

**TG2\_Prototipo Aplicación Interactiva Soportada en la Plataforma Android para  
Reforzar el Aprendizaje de los Compuestos Químicos**

**Cesar Mauricio Toloza Mora**

**Universidad Autónoma de Bucaramanga**

**Facultad de Ingenierías**

**Ingeniería de Sistemas**

**Prisma Tecnología e Innovación Educativa**

**Bucaramanga**

**2020**

**TG2\_Prototipo Aplicación Interactiva Soportada en la Plataforma Android para  
Reforzar el Aprendizaje de los Compuesto Químicos**

**Cesar Mauricio Toloza Mora**

**Trabajo de grado presentado para optar el título de: Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**Roman Eduardo Sarmiento Porras**

**Universidad Autónoma de Bucaramanga**

**Facultad de Ingenierías**

**Ingeniería de Sistemas**

**Prisma Tecnología e Innovación Educativa**

**Bucaramanga**

**2020**

## Tabla de contenido

Resumen.....	9
Introducción .....	10
1 Planteamiento del problema .....	11
2 Justificación .....	14
3 Objetivos.....	15
3.1.    Objetivo General.....	15
3.2.    Objetivos Específicos .....	15
4 Antecedentes.....	16
4.1.    Indagación de la química.....	16
4.2.    Química Educativa mediante recursos de la vida cotidiana .....	17
4.3.    Enseñanza de la química con el apoyo de las TIC .....	18
5 Marco Teórico .....	20
5.1.    Juegos en la educación .....	20
5.2.    Química .....	21
5.3.    Teléfono Móvil:.....	21
5.4.    Android.....	22
5.5.    Aplicación Móvil.....	23
5.6.    Unity (motor de videojuego) .....	24
6 Estado del Arte .....	26

6.1.	Doodle God.....	26
6.2.	Alquimia Clásica .....	26
6.3.	Little Alchemy.....	27
6.4.	Atomas.....	28
6.5.	Doodle Alchemy.....	29
6.6.	Doodle Devil.....	29
6.7.	Los ácidos, iones y sales inorgánicos - La prueba.....	30
6.8.	Sustancias químicas: Química orgánica e inorgánica.....	31
6.9.	Química .....	32
6.10.	iQuímica .....	32
7	Metodología.....	34
8	Desarrollo de Solución .....	36
8.1.	Requerimientos .....	36
8.2.	Diseño Interfaz .....	37
8.3.	Estructura y Arquitectura de la aplicación .....	38
8.4.	Desarrollo de la Aplicación .....	40
8.4.1.	Interfaz Grafica .....	40
8.4.2	Instrucciones del Juego .....	41
8.4.3	Paquetes.....	43
8.4.1	Herencia de GameObjects de la Escena Game .....	43

8.5.	Scripts Importantes .....	44
8.5.1	Script ControllerUI.....	44
8.5.2	Script DatosElementos .....	45
8.5.3	Script ElementoUI.....	46
8.5.4	Script Área Combinación .....	47
8.6.	Base de Datos .....	48
8.7.	Evaluación del Prototipo .....	50
8.7.1	Depuración del APK .....	50
9	Conclusiones.....	51
10	Recomendaciones .....	52
	Bibliografía .....	53

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1.</i> Requerimientos.....	36
-------------------------------------	----

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Doodle God .....	26
<b>Figura 2.</b> Alquimia Clásica .....	27
<b>Figura 3.</b> Little Alchemy.....	27
<b>Figura 4.</b> Atomas.....	28
<b>Figura 5.</b> Doodle Alchemy.....	29
<b>Figura 6.</b> Doodle Devil .....	30
<b>Figura 7.</b> Los ácidos, iones y sales inorgánicos - La prueba .....	30
<b>Figura 8.</b> Sustancias químicas: Química orgánica e inorgánica .....	31
<b>Figura 9.</b> Química .....	32
<b>Figura 10.</b> iQuímica .....	32
<b>Figura 11.</b> Etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones .....	34
<b>Figura 12.</b> Menú de inicio.....	37
<b>Figura 13.</b> Opciones de Menu de inicio.....	40
<b>Figura 14.</b> Inicio de Juego.....	41
<b>Figura 15.</b> Introducción de la Aplicación .....	42
<b>Figura 16.</b> Instrucciones de la Aplicación .....	42
<b>Figura 17.</b> Arquitectura de los Paquetes .....	43
<b>Figura 18.</b> Herencia de la Escena Game .....	44
<b>Figura 19.</b> Script ControllerUI.....	45
<b>Figura 20.</b> Script DatosElementos .....	46
<b>Figura 21.</b> Script ElementoUI.....	47
<b>Figura 22.</b> Script AreaCombinacion .....	48





## Resumen

**Introducción:** La química es una asignatura que resulta compleja para aprenderla para los estudiantes de primero secundaria, por esta razón esta aplicación interactiva reforzara el conocimiento de la nomenclatura de la química inorgánica.

**Objetivos:** Desarrollar un prototipo de aplicación interactiva funcional soportada en la Plataforma Android en Unity, reforzando en el aprendizaje de los compuestos químicos.

**Metodología:** Este proyecto está desarrollado utilizando una metodología de desarrollo de aplicaciones móviles que heredan algunas cualidades de metodologías ágiles, aplicado a la plataforma de desarrollo Unity.

**Desarrollo:** Teniendo en cuenta los objetivos se desarrolló una aplicación en Unity utilizando el lenguaje de programación C# con el editor de código Visual Studio, se creó el código de la aplicación.

**Conclusiones:** El desarrollo de esta aplicación a pesar de tener un mecanismo de juego simple, tuvo una complejidad muy alta y por la base de datos demasiado extensa.

**Palabras Claves:** Aplicación Móvil, Química, Videojuego, Pedagogía, Unity.

**Grupo de Investigación:** PRISMA

**Línea de Investigación:** Innovación, Tecnología Educativa.

## **Introducción**

La Química es la asignatura con un 20% de los estudiantes de secundaria piden refuerzos o clases particulares (Revista Semana, 2016), el problema radica que no existen suficientes plataformas de aprendizaje interactivo para la enseñanza de los compuestos químicos. Este proyecto de grado comprende el desarrollo de un prototipo de aplicación interactiva basada en la plataforma móvil Android y desarrollado en Unity, para reforzar el aprendizaje de los compuestos químicos de la química inorgánica.

Debido a la complejidad de nombres que maneja la química, por ejemplo, los nombres de los elementos y sus compuestos químicos; esta aplicación a través de procesos interactivos como arrastrar y unir elementos, donde se muestre un posible resultado, para ayudar a reforzar el conocimiento de manera entretenida e interactiva.

## 1 Planteamiento del problema

En Colombia la Química es la asignatura con un 20% de los estudiantes de secundaria piden refuerzos o clases particulares.

(Semana, 2016).

La problemática destaca que los estuantes tienen que memorizar los nombres de los distintos elementos y la nomenclatura de los compuestos lo cual es gran desafío.

(Merino-Rubilar et al., 2014)

La amplia gama de vocabulario técnico utilizado para la química para expresar conceptos abstractos, relaciones lógicas y fenómenos universales causa confusión para los estudiantes y sus diversas formas de nombrar compuestos ya sea simples o compuestos

(Pun, 2019).

En la educación química, muchos estudiantes de secundaria experimentan dificultades para comprender tres significados de temas relacionados entre sí, es decir, el significado macroscópico, el significado microscópico y el significado simbólico. Como consecuencia, los estudiantes docentes deben estar preparados cuidadosamente para aprender a enseñar este difícil tema.

(De Jong & Van Driel, 2004)

La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en “países ricos” no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias

experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios de química. Asimismo, en todos estos países, independientemente de su estado de desarrollo, se observa una disminución en las capacidades en los estudiantes que comienzan las asignaturas de química.

(Galagovsky, 2005)

En lo que respecta a la enseñanza, y con objeto de ayudar a la comprensión de los conceptos químicos, el docente debe idear una secuencia de contenidos y debe aplicar determinadas estrategias didácticas teniendo en cuenta las concepciones de los estudiantes. El análisis epistemológico de la ciencia a enseñar puede ayudar al docente a prever una escala jerárquica de las dificultades que puede encontrar el estudiante. En particular, ha de prever cuáles son los conocimientos científicos más sencillos (prerrequisitos conceptuales) que se requieren para poder tener éxito en el aprendizaje de un concepto complejo. Tal es el caso del concepto de reacción química, cuya comprensión implica que previamente se entienda el concepto de sustancia. Muchos estudios han puesto de manifiesto que los estudiantes no comprenden los fenómenos químicos en los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico, debido a la complejidad que supone llevar a cabo observaciones a nivel macroscópico y realizar las explicaciones a nivel de la teoría atómico-molecular utilizando un lenguaje simbólico y, también, a la falta de relaciones entre estos niveles de representación.

(Azcona et al., 2004)

En conclusión, la química es una de las asignaturas más complejas por su alto vocabulario, simbología y conceptos, que genera dificultades en el aprendizaje, creando un problema para los estudiantes en Colombia y a nivel mundial.

