



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL**

TEMA:

Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato.

AUTORES:

**Cevallos Domínguez, Marcos Enrique
Jiménez Rovira, Norman Gerardo**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
LICENCIADO EN ANIMACIÓN DIGITAL**

TUTOR:

PhD. Villota Oyarvide, Wellington Remigio

**Guayaquil, Ecuador
21 de febrero del 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Cevallos Domínguez, Marcos Enrique**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital**.

TUTOR

f. _____

PhD, Villota Oyarvide, Wellington Remigio.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Lic. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Jiménez Rovira, Norman Gerardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital**.

TUTOR

f. _____

PhD, Villota Oyarvide, Wellington Remigio.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Lic. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Cevallos Domínguez, Marcos Enrique**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato** previo a la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

f. _____

Cevallos Domínguez, Marcos Enrique



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Jiménez Rovira, Norman Gerardo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato** previo a la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

f. _____

Jiménez Rovira, Norman Gerardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Cevallos Domínguez, Marcos Enrique**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

f. _____

Cevallos Domínguez, Marcos Enrique



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Jiménez Rovira, Norman Gerardo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

f. _____

Jiménez Rovira, Norman Gerardo

REPORTE DE COMPILATIO

Guayaquil, 10 – 02 – 2025

Lcdo. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

Director

Carrera de Animación Digital

Presente

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software antiplagio COMPILATIO, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con los estudiantes: JIMENEZ ROVIRA NORMAN GERARDO y CEVALLOS DOMINGUEZ MARCOS ENRIQUE a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del **Trabajo de Integración Curricular** de los mencionados estudiantes.



Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**WELLINGTON
REMIGIO VILLOTA
OYARVIDE**

Villota Oyarvide, Wellington Remigio, PhD.

Docente Tutor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, guiarme y permitirme concluir esta etapa de mi vida con satisfacción. De manera especial, expreso mi gratitud a mis padres, Mariuxi y Marco, quienes me han acompañado incondicionalmente desde el día en que nací, inculcándome valores fundamentales para ser una persona íntegra. Gracias por su dedicación en mi educación, por brindarme siempre su apoyo y sus palabras de aliento en los momentos más difíciles; les estaré eternamente agradecido. Asimismo, extiendo mi reconocimiento a mi padrino Jaime Soriano por su apoyo incondicional, y a mi tía Mayra, mi tía Karina y Juan Carlos, por ofrecerme un hogar durante todos estos años. A mis dos hermanos, Daniela y Leonardo, por su constante respaldo, y a Canela, por ser quien siempre la primera en recibirme al llegar de la universidad. Agradezco también a mis compañeros de universidad y, de manera especial, a Michelle, Amy, Ponce y Elian, quienes se convirtieron en los mejores amigos que pude haber encontrado en esta etapa; sin ellos, sin duda, la experiencia no habría sido la misma. Un agradecimiento especial a Emilio Iturralde y a su familia por su apoyo en los últimos días de mi carrera. Finalmente, mi gratitud a Norman Jimenes por su amistad a lo largo de los años y por su perseverancia en nuestros proyectos, incluso frente a las dificultades.

Cevallos Domínguez, Marcos Enrique.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre guiándome y permitir que concluya este episodio de mi vida, a mi papá, quien ha demostrado que el sacrificio siempre lleva al camino correcto, a mi mamá quien siempre ha demostrado que el amor es inquebrantable, a mi hermana, quien a pesar de todo siempre me apoya, a Melissa por siempre permitirme contarle mis experiencias y ayudarme a sobrepasar malos momentos, a Girasol y a Amy que tuve el gusto de estar a su lado durante toda esta travesía, a toda mi promoción por aguantarme y permitirme vivir esta experiencia con ustedes, a los profesores por estar activamente pendientes de mí y a Luquitas quien fue un regalo del cielo y me permite disfrutar esa etapa de la vida una vez más. Pero, de manera muy particular, me gustaría agradecer inmensurablemente a Emilio Iturralde, quien hizo de este proyecto posible con su apoyo y sacrificio, a Santiago Arciniegas por siempre estar ahí cuando lo necesite, a Marcos Cevallos por no tirar la toalla cuando todo estuvo en contra nuestra.

Jiménez Rovira, Norman Gerardo.

DEDICATORIA

Este triunfo está dedicado a Dios, a mis padres Marco y Mariuxi a mis hermanos Daniela y Leonardo, por brindarme el apoyo incondicional de una u otra manera para ser posible este logro en mi vida. Y poder ser la guía de mis hermanos, para que ellos sigan mis pasos y obtengan logros en su vida. Sobre todo, quiero dedicar este trabajo de titulación a mí yo de futuro para que quede constancia irrefutable del arduo trabajo y sacrificio que di para lograr esta meta.

Cevallos Domínguez, Marcos Enrique.

DEDICATORIA

Aunque no estes aquí para ver esto, los deseos de los caídos y las esperanzas de los que vienen, Tata Manitu, Abuelita Marujita y Abuelo Norman me hubiera gustado que estuvieran aquí para poder ver como ese niño pequeño que alguna vez viste nacer ahora se está graduando de la universidad. A mi mamá y a mi papá por siempre apoyarme y confiar en mi responsabilidad en mis estudios. A mi abuelo para que pueda dejar todo en mis manos para el futuro. A Luquitas para poder ser un buen ejemplo para él y poderlo motivar cuando sea más grande. A Melissa por siempre estar pendiente de mí. A Links por ser parte constante en mi vida y estar ahí para las horas lúdicas. Pero sobre todo quiero dedicar este trabajo de titulación a mi futuro yo, como prueba irrefutable de que puedo lograr mis metas con sacrificio.

Jiménez Rovira, Norman Gerardo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

PhD. González Peñafiel, Alemania Emperatriz.
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Lic. Mite Basurto, Alberto Ernesto, Mgs.
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Sancán Lapo, Boris Alexis, Mgs.
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL**

CALIFICACIÓN

f. _____

PhD, Villota Oyarvide, Wellington Remigio.

