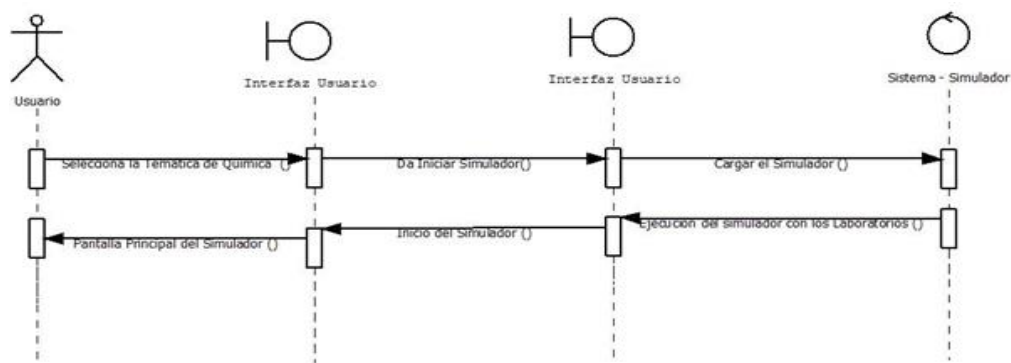


Figura 112 Diagrama de secuencias, DS04 iniciar o comenzar el aplicativo, elaboración propia.



En la figura 113, se muestra el diagrama de secuencias sobre la lógica que sigue el sistema paso a paso para dar comienzo a él aplicativo.

### Anexo D-2. Instrucciones

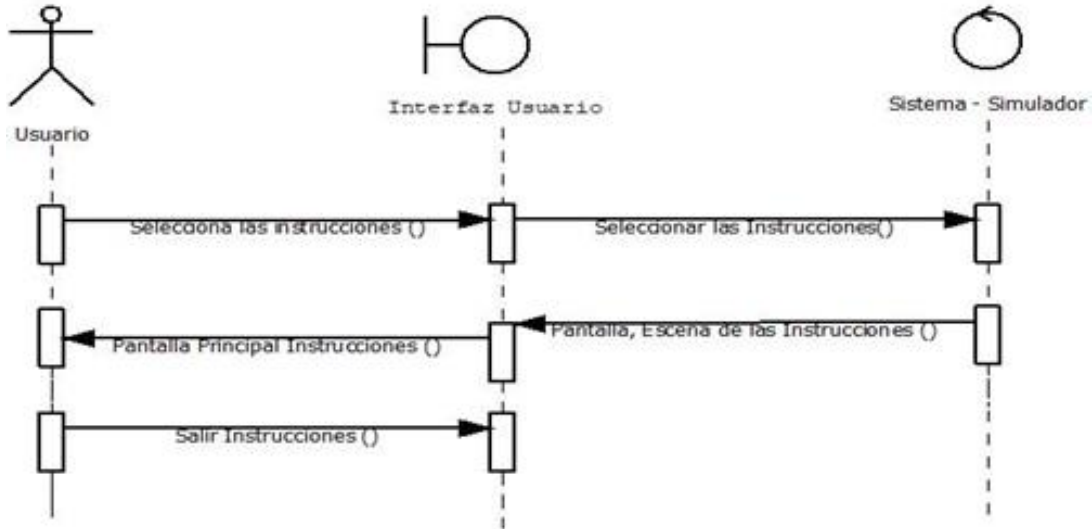


Figura 113 Diagrama de secuencias, DS05 instrucciones y uso del aplicativo, elaboración propia.

En la figura 114, se muestra el diagrama de secuencias que realiza el sistema para acceder al menú de instrucciones de uso y manejo del aplicativo.