## **2 Justificación**

Frente a este problema expuesto anteriormente, se consideró el desarrollo de una aplicación interactiva en donde se arrastren y se combinen elementos químicos mostrando un posible resultado, dependiendo de las reglas de nomenclatura de la química inorgánica, de esta manera resolviendo parte de las dificultades y reforzando el conocimiento en el vocabulario técnico que tiene la química inorgánica en los estudiantes de primero de bachillerato.

Este prototipo de aplicación interactiva en la plataforma Android, propone una forma de refuerzo para el aprendizaje de compuestos químicos, ayudando a los estudiantes de secundaria a memorizar los nombres de los elementos y sus compuestos químicos de forma entretenida e interactiva; de esta manera esta aplicación móvil plantea una solución innovadora frente a este problema planteado.

## **3 Objetivos**

### **3.1. Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de aplicación interactiva funcional soportada en la Plataforma Android para reforzar el aprendizaje de los compuestos químicos y su nomenclatura para estudiantes de décimo grado de secundaria.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los requerimientos de interfaz y funcionalidades de la aplicación.
- Diseñar las interfaces graficas del prototipo y estructura de funcionamiento de la aplicación.
- Desarrollar un prototipo de aplicación interactiva.
- Evaluar la funcionalidad de la aplicación.

## 4 Antecedentes

### 4.1. Indagación de la química

En 1985, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y el Instituto Smithsonian establecieron el "National Science Resources Center", una organización dedicada a desperdigar la educación basada en la indagación a cerca de 20% de los distritos escolares de ese país. Diez años más tarde, la Academia Francesa de Ciencias encargó al Ministerio de Educación un programa similar "La Main á la Pâte", que hoy se ha extendido a todas las primarias francesas.

El National Research Council de los Estados Unidos publicó en 1996 los Estándares Nacionales de la Educación en Ciencias, donde se define a la indagación como:

Una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados

El mismo NRC (2000) ha manifestado los siguientes cinco aspectos como esenciales de la indagación en el aula, desde el punto de vista de los estudiantes:

- i.** Los estudiantes son atraídos mediante una pregunta orientada científicamente;
- ii.** Los estudiantes les dan prioridad a las pruebas, lo que permite que desarrollen y evalúen explicaciones que respondan a las preguntas planteadas;
- iii.** Los estudiantes formulan explicaciones a partir de las pruebas para responder a la pregunta científicamente orientada;



- iv. Los estudiantes evalúan sus explicaciones a la luz de diferentes tipos de ellas, particularmente aquellas que muestren una clara comprensión científica, y
- v. Los estudiantes comunican y justifican las explicaciones propuestas.

(Garritz, 2012)

#### **4.2. Química Educativa mediante recursos de la vida cotidiana**

La vida cotidiana encierra muchos temas de interés que pueden ser utilizados para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en los distintos niveles educativos, desde una doble vertiente: mostrando cómo esta Ciencia está involucrada en múltiples campos y facilitando su aprendizaje mediante analogías y ejemplos cotidianos que sean familiares para los alumnos. La utilización de fenómenos químicos (o científicos, en general) cotidianos por parte del profesorado no es una inquietud nueva. Así, Oliver y Nichols recogen un buen número de trabajos, publicados desde principios del siglo XX, en los que se aborda la necesidad de que los alumnos relacionen los contenidos químicos aprendidos en el aula con las implicaciones sociales que muestran la relevancia de la Química en sus vidas. Con objeto de debatir y analizar las experiencias desarrolladas en este sentido por profesores de diversos entornos, se celebró en Madrid, en el mes de mayo de 2003, una Jornada sobre “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana” que contó con la participación de casi dos centenares de docentes. Los textos de los trabajos presentados en dicha Jornada fueron publicados en un libro que está accesible en Internet. Estos trabajos fueron elaborados por 126 autores de Universidades, Centros de Enseñanza Secundaria y otras Instituciones de Argentina, España, Francia, Estados Unidos, Italia, México, Portugal y Sudáfrica. En los siguientes epígrafes se resumen algunas de las aportaciones principales desarrolladas, si bien se recomienda el acceso al libro citado para profundizar en lo tratado durante la Jornada.

(Pinto-Cañón, 2004)

### **4.3. Enseñanza de la química con el apoyo de las TIC**

Se afirma a menudo que las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) son herramientas indispensables en los procesos de enseñanza/aprendizaje (E/A) en general, y de la química en particular. Para algunos, esta afirmación choca con la bien conocida experiencia de los docentes con tecnologías anteriores. Por ejemplo, después de las primeras proyecciones de cine, el inventor norteamericano Thomas A. Edison afirmó que la enseñanza, finalmente, iba a ser accesible a todos los ciudadanos y que toda la sociedad sería rápidamente alfabetizada gracias al nuevo invento. Huelga decir que esta aseveración no resultó cierta. Algo parecido pensaron los defensores del vídeo, e incluso en los EE. UU. se llegó a grabar todo el sistema educativo obligatorio en cintas de vídeo. Hoy sabemos que, además de ser un soporte magnético en vías de extinción, el vídeo tiene limitaciones como herramienta de aprendizaje.

La búsqueda de recursos que apoyen la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, particularmente de la química, ha sido una labor constante cuyos resultados han puesto al servicio de la comunidad educativa gran cantidad de elementos: desde pesadas pizarras hasta dispositivos electrónicos prácticos y capaces de realizar un sin número de tareas. Hasta 1929, la radio y los proyectores eran las herramientas más populares en este contexto. En esa misma época (1930-1939) surgen las diapositivas y dos años después se publica un trabajo sobre el uso de las películas en la enseñanza de la química. En 1956 se usó por primera vez la televisión para transmitir clases de química en circuito cerrado. El desarrollo de este medio audiovisual permitió grabar clases en videocasetes e implementar el uso de aulas con proyectores, diapositivas, grabadoras de audio, televisión, videocasetes y películas.

En las décadas de 1970 a 1990 se introducen los microcomputadores y ordenadores personales, que dan inicio a la era digital y a la Internet (1990 – actualidad), con el desarrollo de software y recursos digitales que ofrecen varias opciones para motivar en los estudiantes el aprendizaje de la química, con el objetivo de aliviar la crisis que afronta la enseñanza de las ciencias desde hace tiempo. En la actualidad se produce un rápido desarrollo de las herramientas tecnológicas y los individuos que no se adaptan a su ritmo de evolución, por razones políticas, sociales o económicas, pueden llegar a sentirse intelectualmente discriminados. Por ello, los sistemas educativos deben proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para poder interactuar y desempeñarse satisfactoriamente en la sociedad actual. La aplicación de las TIC al proceso de E/A surge como una necesidad para ayudar a la plena incorporación de los jóvenes a la Sociedad de la Información y del Conocimiento (SIC). Por esta razón, el aprendizaje transversal de las TIC aparece en todos los planes nacionales de educación. Las TIC, usadas como estrategia pedagógica, brindan la posibilidad de crear oportunidades para guiar e incrementar el aprendizaje y colaboran al docente a llevar a cabo procesos innovadores.

(Daza Pérez et al., 2009)

## 5 Marco Teórico

### 5.1. Juegos en la educación

El uso de juegos de computadora para apoyar la educación y el interés actual en los juegos de computadora muestran un gran potencial en el uso de juegos en la educación. El objetivo principal de los juegos educativos de computadora es la motivación y la diversión. Actualmente, hay muchos proyectos educativos globales que están tratando de construir juegos en la educación., juegos de computadora diseñado especialmente para tabletas y computadoras personales se centra en las matemáticas. Otro gran beneficio de los juegos de computadora espera desarrollar una actitud positiva hacia el aprendizaje, idealmente desde una edad temprana, y de manera especialmente entretenida. Uno de los aspectos importantes en el diseño de juegos educativos es la imaginación, la fantasía, pero también la experiencia adquirida por jugando juegos. Algunos beneficios obtenidos en los juegos educativos son:

- Desarrollan la creatividad de los estudiantes.
- Son divertidos para los estudiantes y, a menudo, ni siquiera se dan cuenta de que están aprendiendo.
- Trabajar con tecnología informática.
- Los estudiantes de sustancias trabajan a través de diferentes sentidos (vista, oído), y pueden recordarlo mejor.
- Los estudiantes mismos eligen un momento en que aprenderán.
- La enseñanza es interactiva.
- Mejor adaptación al ritmo y habilidad del alumno.
- Son más ilustrativos que la enseñanza tradicional.

(Simkova, 2014)

## 5.2. Química

La química es la ciencia que trata de la naturaleza y composición de la materia y de los cambios que ésta experimenta ; su estudio es muy importante para el ser humano, pues se aplica a todo lo que lo rodea, por ejemplo, el lápiz que utilizas, las páginas de este libro o de un cuaderno, el bolígrafo, el perfume o la loción que usas; la ropa o los zapatos que usas, los alimentos que ingieres; en fin, todo.