TUTOR

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
Capítulo I: planteamiento de la problemática	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación del Problema	6
1.3 Objeto de estudio.....	7
1.4 Objetivo General.....	7
1.5 Objetivos Específicos.....	7
1.6 Justificación y delimitación.....	7
1.7 Marco Conceptual.....	11
1.7.1 Animación 3D en la Realidad Virtual	11
1.7.2 Realidad Virtual	13
1.7.3 Género de simulación en videojuego	15
1.7.4 Mecánicas	17
1.7.5 Psicología dentro de los videojuegos de simulación	19
1.7.6 Tecnologías utilizadas en simuladores de laboratorio.....	22
1.7.7 La electrólisis	24
1.7.8 Valoración ácido-base.....	26
Capítulo II: propuesta de intervención	28
2.1 Descripción del producto – Ficha técnica	28
2.1.1 Género del videojuego:	28
2.1.2 Descripción del juego:.....	28

2.2	Descripción del usuario – Público objetivo.....	29
2.2.1	Intereses y necesidades.....	29
2.2.2	Habilidades previas que se requieren	29
2.2.3	Entorno educativo	29
2.2.4	Uso de personal y autoaprendizaje	30
2.2.5	Beneficios para el público objetivo	30
2.2.6	Beneficios para las Instituciones educativas	30
2.3	Especificaciones técnicas.....	30
2.3.1	Módulo de Simulación Física y Química	35
2.4	Diseño artístico	35
2.5	Resumen de la historia	36
2.6	GDD de alto nivel.....	37
2.6.1	Alcance del juego.....	37
2.6.2	Gameplay y MDA	37
2.6.3	Control y Cámara	39
2.6.4	Niveles	40
2.6.5	GUI, Screen Flow, HUD	42
2.6.6	Audio	43
2.6.7	Narrativa.....	46
2.6.8	Misceláneos	49
2.7	Testeo.....	70
	CONCLUSIONES	73
	RECOMENDACIONES.....	75

REFERENCIAS 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del Hardware considerado para el proyecto.....	31
Tabla 2. Descripción del Software y contenido considerado para el proyecto	33
Tabla 3. Diseño de sonido del videojuego.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Uso del recurso de LOD (Level of Detail) en el videojuego War Thunder.	13
Figura 2. Gafas y controles de realidad virtual Meta Quest	15
Figura 3. Captura in-game de una cabina de SU-27 del videojuego War Thunder	17
Figura 4. Modelo 3D de un barco probando su hidrodinámica por medio de una simulación basada en partículas (SPH) Smoothed Particle Hydrodynamics	19
Figura 5. A la izquierda Norman Jimenez expositor del proyecto, derecha Luis Cascante beta tester del proyecto en etapa temprana	22
Figura 6. Botella con fluido creado con Niagara System de Unreal Engine 5	23
Figura 7. Montaje experimental para electrólisis	25
Figura 8. Montaje experimental para la valoración ácido-base	27
Figura 9. Modelo de bata de laboratorio con sus texturas hechas en el programa Adobe Substance 3D Painter	36
Figura 10. Sistema de reproducción de Sequencer	38
Figura 11. Sistema de botón interactuable.....	39
Figura 12. <i>Guía de control para el videojuego</i>	40
Figura 13. Mapa del juego.....	42
Figura 14. Screenflow del Juego.....	42
Figura 15. Pantalla de carga	44
Figura 16. Pantalla de victoria.....	44
Figura 17. Pantalla de derrota.....	45

Figura 18.	Pantalla de menú principal.....	45
Figura 19.	Bata de laboratorio.....	50
Figura 20.	Botiquín Médico	51
Figura 21.	Experimento de electrólisis	51
Figura 22.	Lavabo	52
Figura 23.	Cuadro de la tabla periódica	52
Figura 24.	Experimento de valoración ácido-base	53
Figura 25.	Puertas dobles	53
Figura 26.	Batidora de velocidades ajustables.....	54
Figura 27.	Balanza analítica.....	54
Figura 28.	Vaso de precipitado	55
Figura 29.	Desecador con llave al vacío	55
Figura 30.	Destilador de laboratorio	56
Figura 31.	Matraz.....	56
Figura 32.	Frigorífico	57
Figura 33.	Graduador cilindro química	57
Figura 34.	Repisa de laboratorio.....	58
Figura 35.	Microscopio químico	58
Figura 36.	Prensa.....	59
Figura 37.	Silla	59
Figura 38.	Tubo de ensayo	60
Figura 39.	Soporte para tubos de ensayo	60
Figura 40.	Limpiador ultrasónico.....	61

Figura 41. Mezclador de vórtice	61
Figura 42. Baño de agua.....	62
Figura 43. Ventana.....	62
Figura 44. Mesa de trabajo	63
Figura 45. Experimento valoración ácido-base	63
Figura 46. Simular líquidos valoración ácido-base.....	64
Figura 47. Uso de Sequencer en Unreal Engine 5.....	64
Figura 48. Experimento electrólisis	65
Figura 49. Simulación de cables en electrólisis.....	65
Figura 50. Puesta en Escena Experimentos	66
Figura 51. Explicación vfx líquidos	66
Figura 52. Layout de nivel	67
Figura 53. Layout fuera de nivel.....	67
Figura 54. Escritorio y props	68
Figura 55. Señal de Extintor.....	68
Figura 56. Señal de salida de emergencia	69
Figura 57. Presentación del gameplay.....	70
Figura 58. Luis Cascante testeando el videojuego.....	71
Figura 59. Emilio Iturralde testeando el videojuego	72

RESUMEN

El presente trabajo de titulación desarrolla un simulador de realidad virtual (VR) para la realización de experimentos de química inorgánica, dirigido a estudiantes de primero de bachillerato, con el propósito de mejorar la enseñanza de esta disciplina mediante la integración de tecnologías emergentes. Se parte de la problemática de la falta de infraestructura adecuada en laboratorios escolares, los riesgos inherentes a la manipulación de sustancias químicas y la necesidad de metodologías innovadoras que fomenten la comprensión y el interés por la química. Como solución, se plantea un videojuego educativo en VR que simula un laboratorio de química, permitiendo a los estudiantes interactuar con materiales y desarrollar experimentos como la electrólisis y la valoración ácido-base en un entorno seguro e inmersivo. La metodología aplicada incluye el uso del motor gráfico Unreal Engine 5 para la creación de entornos tridimensionales interactivos, así como la implementación de dispositivos de realidad virtual como Meta Quest para maximizar la experiencia de inmersión. Los resultados esperados incluyen un aumento en la motivación y comprensión de los conceptos químicos, así como la optimización de recursos educativos al reducir la dependencia de laboratorios físicos. En síntesis, este proyecto busca innovar en la enseñanza de la química a través de la realidad virtual, proporcionando una herramienta interactiva que refuerza el aprendizaje práctico y promueve el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.

Palabras claves: *Videojuego, realidad virtual, simulador, química inorgánica, electrólisis, valoración ácido-base, enseñanza, estudiantes*

ABSTRACT

The present degree project develops a virtual reality (VR) simulator for carrying out inorganic chemistry experiments, aimed at first-year high school students, with the purpose of improving the teaching of this discipline through the integration of emerging technologies. It starts from the problem of the lack of adequate infrastructure in school laboratories, the risks inherent in the manipulation of chemical substances and the need for innovative methodologies that promote understanding and interest in chemistry. As a solution, an educational VR video game is proposed that simulates a chemistry laboratory, allowing students to interact with materials and develop experiments such as electrolysis and acid-base titration in a safe and immersive environment. The applied methodology includes the use of the Unreal Engine 5 graphics engine for the creation of interactive three-dimensional environments, as well as the implementation of virtual reality devices such as Meta Quest to maximize the immersion experience. The expected results include an increase in motivation and understanding of chemical concepts, as well as the optimization of educational resources by reducing dependence on physical laboratories. In summary, this project seeks to innovate in the teaching of chemistry through virtual reality, providing an interactive tool that reinforces practical learning and promotes the development of scientific skills in students.