### Anexo D-3. Salir o Cerrar sesión

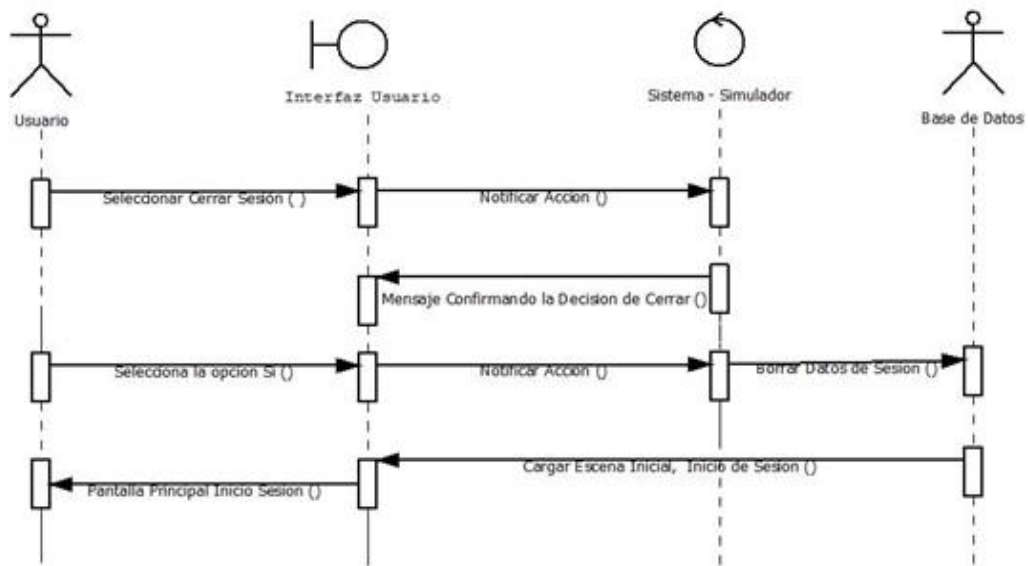


Figura 114 Diagrama de secuencias, DS06 salir o cerrar sesión en el aplicativo, elaboración propia.

En la figura 115, se muestra el diagrama de secuencias más específico sobre el caso de uso de cerrar sesión o salir del aplicativo.

#### Anexo D-4. Información o Contacto

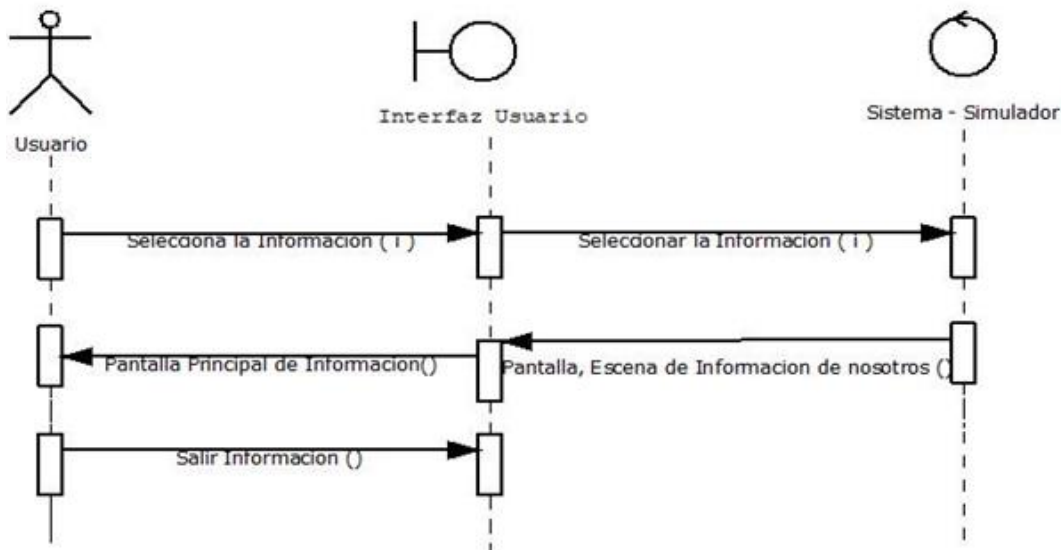


Figura 115 Diagrama de secuencias, DS07 información de los desarrolladores, elaboración propia.

En la figura 116, se muestra el diagrama de secuencias sobre el menú de información de los desarrolladores del proyecto y las respectivas plataformas de desarrollo del proyecto.

#### Anexo D-5. Menú de las temáticas de química

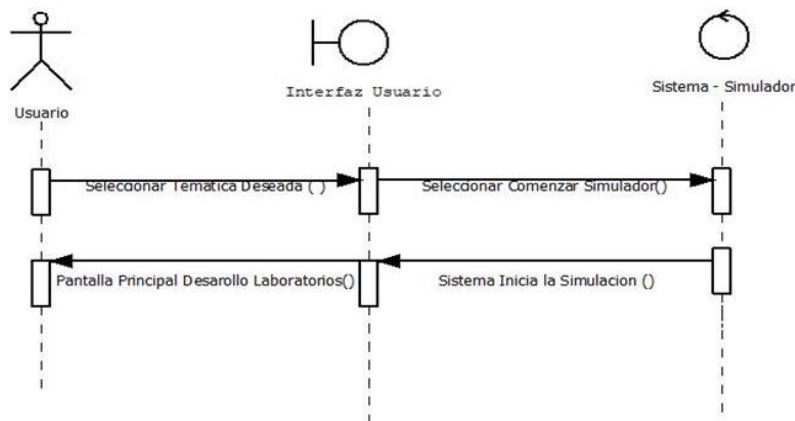


Figura 116 Diagrama de secuencias, DS08 menú de las temáticas de química, elaboración propia.

En la figura 117, se muestra el diagrama de secuencias sobre la lógica que sigue el sistema para acceder al menú de las temáticas de los laboratorios y experimentos químicos del aplicativo.