(Ramírez Regalado, 2014)

## 5.3. Teléfono Móvil:

Un teléfono celular o teléfono móvil es un teléfono portátil que puede hacer y recibir llamadas a través de una portadora de radiofrecuencia, mientras el usuario se está moviendo dentro de un área de servicio telefónico. Las tecnologías inalámbricas han tenido mucho auge y desarrollo en estos últimos años. Una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular. Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y las hace más productivas. A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones. Sin embargo, la telefonía inalámbrica del mañana hará posibles aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda.

**Historia de la telefonía celular.** Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono, en 1973, en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio, Japón por la compañía NTT. En 1981, los países

nórdicos introdujeron un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en Estados Unidos, gracias a que la entidad reguladora de ese país adoptó reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en 1983 se puso en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago. Con ese punto de partida, en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica. La tecnología tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio. En ese sentido, hubo la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles cabida a más usuarios.

(Jiménez, 2009)

#### **5.4. Android**

Android es un sistema operativo, inicialmente diseñado para teléfonos móviles como los sistemas operativos iOS (Apple), Symbian (Nokia) y BlackBerry OS. En la actualidad, este sistema operativo se instala no sólo en móviles, sino también en múltiples dispositivos, Está basado multiplataforma. como en tabletas, Linux, que GPS, televisores, es un núcleo de discos sistema duros ordenadores, etcétera. Incluso se ha instalado en microondas y lavadoras. multimedia, operativo libre, mini gratuito y Este sistema operativo permite programar aplicaciones empleando una variación de Java llamada Dalvik, y proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar fácilmente aplicaciones que acceden a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etcétera) utilizando el lenguaje de programación Java. Su sencillez principalmente, junto a la existencia de herramientas de programación gratuitas, es la causa de que existan cientos de miles de aplicaciones disponibles, que extienden la funcionalidad de los dispositivos y mejoran la experiencia del usuario.

Una de las características más importantes de este sistema operativo reside en que es completamente libre. Es decir, ni para programar en este sistema ni para incluirlo en un teléfono hay que pagar nada. Por esta razón, es muy popular entre los fabricantes de teléfonos y desarrolladores, ya que los costes para lanzar un teléfono o una aplicación son muy bajos. Cualquier programador puede descargarse el código fuente, inspeccionarlo, compilarlo e incluso modificarlo.

**Historia.** Android era un sistema operativo para móviles prácticamente desconocido hasta que en 2005 lo compró Google. En noviembre de 2007 se creó la Open Handset Alliance, agrupó a muchos que fabricantes de teléfonos móviles, procesadores y Google. Este año se lanzó la primera versión de Android, junto con el SDK (del inglés, Software Development Kit, que significa Kit del desarrollo de software) para que los programadores empezaran a crear sus aplicaciones para este sistema operativo. El despegue del sistema operativo fue lento porque se lanzó antes el sistema operativo que el primer terminal móvil, aunque rápidamente se ha colocado como el sistema operativo de móviles más vendido del mundo.

(Robledo Sacristán & Fernández, 2011)

## **5.5. Aplicación Móvil**

Una aplicación móvil, aplicación, o app es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. El escenario tecnológico actual posiciona a los desarrolladores de servicios como la nueva fuerza de negocios en las redes de próxima generación Application Stores, allí radica la importancia de unificar metodologías y entornos para el desarrollo de servicios, que faciliten la creación de estos con alto nivel de calidad, llevando dicho desarrollo al éxito, de forma atractiva y eficiente.

El desarrollo de aplicaciones para proveer servicios móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos móviles también difieran de las del software clásico.

(Mantilla et al., 2014)

## **5.6. Unity (motor de videojuego)**

Unity es un motor de creación de videojuegos lanzado oficialmente como tal el 1 de junio 2005. Este motor permite la creación de juegos y otros contenidos interactivos como diseños arquitectónicos o animaciones 3D en tiempo real.

Muchas personas interesadas por el desarrollo se topan con la dificultad de aprender los lenguajes de programación y los motores que los utilizan. Sin estudios de programación o de animación por ordenador, el aprendizaje de los conceptos, métodos y los principios necesarios para la creación de un videojuego se hace muy difícil.

Unity Technologies es una de las empresas que ha decidido rectificar esta situación. Desde el lanzamiento de la primera versión 1.0.1 en 2001, esta empresa danesa se ha esforzado para que sus herramientas sean accesibles y fáciles de usar. El equipo de desarrollo de Unity ha decidido mantener el código fuente ofreciendo al usuario una interfaz gráfica completa de manera a que el usuario pueda controlar el código fuente sin tener que crear nuevos elementos en el código. Este factor ha hecho que Unity sea muy popular entre los desarrolladores de videojuegos.

Unity pone la potencia de su motor al servicio de los utilizadores permitiéndoles obtener un resultado de máxima calidad con un mínimo de esfuerzo. Además, las actualizaciones, mejoras e inclusión de nuevas funcionalidades no han cesado hasta llegar a la actual versión la 4.0 y su desarrollo sigue en curso. Unity existe en versión profesional que se puede adquirir



previo pago y una versión libre completamente gratuita que se puede descargar en la página Web de Unity. Esta última versión incluye menos funcionalidades, pero aun así permite la creación de videojuegos de muy buena calidad.

Unity es una aplicación en tiempo real y multimedia además de ser motor 3D y físico utilizado para la creación de juegos en red, de animación en tiempo real, de contenido interactivo compuesto por audio, video y objetos.

Este motor no permite la modelización, pero permite crear escenas que soportan iluminación, terrenos, cámaras, texturas. Fue creado en un principio para la plataforma Mac y ha sido exportado a Windows, permite obtener aplicaciones compatibles con Windows, Mac OS X, iOS, Android, Wii, PlayStation 3, Xbox 360, Nintendo, iPad, iPhone con Web gracias a un plugin y recientemente desde la versión 3.5 con el formato Flash de Adobe.

La evolución de la industria del ocio y del marketing hace que los videojuegos tienen que ser producidos rápidamente por lo cual muchas empresas se ayudan de soluciones integradas como Unity para que sus desarrolladores saquen productos de manera sencilla y rápida.

(Ouazzani, 2012)

## 6 Estado del Arte

Las siguientes aplicaciones móviles se encuentra en Google Play los primeros comparten la mecánica principal del juego y los otros son aplicaciones que enseñan química.

### 6.1. Doodle God

Este juego puzzle donde debes mezclar y relacionar distintas combinaciones de fuego, tierra, aire y agua para crear un universo entero. El objetivo del juego es descubrir todas las combinaciones posibles y así obtener nuevos elementos para combinar hasta terminar el juego. (JoyBits Co. Ltd., 2019)

*Figura 1.* Doodle God



Fuente: (JoyBits Co. Ltd., 2019)

Esta aplicación plantea una mecánica de juego utilizada en mi aplicación, en donde se tiene distintos elementos agrupados en varios grupos y se selecciona dos elementos para genera un nuevo elemento con su respectivo grupo, creando una gama de combinaciones que resulta divertido.

### 6.2. Alquimia Clásica

Ejercita tu músculo de pensar. A través de la historia, los humanos han querido siempre explorar el mundo que habitan. Su esfuerzo ha ocasionado un progreso significativo, desde las

más simples herramientas a plantas industriales de alta tecnología y aviones. Sin embargo, si recapacitas sobre ello, hace un tiempo no había más que los elementos básicos de la naturaleza: fuego, agua, tierra y aire. Estos son la base de toda la diversidad.

(NIAsoft, 2019)

**Figura 2.** Alquimia Clásica



Fuente: (NIAsoft, 2019)

Esta aplicación presenta una mecánica similar al anterior, con la diferencia que, al seleccionar un elemento, genera un elemento combinable en centro de pantalla para combinar varios elementos al tiempo; utilizando esta aplicación como base principal en el desarrollo de la aplicación de este proyecto.

### **6.3. Little Alchemy**

Mezcla elementos para crear sorprendentes, divertidos e interesantes elementos. ¡Comienza con cuatro elementos básicos y úsalos para encontrar dinosaurios, unicornios y naves espaciales!

(Recloak, 2017)

**Figura 3.** Little Alchemy



Fuente: (Recloak, 2017)

Esta aplicación es similar a la anterior con la diferencia que esta no tiene grupos, solo tiene una gran lista ordenada alfabéticamente, pero en esta mecánica se arrastran los elementos en vez de seleccionarlos, lo cual esta implementado en mi aplicación.

#### **6.4. Atomas**

Atomas es un juego de rompecabezas. Su pequeño universo comienza con solamente átomos de hidrógeno, pero con la ayuda de los átomos energéticos ricos más que son capaces de la fusión de dos átomos de hidrógeno en un átomo de helio, 2 átomos de helio en un solo átomo de litio y así sucesivamente. Su objetivo principal es la creación de los elementos valiosos como oro, platino y plata.

(Sirnic, 2017)

**Figura 4.** Atomas



Fuente: (Sirnic, 2017)

Esta aplicación trata de funcionar elementos químicos para obtener elemento más pesados, enseñando los nombres de los elementos químicos con su simbología y número atómico respectivo de forma interactiva.