Keywords: *Video game, virtual reality, simulator, inorganic chemistry, electrolysis, acid-base titration, teaching, students*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en el nivel de bachillerato enfrenta múltiples desafíos, entre ellos, la falta de infraestructura adecuada para la realización de prácticas experimentales y los riesgos inherentes al manejo de sustancias químicas. En este contexto, la incorporación de la realidad virtual (RV) como herramienta educativa representa una alternativa innovadora para mejorar la experiencia de aprendizaje.

La química está presente en múltiples aspectos de la vida cotidiana, desde el uso de combustibles en los vehículos hasta la formulación de medicamentos. También desempeña un papel fundamental en la cocina y en el funcionamiento del cuerpo humano, ya que muchas de sus funciones biológicas y mentales dependen de procesos químicos. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2017).

El alcance de las tecnologías emergentes es tan amplio que las instituciones educativas deben planificar una manera de integrarlas en su metodología de enseñanza. (Cordero & León, 2020) sugieren que “En los últimos años, el sistema educativo de las instituciones educativas ha evolucionado visiblemente y obliga a los docentes a ir modificando su forma de incentivar a los estudiantes para que generen sus propios conocimientos.”

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, podemos deducir que el desarrollo de un simulador de realidad virtual orientado a la enseñanza de la química inorgánica es una herramienta innovadora con gran potencial educativo. No solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también permite la realización de experimentos de electrólisis y valoración ácido-base en un entorno seguro e inmersivo. A su vez, la integración de tecnologías emergentes en el ámbito educativo aporta a la optimización del aprendizaje práctico, ofreciendo una alternativa accesible a la falta de laboratorios físicos y minimizando los riesgos asociados a la manipulación de sustancias químicas.

El desarrollo del simulador se ha basado en principios de gamificación y aprendizaje interactivo, lo que permite una mayor participación del estudiante en su propio proceso formativo.

“Los entornos de aprendizaje gamificados no solo hacen que el proceso educativo sea más atractivo, sino que también mejoran la retención de información y el interés en los temas tratados. Un estudio de la Universidad de Colorado reveló que los estudiantes en cursos gamificados mostraron un 90% de aumento en la retención y un 60% en la participación”. (Atlantis University, (s.f))

La integración de tecnologías como Unreal Engine 5 y dispositivos de RV de última generación optimiza la experiencia educativa al ofrecer gráficos de alta fidelidad y mecánicas de juego realistas.

A través de este proyecto, se plantea una alternativa innovadora para mejorar la enseñanza de la química inorgánica, alineada con las necesidades de la educación del siglo XXI y el uso de tecnologías emergentes en el aula.

Capítulo I: planteamiento de la problemática

1.1 Planteamiento del problema

La tecnología de realidad virtual constituye un recurso avanzado que fortalece la enseñanza y el aprendizaje en diversas disciplinas, incluida la química. Su integración en entornos educativos permite la simulación de laboratorios, brindando a los estudiantes una experiencia inmersiva y segura para la experimentación. Lejos de reemplazar el rol del docente, esta tecnología actúa como un complemento pedagógico que facilita la instrucción y el aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes interactuar con conceptos complejos de manera práctica y significativa dentro de un entorno controlado y dinámico (Magallanes , Rodríguez, Carpio, & López, 2021).

La realidad virtual es una gran herramienta para el sistema educativo tanto básico como universitario, el hecho de poder introducirse más allá de los libros y las explicaciones de los profesores es algo extraordinario, la masificación y creación de contenido educativo ayuda a reducir los altos costos que implica esta tecnología (Magallanes , Rodríguez, Carpio, & López, 2021).

Los videojuegos son herramientas interactivas y sociales de aprendizaje, con las que los usuarios pueden jugar, participar, comunicarse y aprender, creando y sacando partido de los contenidos (Solano & Santacruz, 2016).

Conforme al anexo de la presente investigación, se evidencia una creciente preocupación entre los docentes de las áreas científicas debido al declive del interés, particularmente en los estudiantes de bachillerato, por la materia de Química.

Los materiales de química no siempre están disponibles en un espacio adecuado para su uso, debido a diversos inconvenientes, tales como la

dificultad para conseguir materiales apropiados y de buena calidad, o la ausencia de un área con el espacio mínimo recomendado para su manipulación. Estas limitaciones pueden afectar significativamente el proceso de aprendizaje y, más importante aún, la seguridad de los propios estudiantes y docentes.

Es fundamental que los estudiantes cuenten con conocimientos previos en el área que están estudiando. En el caso de la química, la exploración de un laboratorio resulta clave para profundizar en la comprensión de esta disciplina y evitar la pérdida de interés, lo que podría impactar negativamente en su desempeño académico.

El desarrollo de un videojuego basado en realidad virtual permite la creación de un entorno completamente controlado, eliminando posibles repercusiones negativas en la salud de los usuarios. Esto representa una ventaja significativa en comparación con la experimentación en un laboratorio de química físico que carezca del equipamiento adecuado o que no cumpla con las normativas de seguridad establecidas, ya que en estos espacios se manipulan materiales potencialmente peligrosos. La implementación de la realidad virtual en este contexto no solo garantiza la seguridad de los estudiantes, sino que también facilita el aprendizaje a través de la simulación interactiva de procesos químicos en un entorno inmersivo y libre de riesgos.

El acceso a laboratorios de química con el equipamiento requerido y adecuado para la experimentación representa un desafío recurrente en numerosas instituciones educativas. Entre los obstáculos principales se encuentran la disponibilidad limitada de materiales, el obtener reactivos y equipos de calidad se dificulta, así como la carencia de espacios apropiados para su completa manipulación. Estas restricciones se ven reflejadas como barreras significativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de química, lo que puede ocasionar una experiencia académica deficiente y afectar tanto la comprensión teórica como en la práctica para representar los conocimientos adquiridos.

La insuficiencia de una infraestructura adecuada no solo restringe la posibilidad de realizar experimentos fundamentales para la formación de los estudiantes, sino que también compromete un punto muy importante que es la seguridad de estos y de los docentes. La exposición a sustancias químicas sin las condiciones de seguridad necesarias incrementa en gran medida el riesgo de accidentes, lo que conlleva a la reducción o eliminación de experimentar en entornos reales. Todo esto genera que el aprendizaje se vea limitado a solo la transmisión de conceptos teóricos, evitando la práctica en el área, lo que dificulta una comprensión a profundidad y reduce la motivación de los estudiantes por la disciplina.

Como medida, se desea presentar una herramienta integrando tecnologías emergentes, como lo es la realidad virtual, esto como una medida alterna e innovadora para mitigar estas limitaciones. La implementación de un simulador de laboratorio de química en realidad virtual posibilita la inmersión en entornos interactivos, seguros y controlados, abriendo un gran abanico de posibilidades, permitiendo a los estudiantes replicar experiencias experimentales sin los riesgos inherentes a la manipulación de sustancias químicas en laboratorios físicos. A su vez, esta herramienta fomenta el aprendizaje autónomo, incrementa el interés por la disciplina y contribuye a mejorar el rendimiento académico.

Por todo esto, resulta esencial evaluar la viabilidad y el impacto de la incorporación de un videojuego simulador en realidad virtual orientado a la experimentación química interactiva, con el propósito de optimizar la enseñanza de esta disciplina y proporcionar un entorno seguro y accesible para la formación de los estudiantes.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo puede el simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato promover el fortalecimiento del conocimiento en esta disciplina?

1.3 Objeto de estudio

Elaboración de un demo de videojuego simulador de realidad virtual basado en un laboratorio de química para reforzar el aprendizaje en esta disciplina.

1.4 Objetivo General

Desarrollar un demo de simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato, con la finalidad de fortalecer su comprensión y habilidad práctica en el laboratorio.

1.5 Objetivos Específicos

- Identificar las prácticas de química inorgánica que representan mayor dificultad para los estudiantes de primero de bachillerato, mediante la revisión de guías de laboratorio y entrevista a docentes.
- Explorar y definir las mecánicas de interacción y navegación apropiadas para un simulador de realidad virtual, enfocadas en las prácticas de electrólisis y valoración ácido-base propias de la química inorgánica.
- Desarrollar un demo funcional que integre dichas mecánicas y demuestre el potencial del simulador para ayudar a tener una nueva experiencia de aprendizaje, aportando claridad en la presentación de los experimentos.
- Testear preliminarmente el prototipo mediante pruebas piloto con estudiantes, recopilando retroalimentación para futuras mejoras.

1.6 Justificación y delimitación

La integración de la tecnología en las actividades diarias ha modificado significativamente los procesos de interacción y comunicación entre los individuos a escala global. Por esta razón, resulta fundamental desarrollar un videojuego en realidad virtual que integre educación y tecnología como medio

para reforzar conocimientos adquiridos previamente, esto ayudaría a propiciar un ambiente interactivo y seguro para los estudiantes de bachillerato.

Según Diego Levis (2006), la realidad virtual se define como una base de datos interactiva capaz de generar una simulación multisensorial en tiempo real, que el usuario puede explorar, visualizar y manipular, proporcionando una sensación de presencia en el entorno informático. Levis identifica tres niveles de interacción en la realidad virtual: pasivo, exploratorio e interactivo. Estas fases permiten al programador diseñar experiencias que varían desde la simple observación hasta la interacción completa dentro de un entorno virtual (Levis, 2006).

De acuerdo con Radianti et al. (2020), el uso de la realidad virtual ha evidenciado un impacto positivo en la retención del conocimiento y la motivación de los estudiantes en distintas áreas, incluidas las ciencias naturales. La investigación destaca que las experiencias inmersivas favorecen el aprendizaje activo y contribuyen a una comprensión más profunda de conceptos abstractos (Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020).

Cabe destacar que el uso de la realidad virtual enfocada en la educación siempre suele estar enfocada más en la parte pedagógica mas no en el entretenimiento, lo que limita el nivel de involucramiento de los estudiantes. Al priorizar únicamente los aspectos académicos, se pierde la oportunidad de aprovechar el potencial lúdico de esta tecnología, el cual podría fomentar una mayor motivación, creatividad y retención de conocimientos. Integrar elementos de entretenimiento en experiencias educativas inmersivas no solo haría el aprendizaje más atractivo, sino que también podría facilitar la comprensión de conceptos complejos mediante la interacción y la experimentación en entornos virtuales.

A nivel global se ha demostrado que la implementación de tecnologías emergentes tales como la realidad virtual han demostrado un gran impacto en la praxis profesional y en el nivel educativo de tanto estudiantes como

docentes lo que sitúa a este proyecto como futura referencia a desarrolladores para ser utilizado como base.

En el Ecuador existe una gran cantidad de limitaciones a la hora de querer aprender lo práctico en el área de química puesto que esto abarca problemas tales como mala infraestructura, medidas de seguridad en los laboratorios, la falta de interés en los estudiantes etc. Estas complicaciones juegan un rol importante en la vida cotidiana en los estudiantes de bachiller quienes empiezan a perder el interés en las prácticas lo cual se ve reflejado en sus notas.

Según el Blgo Dimitri Piedra, uno de los temas más desafiantes para los estudiantes de primer año de bachillerato es la química básica, en particular la química inorgánica. Dentro de esta área, los conceptos más complejos para los alumnos incluyen las valencias químicas y la tabla periódica. Piedra destaca que la tabla periódica es un pilar fundamental en el aprendizaje de la química, ya que gran parte de los ejercicios y problemas requieren su uso como referencia. Asimismo, explica que esta se divide en distintas secciones, que incluyen metales, no metales y gases, cada una con características específicas que deben estudiarse en profundidad, como sus propiedades, valencias y clasificación en grupos (Piedra, 2024).

Como recomendación, sugiere que el juego incorpore una tabla periódica interactiva que permita a los estudiantes consultar información relevante sobre los elementos y sus propiedades. Este recurso serviría como una herramienta de apoyo visual que facilitaría la comprensión estructurada de los conceptos fundamentales (Piedra, 2024).

Por otro lado, Piedra señala que los experimentos de química básica realizados en los laboratorios escolares no siempre son suficientes para que los estudiantes adquieran un entendimiento completo de la materia. Esto se debe a las limitaciones en el acceso a instrumentos y a la infraestructura inadecuada en muchos centros educativos. Un ejemplo es la valoración ácido-base, un experimento común en bachillerato, pero que resulta complejo para

los alumnos debido a la falta de conocimientos previos y a las restricciones de seguridad, lo que limita su ejecución a procedimientos básicos (Piedra, 2024).

Finalmente, enfatiza la importancia de una educación progresiva en química, ya que el aprendizaje de esta disciplina es acumulativo. Si un estudiante enfrenta dificultades en primer año de bachillerato, es probable que dichas deficiencias afecten su desempeño en segundo año y cursos posteriores, generando un impacto negativo en su formación científica. Por esta razón, considera que la implementación de medidas alternativas de enseñanza, como el uso de simuladores virtuales, podría ser una solución eficaz para fortalecer la comprensión de la química básica y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes (Piedra, 2024).

De acuerdo con el Ing. Químico José Miguel Lucas los estudiantes llegan desde básica superior sin conocimientos previos en el área de química, al alcanzar primero de bachillerato se les dificulta aprender los símbolos químicos, el tener a la mano los recursos necesarios para aprender la materia no es lo suficientemente atractivo ni practico como tener buenas bases en la asignatura. El no tener un buen conocimiento de la tabla periódica les dificulta aprender la clasificación de los elementos químicos por grupos, esto provoca que los estudiantes no puedan realizar formulas químicas, a su vez al ser un conocimiento acumulativo, les perjudica al realizar prácticas en un laboratorio (Lucas, 2025).