### **6.5. Doodle Alchemy**

Doodle Alchemy es un juego con gráficos y efectos increíbles. Al principio solo tienes cuatro elementos: aire, agua, tierra y fuego. Combínalos para crear elementos nuevos. ¡Te aguarda un fascinante viaje al mundo del saber!

(BYRIL, 2019)

*Figura 5.* Doodle Alchemy



Fuente: (BYRIL, 2019)

Esta aplicación es muy similar a Doodle God, comparten mecánica y temática similares a esta.

### **6.6. Doodle Devil**

La misma dinámica de juego de puzzle adictivo que convirtió Doodle God en un éxito vuelve con un giro maléfico. Descubre los siete pecados capitales y presencia cómo se

desmorona el mundo entre tus dedos mientras creas miles de actos ruines. Combina fuego, tierra, agua y aire para crear demonios, bestias, zombis, etc.

(JoyBits Co. Ltd., 2019)

**Figura 6.** Doodle Devil



Fuente: (JoyBits Co. Ltd., 2019)

Es igual a Doodle God pero con temática distinta.

### **6.7. Los ácidos, iones y sales inorgánicos - La prueba**

Aprenda los nombres y las fórmulas de todos los ácidos inorgánicos importantes, iones poliatómicos y sus sales. Una aplicación es conveniente para todos: de los estudiantes de secundaria a los profesores de química.

(Andrey Solovyev, 2017)

**Figura 7.** Los ácidos, iones y sales inorgánicos - La prueba



Fuente: (Andrey Solovyev, 2017)

Esta aplicación enseña química de forma interactiva a través de pequeñas pruebas, en donde muestra las fórmulas químicas para encontrar los nombres de los diferentes compuestos químicos.

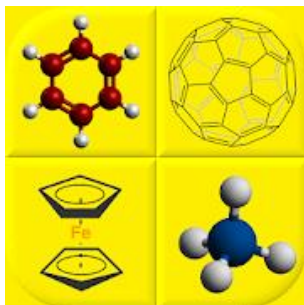
### 6.8. Sustancias químicas: Química orgánica e inorgánica

Aprenda las 200 sustancias químicas que se estudian en las clases de química básica y avanzada:

- Nombres sistemáticos y triviales.
- Estructuras y fórmulas.
- Los compuestos orgánicos, inorgánicos y organometálicos.
- De ácidos y óxidos a hidrocarburos y alcoholes.
- Dos niveles: 100 compuestos fáciles y 100 compuestos difíciles.

(Andrey Solovyev, 2017)

**Figura 8.** Sustancias químicas: Química orgánica e inorgánica



Fuente: (Andrey Solovyev, 2017)

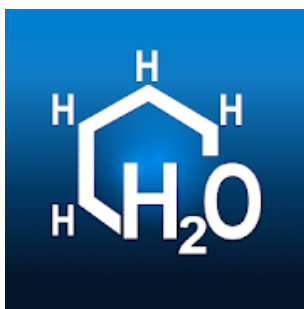
Esta aplicación es similar a la anterior, solo que enseña a través de cuestionarios sobre las diferentes sustancias químicas.

## 6.9. Química

La aplicación de la química le permite encontrar las reacciones químicas y para resolver las ecuaciones químicas con uno o múltiples variables desconocidas. Que siempre tenga la Tabla Periódica y Solubilidad tabla de Mendeleiev práctico E incluso la calculadora de masas molares se encuentra ahora en su teléfono.

(Andrey Solovyev, 2019)

*Figura 9.* Química



Fuente: (Andrey Solovyev, 2019)

Esta aplicación posee principalmente una lista de reacciones químicas y otras funciones.

## 6.10. iQuímica

iQuímica es tu profesor personal de química. Miles de estudiantes utilizan esta aplicación todos los días, y es la única que incluye todo lo que necesitas para aprobar con éxito tus exámenes. Aprender rápidamente con más de 70 temas gracias a explicaciones simples y claras.

(Antonio Giarrusso, 2015)

*Figura 10.* iQuímica





Fuente: (Antonio Giarrusso, 2015)

Esta aplicación es una enciclopedia de química útil para los estudiantes, pero no es interactiva.

## 7 Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de aplicaciones para móviles se fundamenta en la experiencia de investigaciones previas en aplicaciones móviles, la evaluación del potencial de éxito para servicios de tercera generación denominada 6 M, la ingeniería de software educativo con modelado orientado por objetos (ISE-OO), y principalmente en los valores de las metodologías ágiles.

De las metodologías ágiles se heredan los conceptos inmersos en los cuatro postulados o manifiesto ágil.

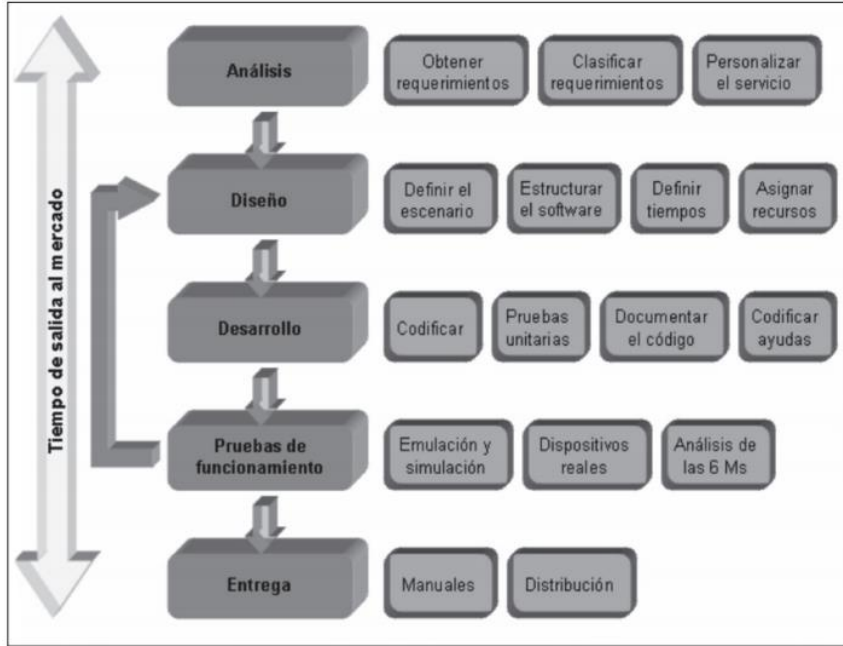
- Desarrollar software que funciona más que conseguir buena documentación.
- La respuesta ante el cambio es más importante que el seguimiento de un plan.
- Colaboración con el cliente sobre negociación contractual.
- Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.

(las Heras del Dedo & Álvarez García, 2018)

La metodología se encuentra enmarcada en cinco fases, denominadas: análisis, diseño, desarrollo, pruebas de funcionamiento y entrega. A continuación, se describe cada una de las actividades que intervienen en el desarrollo de la propuesta.

(Mantilla et al., 2014)

**Figura 11.** Etapas de la metodología para el desarrollo de aplicaciones



Fuente: (Mantilla et al., 2014)

## 8 Desarrollo de Solución

### 8.1. Requerimientos

De acuerdo con las especificaciones del problema y tomando como base algunos diseños y mecanismos de juego de las aplicaciones del estado del arte; se pudieron desarrollar algunos requerimientos más importantes.

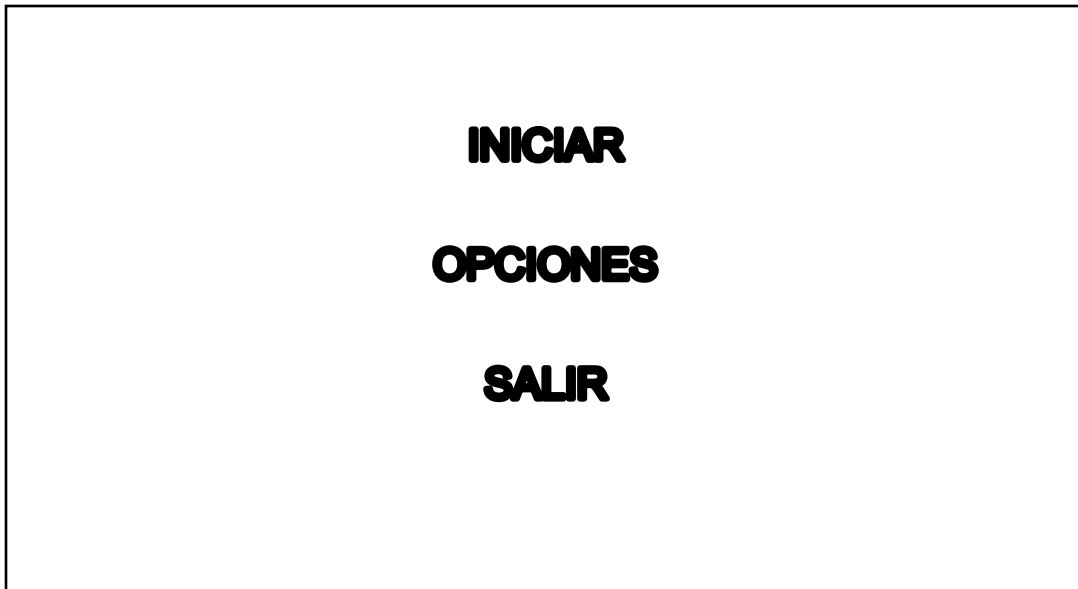
*Tabla 1.* Requerimientos

REQUERIMIENTOS
• Menú de inicio al iniciar la aplicación.
• Que muestre los elementos químicos.
• Que permita mover elementos y combinarlos.
• Que muestre los nombre de los elementos y combinaciones.
• Que muestre los nuevos elementos descubiertos.
• Música y efectos.

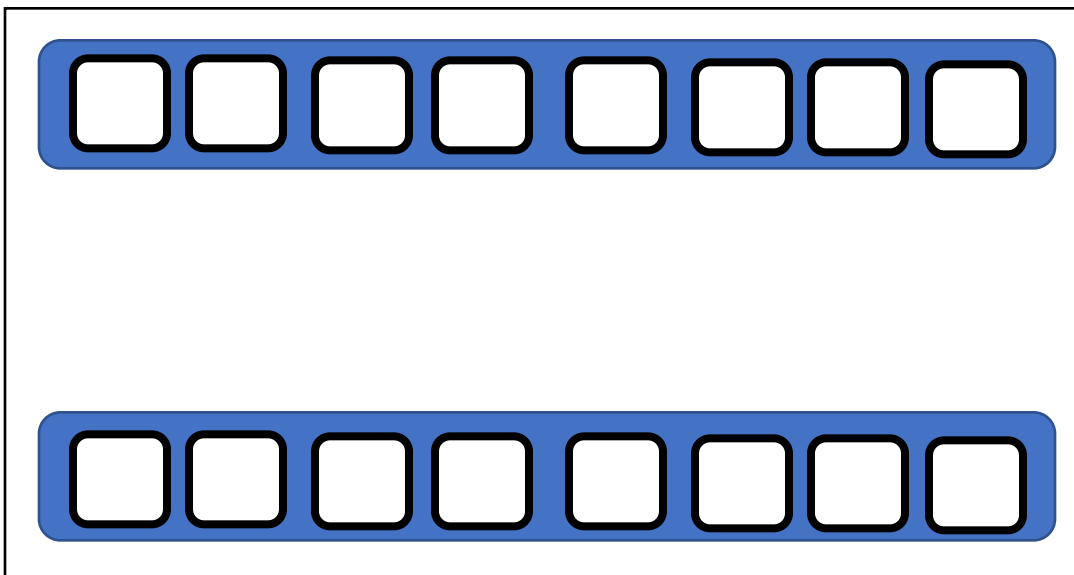
Fuente: (Elaboración Propia)

## 8.2. Diseño Interfaz

*Figura 12.* Prototipo de Diseño del Menú de la Aplicación



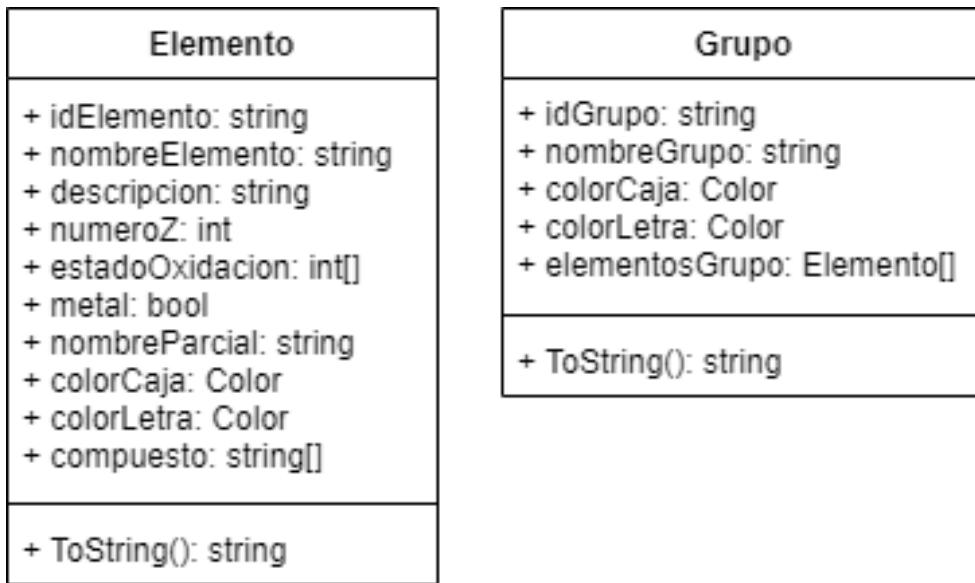
*Figura 13.* Prototipo del Diseño de la Aplicación



Fuente: (Elaboración Propia)

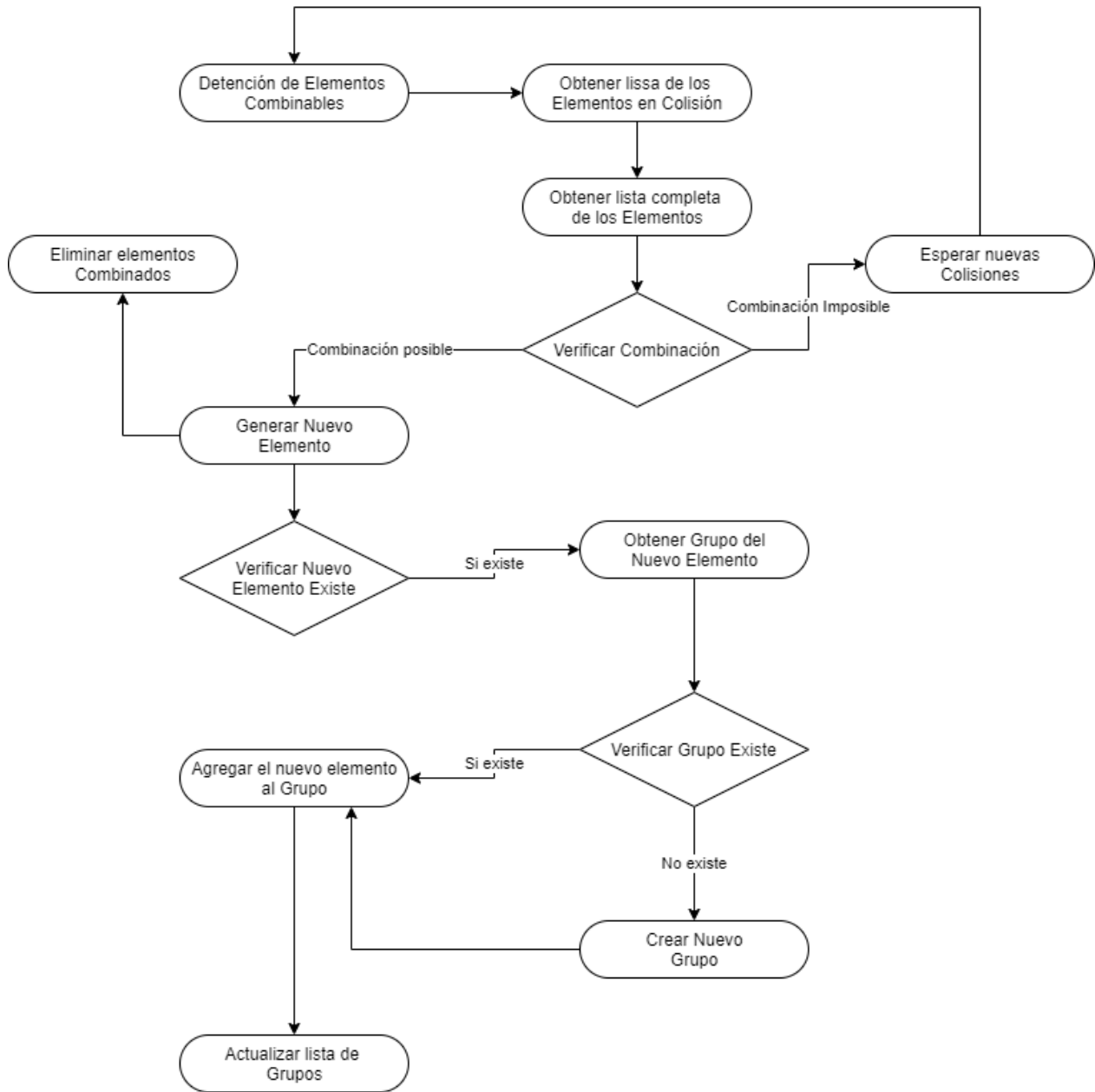
### 8.3. Estructura y Arquitectura de la aplicación

*Figura 14.* Diagrama de Objetos



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura 15. Diagrama de Flujo de la Mecánica de Juego



Fuente: (Elaboración Propia)