Uno de los factores fundamentales que limita la realización de experimentos de química, incluso aquellos de carácter básico, es la insuficiencia de infraestructura adecuada. Para garantizar la seguridad en el entorno de laboratorio, es imprescindible contar con instalaciones que cumplan con los estándares requeridos, incluyendo una distribución óptima del espacio, sistemas de extracción de gases, duchas de emergencia y materiales de alta calidad. La ausencia de estos elementos no solo dificulta el desarrollo de prácticas experimentales, sino que también representa un riesgo significativo para la salud tanto de los estudiantes como del personal docente (Lucas, 2025).

1.7 Marco Conceptual

Utilizando de base todo lo ya mencionado se procederá a la definición de mayor profundidad de los temas a ser tratados.

1.7.1 Animación 3D en la Realidad Virtual

La animación 3D en la realidad virtual (VR) es una disciplina que combina modelado tridimensional, simulación física y renderizado en tiempo real para crear entornos interactivos inmersivos. En el contexto de simuladores educativos, como en este caso el de un laboratorio de química en VR, la animación 3D desempeña un papel esencial en la representación precisa de fenómenos físicos y químicos, así como en la interacción realista con los objetos virtuales.

El desarrollo de esta tecnología implica la integración de diversas áreas, incluyendo gráficos computacionales, inteligencia artificial y percepción humana, con el objetivo de proporcionar experiencias interactivas de alta fidelidad.

La animación 3D en entornos de realidad virtual debe cumplir con ciertos principios fundamentales para garantizar una experiencia inmersiva y natural. Estos principios incluyen la coherencia visual, la latencia reducida y la interacción fluida con los objetos virtuales. Para el desarrollo del simulador de realidad virtual de laboratorio de química se es requerido seguir una serie esquemas de los cuales abarcan:

- **Modelado y Rigging**

El modelado 3D es el proceso de creación de representaciones tridimensionales de objetos o personajes mediante software especializado, como Blender, Autodesk Maya o 3ds Max. El programa utilizado para este proyecto fue Autodesk Maya puesto que es el estándar de la industria en 3D y genera los modelos 3D con mayor precisión y topología. Posteriormente, se realiza el rigging, que consiste en la creación de un sistema esquelético que

permite la manipulación y animación del modelo mediante articulaciones y controladores.

- **Optimización de Animaciones para Realidad Virtual**

Dado que la realidad virtual requiere una tasa de actualización de al menos noventa FPS (Fotogramas por segundo) para evitar mareos y latencia, la optimización de las animaciones es un factor crucial en el desarrollo de experiencias VR.

- **Reducción de la Carga Computacional**

Para minimizar el impacto en el rendimiento del sistema, se emplearon estrategias como:

- **LOD (Level of Detail):** Reducción progresiva del detalle de los modelos en función de la distancia al usuario.
- **Oclusión de objetos no visibles (Frustum Culling y Occlusion Culling):** Eliminación de elementos fuera del campo de visión para optimizar el procesamiento gráfico.
- **Uso eficiente de texturas y materiales:** Implementación de mapas sin cargas de materiales y texturas optimizadas para reducir el consumo de memoria sin afectar la calidad visual.

Si no se llega a usar correctamente los esquemas ya mencionados pueden traer consecuencias tales como:

- **Problemas de latencia:** Si la animación no se actualiza en tiempo real, puede generar desincronización y afectar la inmersión.
- **Fatiga visual y mareo (Motion Sickness):** Movimientos inconsistentes o bruscos pueden generar malestar en los usuarios.
- **Carga computacional:** La eficiencia en el procesamiento en tiempo real de gráficos y animaciones depende de una gestión óptima de los recursos computacionales. El uso de modelos con una topología

ineficiente y un número excesivo de vértices puede generar una sobrecarga en el software, lo que puede derivar en una disminución significativa de la tasa de fotogramas por segundo (FPS) e, incluso, en la inestabilidad o colapso del sistema. Para evitar estos inconvenientes, es fundamental optimizar la geometría de los modelos y emplear técnicas de reducción de carga computacional, garantizando así un rendimiento estable y fluido en entornos de realidad virtual.

Figura 1.

Uso del recurso de LOD (Level of Detail) en el videojuego War Thunder.



Nota. Adaptado de CDK de War Thunder el 29 de marzo de 2016 por Gaijin Entertainment.

1.7.2 Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV), identificada por sus siglas, constituye una tecnología inmersiva que facilita la simulación de entornos tridimensionales a través de la interacción con sistemas computarizados. Esta tecnología se fundamenta en principios de gráficos por computadora, modelado tridimensional y percepción sensorial, proporcionando una experiencia que puede ser explorada en tiempo real mediante dispositivos especializados.

La RV posee la capacidad de generar entornos representados en escenarios ficticios o simulados con una apariencia altamente realista, lo que permite trasladar al usuario a cualquier lugar o situación deseada, simulando la presencia en dicho entorno. A través de esta tecnología, conformamos en su totalidad el videojuego en un entorno totalmente digital en este caso sería un laboratorio de química totalmente digitalizado que cumpla todas las bases ya antes mencionadas.

“Las 3 características fundamentales que definen la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son: posibilidad de tiempo real, que permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia dónde dirigir la mirada; inmersión completa por el interior del mismo, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual; e interacción con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc. Se posibilita así al usuario para elementos del mundo virtual recibiendo, a su vez, una respuesta del mundo 3D, a través de sus sentidos.” (Pérez, 2011).

En la actualidad, uno de los métodos más frecuentes para acceder a un entorno de realidad virtual es mediante el uso de dispositivos específicamente diseñados para este fin. Entre los más comunes se encuentran los visores de realidad virtual, que incluyen modelos de marcas reconocidas en el mercado, tales como Oculus Quest 2, Oculus Rift S, Oculus Go, PlayStation VR y HTC Vive VR. En este contexto, se ha optado por los dispositivos Meta Quest debido a su capacidad para ejecutar software dentro del motor del juego.

“Hay sectores como el de la salud o la educación, donde las ventajas de usar entornos virtuales ecológicos, controlables y parametrizables que proporcionan las aplicaciones de realidad virtual, es altísima. Por ejemplo, para la formación especializada y el entrenamiento en procedimientos complejos (simulación de intervenciones quirúrgicas, entrenamiento con materiales peligrosos, etc), o incluso para el diagnóstico y tratamiento de

enfermedades mentales, donde son cada vez más los laboratorios y clínicas que se están sumando al uso de estas tecnologías para su aprovechamiento médico y para mejorar la salud de las personas.” (PixelsHub, 2024).

Figura 2.

Gafas y controles de realidad virtual Meta Quest



Nota. Meta Quest, equipamiento utilizado para el desarrollo del videojuego.

1.7.3 Género de simulación en videojuego

El género de simulación en los videojuegos se distingue por la recreación interactiva de sistemas, fenómenos o actividades con diversos grados de fidelidad y complejidad, que va desde las físicas a los comportamientos reales de los objetos que conforman en la simulación. Su objetivo central radica en ofrecer una experiencia inmersiva que puede ser empleada con fines educativos, de entretenimiento o de capacitación. Este enfoque permite a los usuarios interactuar con entornos virtuales que replican dinámicas específicas, facilitando la comprensión, el aprendizaje o la práctica de habilidades en un contexto controlado y adaptable.