## 8.4. Desarrollo de la Aplicación

### 8.4.1. Interfaz Grafica

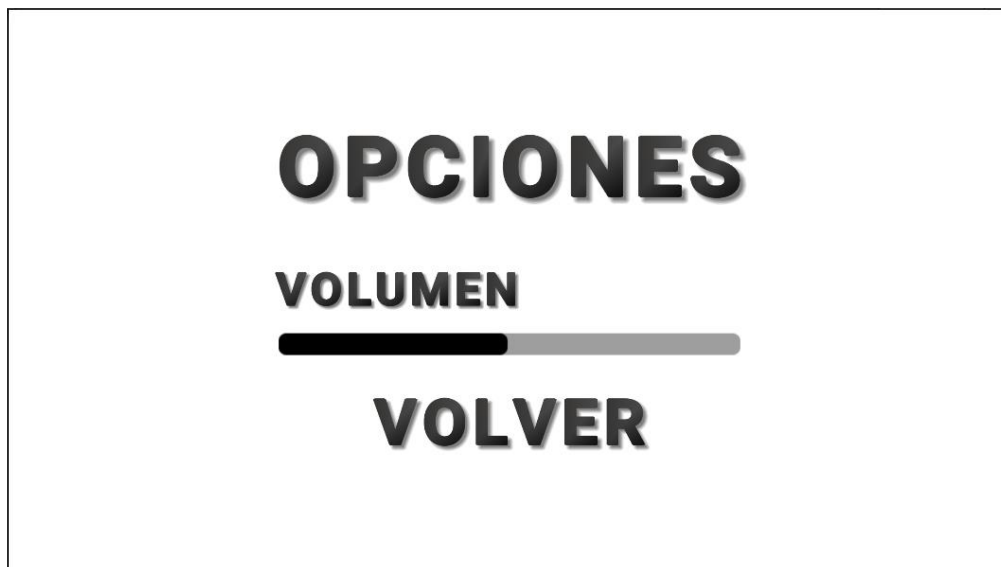
Lo siguiente muestra la interfaz gráfica que utiliza la aplicación.

*Figura 16.* Menú de inicio



Fuente: (Elaboración Propia)

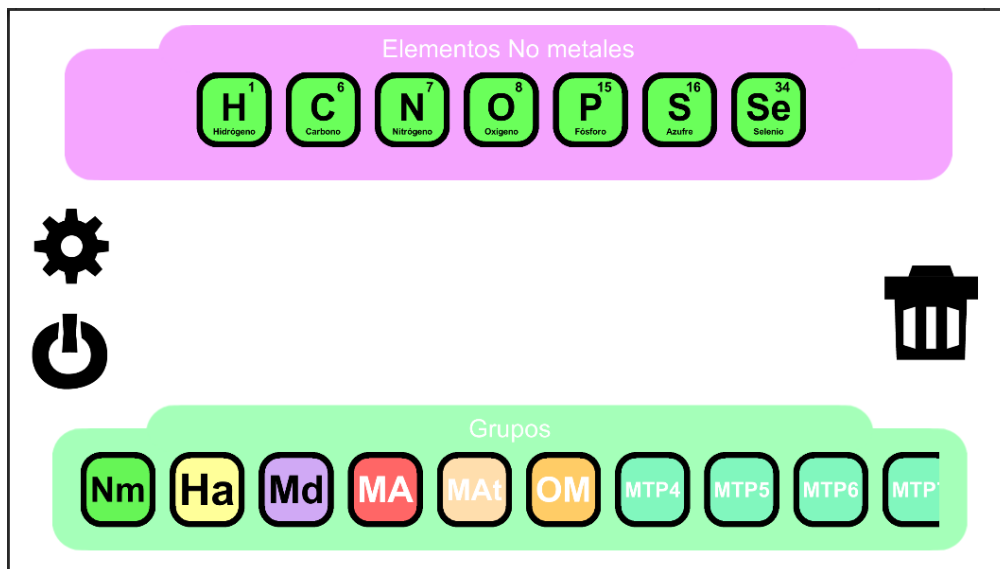
*Figura 17.* Opciones de Menú de inicio





Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura 18.** Inicio de Juego



Fuente: (Elaboración Propia)

#### 8.4.2 Instrucciones del Juego

Bienvenido a Químicos Creator

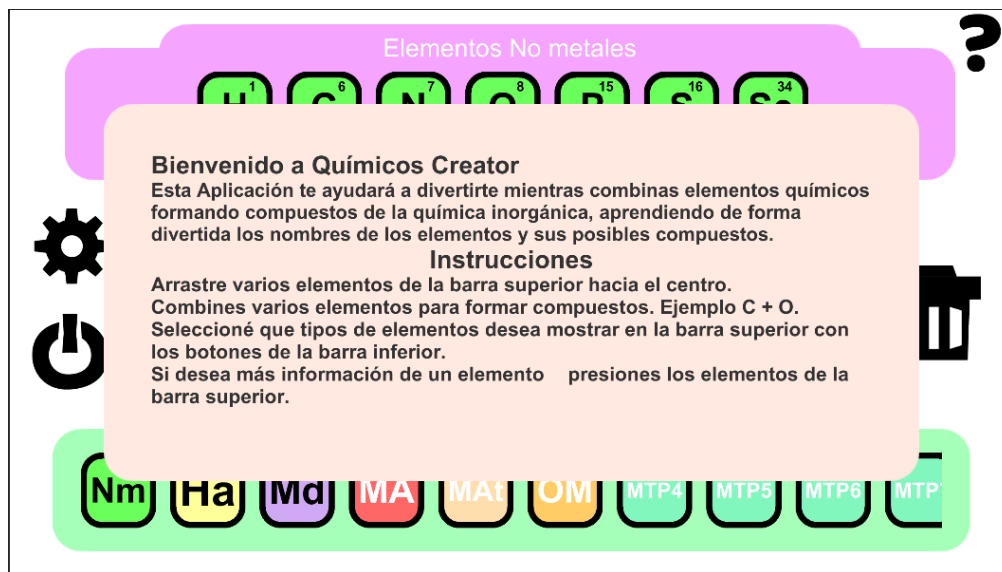
Esta Aplicación te ayudará a divertirte mientras combinas elementos químicos formando compuestos de la química inorgánica y aprendiendo de forma divertida los nombres de los elementos y sus posibles compuestos.

##### **Instrucciones**

- Arrastre varios elementos de la barra superior hacia el centro
- Combina varios elementos para formar compuestos. Ejemplo C + O
- Seleccione que tipos de elementos desea mostrar en la barra superior con los botones de la barra inferior.

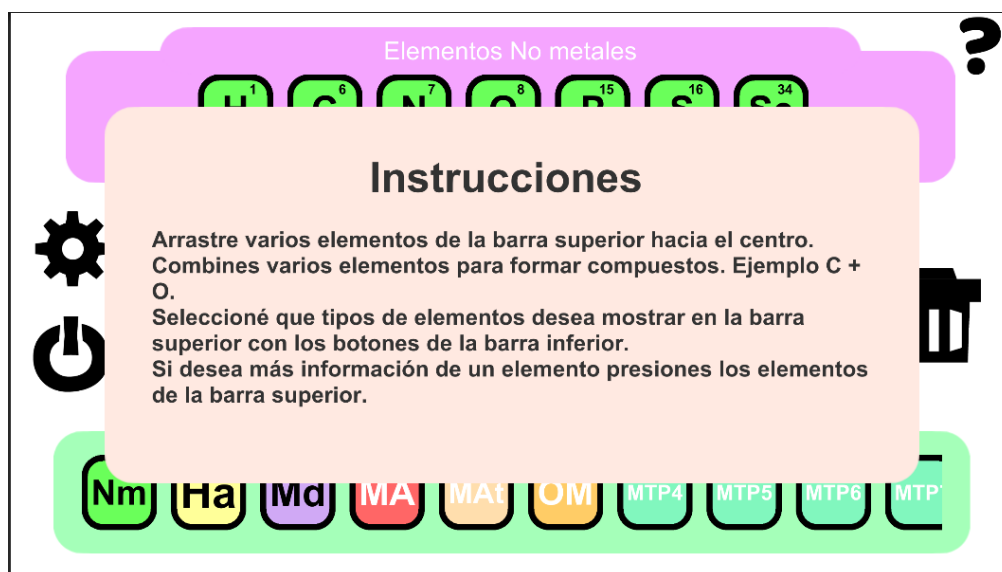
- Si desea más información de un elemento presiones los elementos de la barra superior.

**Figura 19.** Introducción de la Aplicación



Fuente: (Elaboración Propia)

**Figura 20.** Instrucciones de la Aplicación

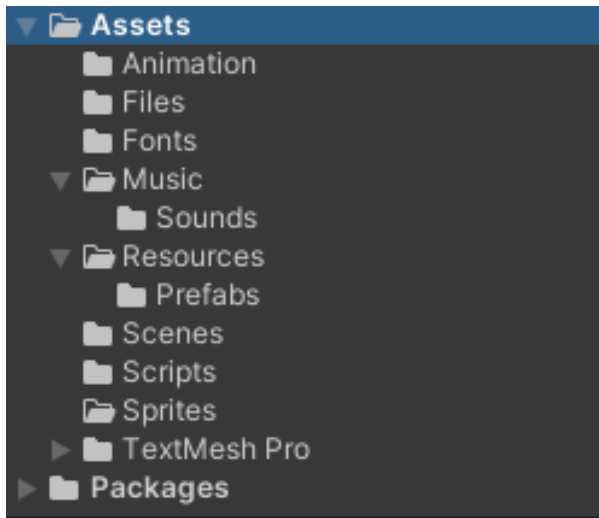


Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.4.3 Paquetes

En la siguiente figura muestra la organización que tiene las carpetas en el proyecto de Unity.

**Figura 21.** Arquitectura de los Paquetes

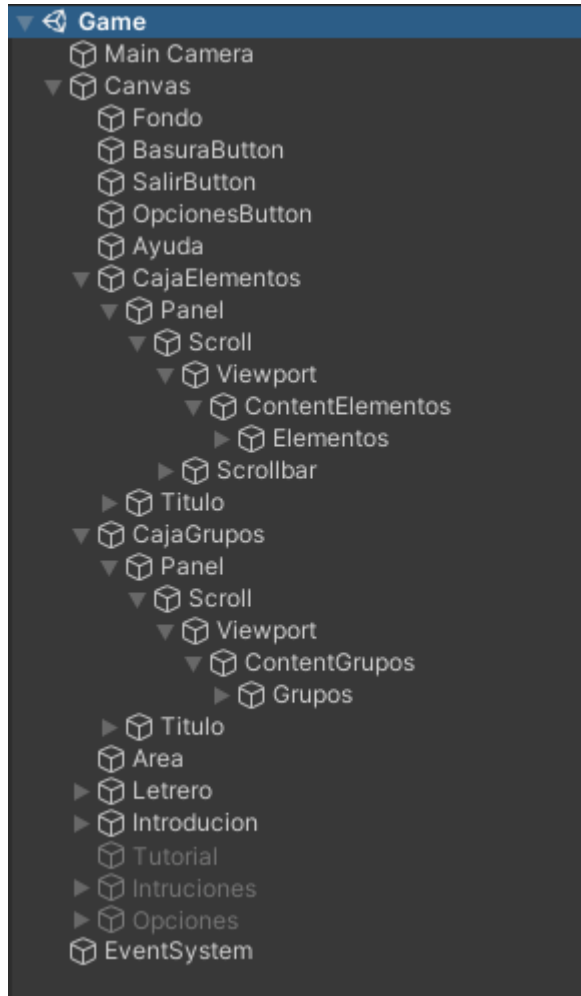


Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.4.1 Herencia de *GameObjects* de la Escena *Game*

En la siguiente figura muestra la organización que tiene los *GameObjects* de la escena *Game* en el proyecto de Unity.

**Figura 22.** Herencia de la Escena Game



Fuente: (Elaboración Propia)

## 8.5. Scripts Importantes

### 8.5.1 *Script ControllerUI*

Este script se encarga de los eventos generales de la aplicación, también se encarga de cargar la base de datos local; y al mismo modo verifica y genera compuestos.

Figura 23. Script ControllerUI

```
Script de Unity | 6 referencias
8 public class ControllerUI2 : MonoBehaviour
9 {
10     [SerializeField] private Slider slider;
11     private ElementosUI2 _elementosUI;
12     private GruposUI2 _gruposUI;
13     private LetreroUI _letrero;
14     private AudioSource _audioSource;
15     private GameObject _prefabElemento;
16     private GameObject _prefabGrupo;
17     private GameObject _introduccion;
18     public List<Grupo2> _grupos;
19
20     Mensaje de Unity | 0 referencias
21     private void Awake()...
22     // Start is called before the first frame update
23     Mensaje de Unity | 0 referencias
24     void Start()...
25
26     // Update is called once per frame
27     Mensaje de Unity | 0 referencias
28     void Update()...
29
30     1 referencia
31     public List<Elemento2> Verficar(List<string> listIds)
32     {
33         TextInfo ti = CultureInfo.CurrentCulture.TextInfo;
34         Elemento2 elemento = null;
35         string idGrupo = "";
36         List<string> elementoIds = ListaCompleta(listIds);
37         elementoIds.Sort();
38
39         if (ContarElementos(ClonarListaString(elementoIds)) == 2)...
40         if (ContarElementos(ClonarListaString(elementoIds)) == 3)...
41         if (elemento != null)...
42         leer(ListaCompleta(elementoIds));
43         return null;
44     }
45 }
```

Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.5.2 Script DatosElementos

Este script contiene las clases de objetos que maneja la aplicación y provee la estructura para leer el archivo JSON y a su vez lee y genera la lista de objetos del archivo JSON para ser cargados en el script anterior.

Figura 24. Script DatosElementos

```
2 referencias
7 public class DatosElementos
8 {
9     private string filePath;
10    private string jsonString;
11    private List<Grupo2> grupos;
12    public DatosElementos()
13    {
14        filePath = Application.dataPath + "/Files/data_elementos.json";
15        try{...}
37
38        Debug.Log(jsonString);
39        ListaGrupos2 listaGrupos = JsonUtility.FromJson<ListaGrupos2>(jsonString);
40        grupos = listaGrupos.grupos;
41    }
42
43    1 referencia
44    public List<Grupo2> Grupos { get => grupos; }
45    [System.Serializable]
46    42 referencias
47    public class Elemento2{...}
74
75    [System.Serializable]
76    27 referencias
77    public class Grupo2{...}
112
113    [System.Serializable]
114    5 referencias
115    public class ListaGrupos2{...}
123
124    2 referencias
125    public class StringSave{...}
```

Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.5.3 Script ElementoUI

Este script se encarga de modificar los elementos individuales, de la funcionalidad de arrastrar elementos, de los eventos de colisión de otros elementos, se encarga de generar y destruir elementos; y finalmente controla el botón que tiene cada elemento.

Figura 25. Script ElementoUI

```
Script de Unity | 17 referencias
5 public class ElementoUI2 : MonoBehaviour, IDragHandler, IEndDragHandler, IBeginDragHandler
6 {
7     public string _elementoId;
8     private Text _idText;
9     private Text _numero2Text;
10    private Text _nombreText;
11    private AudioSource _sonido;
12    private BrilloUI _brillo;
13    private bool _interfaz;
14    private ElementosUI2 _elementosUI;
15    private AreaCombinacion2 _area;
16    private Image _caja;
17    private int idFijo;
18    public int idActivo;
19    private bool _onDrag;
20    private bool bloqueado;
21    public bool _activo;
22    private bool _nuevo = false;
23
24    [UnityMessage] void Awake()...
25    [UnityMessage] void Start()...
26
27    0 referencias
28    public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData)...
29
30    0 referencias
31    public void OnDrag(PointerEventData eventData)...
32
33    0 referencias
34    public void OnEndDrag(PointerEventData eventData)...
35
36    [UnityMessage] private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision)...
37
38    [UnityMessage] private void OnTriggerStay2D(Collider2D collision)...
39
40    [UnityMessage] private void OnTriggerExit2D(Collider2D collision)...
41
42    1 referencia
43    public void LlenarDatos(Elemento2 elemento)...
44
45    1 referencia
46    public void LlenarDatos(Elemento2 elemento, int id)...
```

Fuente: (Elaboración Propia)

### 8.5.4 Script Área Combinación

Este script se encarga principalmente de generar una lista de elemento que estén unidos para verificarla si es una posible combinación y también gestiona el botón basura.

Figura 26. Script Área Combinación

```
Script de Unity | 2 referencias
5 public class AreaCombinacion2 : MonoBehaviour
6 {
7     private ControllerUI2 controllerUI;
8     private ElementosUI2 elementosUI;
9     private ElementoUI2[] elements;
10    private bool _activo;
11
12    Mensaje de Unity | 0 referencias
13    void Awake()...
14
15    Mensaje de Unity | 0 referencias
17    void Start()...
18    1 referencia
21    public bool Activo { get => _activo; set => _activo = value; }
22
23    0 referencias
24    public void Limpiar()...
25
26    2 referencias
33    public void EliminacionId(int id)...
34
35    1 referencia
47    public void VerificarCombinaciones(int id, ElementoUI2 e1)...
48
49    1 referencia
80    public void ActivarElemento(ElementoUI2 elemento)...
81
82    1 referencia
93    public void ActualizarNuevo(Elemento2 elemento)...
94
104 }
105
```

Fuente: (Elaboración Propia)

## 8.6. Base de Datos

La aplicación utiliza una base de datos local que se guarda en un archivo JSON, con la siguiente estructura que se muestra en la siguiente figura.