El género de simulación abarca diversas subcategorías, entre las cuales destacan:

- **Simulación de vida:** Reproducen aspectos biológicos, sociales o psicológicos de organismos o comunidades. Ejemplos notables incluyen simuladores de ecosistemas, como *SimLife*, o de vida cotidiana, como *The Sims*.
- **Simulación de gestión y estrategia:** Enfocados en la administración de recursos y planificación estratégica, como los juegos de construcción de ciudades (*SimCity*), gestión de empresas (*RollerCoaster Tycoon*) o control de civilizaciones (*Civilization*).
- **Simulación de vehículos:** Recrean la conducción o el pilotaje de automóviles, aviones, trenes o naves espaciales, con distintos grados de realismo. Ejemplos incluyen: *Microsoft Flight Simulator* y *Gran Turismo*.
- **Simulación médica y científica:** Utilizados en entornos educativos o de entrenamiento profesional, estos juegos permiten la experimentación con procedimientos médicos (*Surgeon Simulator*) o la recreación de fenómenos científicos (*Universe Sandbox*).

En el caso específico de este videojuego se basará en el género de Simulación científica, puesto que se usarán instrumento simulados Químicos y la infraestructura realista de un laboratorio químico.

Los videojuegos de simulación han trascendido el ámbito del entretenimiento para convertirse en herramientas valiosas en la educación, la formación profesional y la investigación. En el sector profesional, se emplean en la capacitación de pilotos, médicos, ingenieros y otros especialistas mediante simuladores avanzados que minimizan riesgos y optimizan el aprendizaje.

En el ámbito académico, facilitan la enseñanza de conceptos complejos a través de la experimentación práctica, un aspecto fundamental para la comprensión de principios químicos, la visualización de reacciones a nivel molecular y el desarrollo de habilidades analíticas en un entorno seguro y controlado. Este simulador permitiría a los estudiantes manipular sustancias y observar fenómenos sin riesgos, promoviendo un aprendizaje interactivo y reforzando la aplicación del método científico en la resolución de problemas.

Figura 3.

Captura in-game de una cabina de SU-27 del videojuego War Thunder



Nota. Adaptado de ¡La cabina del Su-27 Flanker se ve bastante bien!, R3dth1ng, 2012, Reddit

(https://www.reddit.com/r/Warthunder/comments/18g5m01/su27_flanker_cockpit_loks_pretty_neat_i_love).

1.7.4 Mecánicas

En los videojuegos se consideran varios factores como el apartado artístico, banda sonora y mecánicas, esta última en los videojuegos de simulación están diseñadas para replicar con precisión las interacciones presentes en el sistema simulado, por lo que es de suma importancia gestionar a profundidad las mecánicas utilizadas en este videojuego.

Varias de estas mecánicas que se llegaron a utilizar son:

- **Física realista:** se implementa una simulación de dinámica realista que incluye gravedad, colisiones y otros principios físicos. Esto permite un control preciso de los elementos visuales y su comportamiento dentro

del entorno virtual. Por ejemplo, si el usuario sujeta un matraz y lo suelta, este caerá al suelo siguiendo las leyes de la física, replicando su movimiento y reacción de manera precisa.

- **Modelado de sistemas dinámicos:** Se representa la evolución de variables en función del tiempo, incluyendo fenómenos como el flujo y la mezcla de líquidos, cambios de composición y de fase inducidos por el calor, y reacciones químicas. Estos procesos pueden simularse en el entorno digital a través de experimentos preestablecidos dentro del laboratorio virtual, siempre y cuando el usuario siga correctamente los procedimientos establecidos.
- **Interacción basada en reglas y algoritmos:** Se emplean modelos matemáticos y lógicos para determinar la respuesta del entorno a las acciones del usuario, replicando comportamientos naturales o artificiales. En los experimentos, estos modelos permiten simular cambios en valores numéricos tanto digitales como analógicos, reflejando variaciones en propiedades como la densidad y la temperatura de los agentes químicos utilizados.
- **Manipulación de entornos y experimentación:** Los usuarios pueden modificar variables y observar sus efectos en el sistema, fomentando el aprendizaje mediante la experimentación y el método de prueba y error. Para garantizar una experiencia segura y controlada, el laboratorio virtual incorpora medidas de seguridad que evitan la pérdida de objetos en el entorno digital.

Si el usuario vierte un líquido incorrectamente en un recipiente, el sistema restablecerá su posición y contenido.

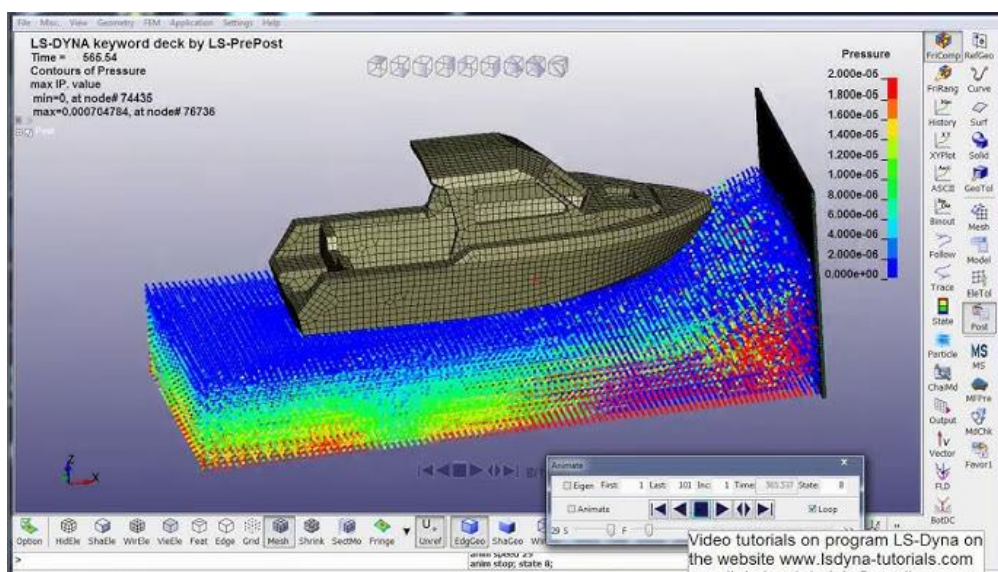
Si un objeto es soltado en una ubicación inadecuada (como el suelo), se resaltarán en rojo y volverá automáticamente a su posición original.

Todas estas mecánicas serán utilizadas para que el usuario experimente y comprenda de manera inmersiva los principios fundamentales de la química inorgánica en un entorno virtual seguro e interactivo. Al combinar física realista, modelado de sistemas dinámicos, interacción basada en reglas y

manipulación del entorno, el simulador permitirá a los estudiantes realizar experimentos con precisión y sin riesgos, fomentando el aprendizaje mediante la exploración y el método de prueba y error. De esta manera, se busca mejorar la comprensión teórica y práctica de los procesos químicos, optimizando la enseñanza a través de la tecnología de simulación.