Figura 27. Archivo JSON

```
3  {
4  "idGrupo": "Nm",
5  "nombreGrupo": "Elementos No metales",
6  "colorCaja": "...",
12 "colorLetra": "...",
18 "activoGrupo": true,
19 "elementosGrupo": [
20   {
21     "idElemento": "H",
22     "nombreElemento": "hidrógeno",
23     "descripcion": "Hidrógeno, número atómico 1",
24     "numeroZ": 1,
25     "estadoOxidacion": [ -1, 1 ],
26     "metal": false,
27     "nombreParcial": "hidrógen",
28     "colorCaja": "...",
34     "colorLetra": "...",
40     "compuesto": [ "H" ],
41     "activo": true
42   },
43   {
44     "idElemento": "C",
45     "nombreElemento": "carbono",
46     "descripcion": "Carbono, número atómico 6",
47     "numeroZ": 6,
48     "estadoOxidacion": [ -4, 2, 4 ],
49     "metal": false,
50     "nombreParcial": "carbon",
51     "colorCaja": "...",
57     "colorLetra": "...",
63     "compuesto": [ "C" ],
64     "activo": true
65   },

```

Fuente: (Elaboración Propia)

## 8.7. Evaluación del Prototipo

### 8.7.1 Depuración del APK

Se depuro el APK y se corrigieron errores de compilación con Android Device Monitor una herramienta de Unity desde un dispositivo Android.

**Figura 28.** Android Device Monitor

The screenshot displays the Android Device Monitor application. The top toolbar includes icons for DDMS, File Explorer, Emulator, and System Info. The main window is divided into several panes:

- Devices:** Shows a single device named 'xiaomi-m2004 Online' with ID '10'.
- System Files:** A table listing system files with columns for Name, Size, Date, Time, Permissions, and Info.
- LogCat:** A log viewer showing messages with columns for L..., Time, PID, TID, Application, Tag, and Text.

Name	Size	Date	Time	Permissions	Info
> acct	0	2020-12-10	15:12	dr-xr-xr-x	
> apex	340	2020-12-10	15:12	drwxr-xr-x	
bin	11	2008-12-31	19:00	lrw-r--r--	-> /system...
bugreports	50	2008-12-31	19:00	lrw-r--r--	-> /data/us...
> cache	4096	2020-12-10	15:12	drwxrwx---	
charger	19	2008-12-31	19:00	lrw-r--r--	-> /system...
> config	0	1969-12-31	19:00	drwxr-xr-x	
> cust	4096	2020-06-17	10:16	drwxr-xr-x	
d	17	2008-12-31	19:00	lrw-r--r--	-> /svs/ker...

L...	Time	PID	TID	Application	Tag	Text
D	12-11 06:29:2...	1526	1526	?	SignalClus...	updateMobileTypeImage 0
I	12-11 06:29:2...	1526	1526	?	chatty	uid=1000(system) com.android.sys
D	12-11 06:29:2...	1526	1526	?	SignalClus...	updateMobileTypeImage 0
I	12-11 06:29:2...	573	1220	?	BufferQueu...	[StatusBar#0](this:0x7259fc3000, r: fps=0.66 dur=3017.72 max=3008 .20,min:16.24
I	12-11 06:29:2...	520	609	?	hwcomposer	[HWCDisplay] [Display_0 (type:1)
D	12-11 06:29:2...	1526	2012	?	MobileSign...	onSignalStrengthsChanged: Signal dma: cdmaDbm=2147483647 cdmaEcio Ecio=2147483647 evdoSnr=21474836 nalStrengthGsm: rssi=2147483647 evel=0 mLevel=0,mWcdma=CellSigna

Fuente: (Elaboración Propia)

## 9 Conclusiones

- Durante el desarrollo de la aplicación confirme que el aprendizaje de los diferentes nombres de los elementos y compuestos resulto algo difícil por su extensión y complejidad.
- El mecanismo de juego de esta aplicación puede que sea muy sencilla, pero durante el desarrollo comprendí la complejidad de esta, resulto dificultosa en comparación con otros proyectos que desarrolle en Unity.
- La implementación de una base de datos en un archivo JSON, bajo la dificultad gracias a que esta resulta fácil modificarla.

## **10 Recomendaciones**

- Para versiones futuras, se recomienda mejorar el rendimiento de la aplicación para obtener fluidez y reacciones más rápidas.
- Se recomienda implementar un sistema de control de versiones para mejorar la gestión y desarrollo de futuras versiones de esta aplicación.
- Para futuras versiones se recomienda agregar un historial de combinaciones para mejorar la experiencia de usuario.

## Bibliografía

- Azcona, R., Furió, C., Intxausti, S., & Álvarez, A. (2004). ¿ Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? Importancia de los prerrequisitos. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 40, 7–17.  
[http://www.cad.unam.mx/programas/anteriores/Diplomados\\_anteriores/Diplomado\\_CF\\_CN\\_SEIEM\\_2009/00/02\\_material/1a\\_generacion/mod7/archivos/Es posible aprender los cambios quimicos.pdf](http://www.cad.unam.mx/programas/anteriores/Diplomados_anteriores/Diplomado_CF_CN_SEIEM_2009/00/02_material/1a_generacion/mod7/archivos/Es posible aprender los cambios quimicos.pdf)
- Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, À., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E., & Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320–329.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2009000300004&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2009000300004&script=sci_abstract&tlng=en)
- De Jong, O., & Van Driel, J. (2004). Exploring the development of student teachers' PCK of the multiple meanings of chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(4), 477–491. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-4197-x>
- Galagovsky, L. R. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria:¿ Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, 4(1), 8–22.  
<https://www.redalyc.org/pdf/863/86340102.pdf>
- Garriz, A. (2012). Proyectos educativos recientes basados en la indagación de la química. *Educación Química*, 23(4), 458–464.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2012000400006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400006)

Jiménez, J. J. (2009). *Evolución e historia de la telefonía celular*. El Cid Editor | apuntes.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/unabsp/detail.action?docID=3181196>

las Heras del Dedo, R. de, & Álvarez García, A. (2018). *Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean*. Difusora Larousse - Anaya Multimedia.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/unabsp/detail.action?docID=5756885>

Mantilla, M. C. G., Ariza, L. L. C., & Delgado, B. M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20–35.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2570/257030546003.pdf>

Merino-Rubilar, C., Jara, R., Leyton, P., Paipa, C., & Izquierdo, M. (2014). Designing Problems to Learn Chemistry: A Toulminian Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2193–2197. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.542>

Ouazzani, I. (2012). *Manual de creación de videojuego con unity 3D*. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/16345>

Pinto-Cañón, G. (2004). Innovación educativa de la Química mediante recursos de la vida cotidiana. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 17, 54–58.  
[https://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Pinto3/publication/258118862\\_Innovacion\\_Educativa\\_de\\_la\\_Quimica\\_Mediante\\_Recursos\\_de\\_la\\_Vida\\_Cotidiana/links/00b49528337907b4b1000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Pinto3/publication/258118862_Innovacion_Educativa_de_la_Quimica_Mediante_Recursos_de_la_Vida_Cotidiana/links/00b49528337907b4b1000000.pdf)

Pun, J. K. H. (2019). Salient language features in explanation texts that students encounter in secondary school chemistry textbooks. *Journal of English for Academic Purposes*, 42, 100781. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeap.2019.100781>

Ramírez Regalado, V. M. (2014). *Química general*. Grupo Editorial Patria.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/unabsp/detail.action?docID=3228392>

Robledo Sacristán, C., & Fernández, D. R. (2011). *Programación en Android*. Ministerio de Educación de España.  
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/unabsp/detail.action?docID=3215450>

Semana. (2016). *¿Cuáles son las materias que más pierden los estudiantes?*  
<https://www.semana.com/educacion/articulo/cuales-son-las-materias-que-mas-pierden-los-estudiantes/465389>

Simkova, M. (2014). Using of Computer Games in Supporting Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 1224–1227. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.210>

Andrey Solovyev. (15 de Septiembre de 2017). *Los ácidos, iones y sales inorgánicos - La prueba*. Obtenido de  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.asmolgam.inorganicacids>

Andrey Solovyev. (14 de Septiembre de 2017). *Sustancias químicas: Química orgánica e inorgánica*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.asmolgam.chemicals>

Andrey Solovyev. (5 de Mayo de 2019). *Química*. Obtenido de  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chemistry>

Antonio Giarrusso. (19 de Mayo de 2015). *iQuímica™*. Obtenido de  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=it.droidtech.ichemistry>

BYRIL. (6 de Junio de 2019). *Doodle Alchemy*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.byril.alchemy&hl=es-419>

JoyBits Co. Ltd. (12 de Julio de 2019). *Doodle Devil™*. Obtenido de [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.joybits.doodledevil\\_pay](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.joybits.doodledevil_pay)

JoyBits Co. Ltd. (12 de Julio de 2019). *Doodle God™*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=joybits.doodlegod&hl=es-419>

NIAsoft. (21 de Abril de 2019). *Alquimia Clásica*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.niasoft.alchemyclassic&hl=es-419>

Recloak. (23 de Agosto de 2017). *Little Alchemy*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sometimeswefly.littlealchemy&hl=es-419>

Sirnic. (5 de Julio de 2017). *Atomas*. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sirnic.atomas>