Figura 4.

Modelo 3D de un barco probando su hidrodinámica por medio de una simulación basada en partículas (SPH) Smoothed Particle Hydrodynamics



Nota. Adaptado de Modeling the impact of SPH waves on the boat in the LS-DYNA.

Video tutorial (incomplete), LS-Dyna tutorials, 2019, Youtube

(<https://youtu.be/iGaRXDErwo?si=ZfaRVyXD-slksxO>).

1.7.5 Psicología dentro de los videojuegos de simulación

La psicología en los videojuegos de simulación juega un papel fundamental en la experiencia de aprendizaje y en la retención del conocimiento. Estos entornos virtuales están diseñados para estimular procesos cognitivos clave, como la resolución de problemas, la toma de decisiones y el aprendizaje basado en la experimentación.

“La clave para los juegos y el desarrollo cognitivo de los estudiantes radica en una comprensión profunda de cómo las actividades de juego influyen en el crecimiento intelectual de los adolescentes.” (Guaman M., Espinoza A., Sánchez J., & Sánchez E., 2024).

Los videojuegos de simulación científica se basan en principios del aprendizaje experiencial y del constructivismo, donde el usuario adquiere conocimientos a través de la interacción activa con el entorno. En lugar de recibir información de manera pasiva, el jugador construye su comprensión mediante la manipulación de variables y la observación de sus efectos en tiempo real. Esta metodología favorece la consolidación del conocimiento a largo plazo y permite la transferencia de habilidades a contextos del mundo real.

“El término simulación se refiere a una herramienta interactiva que permite capacitar y entrenar a los participantes en un entorno muy similar al real. En él los participantes pueden analizar opciones, ejecutar procedimientos, tomar decisiones y equivocarse las veces necesarias para aprender de los errores.” (Esquivel & Marrujo, 2010).

En disciplinas como la química, donde los errores pueden tener consecuencias graves en un laboratorio real, la simulación proporciona un entorno seguro para la experimentación. Esto reduce la ansiedad del error, permitiendo que los estudiantes exploren y corrijan equivocaciones sin temor a consecuencias peligrosas. Al reducir la carga cognitiva asociada al miedo al fracaso, los usuarios pueden centrarse en el razonamiento científico y la optimización de sus estrategias experimentales.

La implementación de realidad virtual (VR) en videojuegos de simulación científica aumenta la sensación de presencia en el entorno digital. Esto mejora la inmersión del usuario y su nivel de concentración, lo que facilita la absorción del conocimiento. Estudios en neurociencia han demostrado que los entornos altamente inmersivos potencian la memoria espacial y

procedimental, lo que se traduce en una mejor retención del contenido aprendido.

“Jugamos a los videojuegos en espacios que pueden ser públicos o privados, en casa o en un cibercafé, y, sobre todo, varias tipologías de lugares y diferentes modalidades de videojugar. Compartir estos espacios para los videojugadores, entendiendo estos espacios como lugares para la socialización del conocimiento entre ellos y lugar donde tener la oportunidad de expresar las emociones reales en un contexto virtual.” (Belli & López, 2008).

Teniendo en cuenta toda esta información se puede decir que la psicología en los videojuegos de simulación científica es un factor determinante en su efectividad como herramienta educativa. A través de la inmersión, la motivación, la reducción de la ansiedad y la estimulación del pensamiento crítico, estos entornos optimizan el aprendizaje de conceptos complejos en ciencias. Al aprovechar principios psicológicos y pedagógicos, se logra una experiencia más efectiva, accesible y atractiva para los estudiantes, preparando el camino para su aplicación en contextos educativos y profesionales reales a su vez que los usuarios no sufran ningún riesgo tanto físicos como psicológicos en la simulación digital del laboratorio.

“Los videojuegos producen grandes cambios (en su mayoría, beneficiosos) en el funcionamiento cognitivo de las personas. Además, también producen mejoras en las habilidades motoras y cada vez más, se están utilizando en la rehabilitación de pacientes que han sufrido apoplejía (un tipo de síndrome que comporta una suspensión brusca de la actividad cerebral, acompañado de un grado variable de parálisis muscular) o para mejorar la función cognitiva en ancianos, incluso para el tratamiento de fobias.” (Psicología y Mente, 2016).

Figura 5.

A la izquierda Norman Jimenez expositor del proyecto, derecha Luis Cascante beta tester del proyecto en etapa temprana



Nota. Se están probando mecánicas y fluidos en el nivel.

1.7.6 Tecnologías utilizadas en simuladores de laboratorio

Los simuladores han evolucionado significativamente con los avances tecnológicos en modelado tridimensional, interacción digital y procesamiento de datos. Estas herramientas permiten la recreación precisa de experimentos científicos en entornos virtuales, proporcionando una alternativa segura y accesible para la enseñanza y la investigación. Existen varias tecnologías involucradas en el desarrollo y funcionamiento de este simulador de laboratorio que se mostraran a continuación:

- **Motores Gráficos y Renderizado en Tiempo Real**

Los motores gráficos son fundamentales en la creación de entornos virtuales inmersivos y en la simulación de fenómenos físicos y químicos.

El motor gráfico utilizado en este proyecto es Unreal Engine 5 (UE5) por su capacidad de renderizado en tiempo real, junto con su compatibilidad con realidad virtual (VR) y física avanzada, lo que lo convierte en una opción ideal

para simuladores de laboratorio interactivos. Cabe destacar que el renderizado en tiempo real facilita la visualización de reacciones químicas, cambios de fase y otros procesos dinámicos con alta fidelidad gráfica.

- **Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos**

Para representar con precisión los experimentos de laboratorio, se emplean herramientas de modelado matemático y de efectos que permiten la simulación de sistemas dinámicos, tales como Niagara system de Unreal Engine 5 (UE5) que se ajusta con un sistema de partículas integrado, lo que puede ser utilizado para simular por medio de vectores los líquidos, luces, gases entre otros. Usar este sistema es clave para que la simulación dentro del laboratorio sea lo más parecido a la realidad.

Figura 6.

Botella con fluido creado con Niagara System de Unreal Engine 5



Nota. Adaptado de After seeing the cool physics wine from #Alyx I added object forces to my raymarched liquid glass, and also made...Ryan Brucks, 2020, X (<https://x.com/ShaderBits/status/1268915307277701121>).

- **Sensores y Dispositivos de Interacción**

Para lograr una experiencia más realista, este simulador de laboratorio integra tecnologías de interacción avanzadas tales como:

- **Controladores de movimiento (Leap Motion, Manus Prime):** Permiten el seguimiento de las manos y la manipulación de objetos virtuales sin necesidad de controles físicos esto ya integrado en las gafas de realidad virtual Meta Quest y sus controles junto con la compatibilidad de (VR) en Unreal Engine 5, esto es de gran medida necesario puesto que es la base de interacción del usuario junto con los elementos del laboratorio simulado.
- **Sensores de rastreo ocular (Eye Tracking):** Mejoran la interfaz de usuario al permitir interacciones basadas en la dirección de la mirada, optimizando la navegación en entornos de realidad virtual y la posibilidad de ver a detalle los elementos.

Estos dos dispositivos integrados mejoran la accesibilidad y la precisión en la manipulación de herramientas dentro del laboratorio virtual.

El desarrollo de simuladores de laboratorio requiere la integración de múltiples tecnologías, desde motores gráficos y modelado físico hasta inteligencia artificial y dispositivos de interacción avanzada. Estas herramientas permiten la creación de entornos inmersivos y precisos que replican con fidelidad los experimentos de laboratorio, mejorando la enseñanza y la investigación en ciencias. La evolución de estas tecnologías continúa ampliando las posibilidades de aprendizaje virtual, ofreciendo experiencias cada vez más realistas y accesibles para estudiantes y profesionales.

1.7.7 La electrólisis

La electrólisis es un proceso electroquímico mediante el cual se descompone un compuesto químico en sus elementos constituyentes mediante la aplicación de una corriente eléctrica. Este fenómeno se produce en soluciones electrolíticas o en sales fundidas y tiene aplicaciones fundamentales en diversas industrias, incluyendo la metalurgia, la producción de hidrógeno y la síntesis de compuestos químicos.

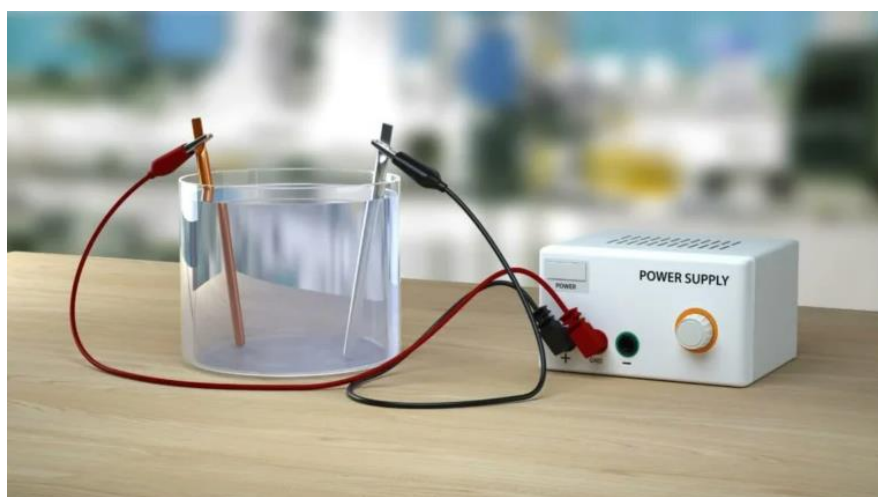
La electrólisis se basa en el principio de que un compuesto iónico puede ser dissociado en sus iones mediante la aplicación de una diferencia de potencial eléctrico. Este proceso se lleva a cabo en una celda electrolítica, que consta de los siguientes componentes esenciales:

- **Electrodos:** Superficies conductoras donde ocurre la reacción de oxidación (ánodo) y la de reducción (cátodo).
- **Electrolito:** Sustancia que permite el flujo de iones y facilita la conducción de corriente.
- **Fuente de corriente eléctrica:** Proporciona la energía necesaria para inducir las reacciones no espontáneas.

La electrólisis es un proceso ampliamente utilizado en la industria y en la investigación científica debido a su capacidad para sintetizar y purificar sustancias químicas. Este será utilizado como uno de los ejercicios que se incluirá en el proyecto para su manipulación y además es un pilar importante en el desarrollo del proyecto, pues las mecánicas serán desarrolladas a partir del mismo.

Figura 7.

Montaje experimental para electrólisis



Nota. Adaptado de Is it possible to make your own hydrogen fuel at home? Julie Campbell, 2023, Hydrogenfuelnews (<https://www.hydrogenfuelnews.com/make-your-own-hydrogen-fuel-home/8561855>).

La electrólisis es un proceso ampliamente utilizado en la industria y en la investigación científica debido a su capacidad para sintetizar y purificar sustancias químicas. Este será utilizado como uno de los ejercicios que se incluirá en el proyecto para su manipulación.

1.7.8 Valoración ácido-base.

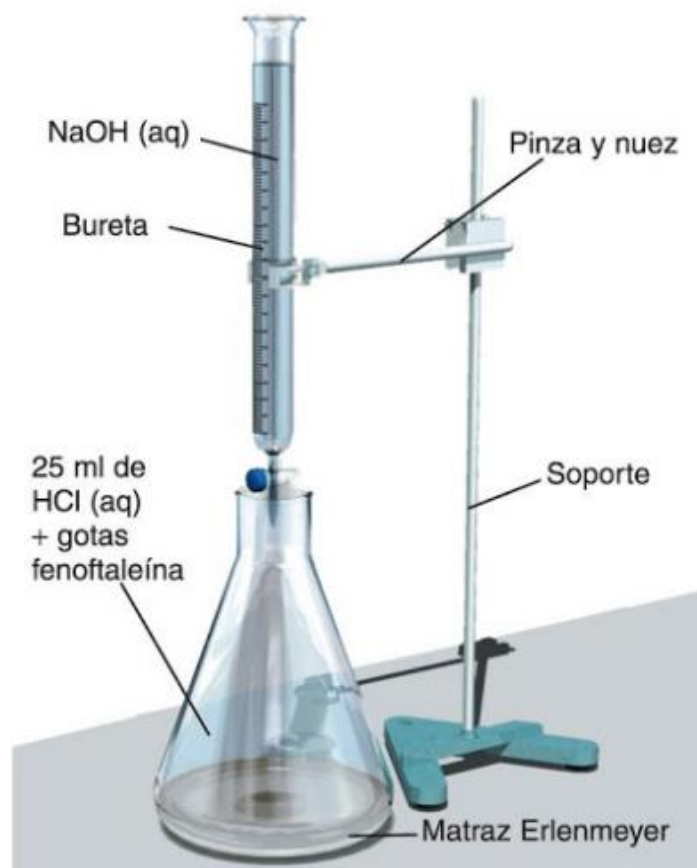
La valoración ácido-base es una técnica analítica cuantitativa utilizada para determinar la concentración de una solución ácida o básica mediante la adición controlada de un reactivo de concentración conocida. Este proceso se basa en una reacción de neutralización, donde un ácido reacciona con una base para formar agua y una sal. Su aplicación es fundamental en diversas áreas, incluyendo la química analítica, la industria farmacéutica, la ingeniería de procesos y la investigación académica.

Utiliza un electrodo de vidrio para medir el pH de la solución en tiempo real. La variación del pH en función del volumen de titulante agregado permite identificar el punto de equivalencia con mayor precisión que el método de indicadores.

En el laboratorio virtual los estudiantes podrán llegar hacer uso de los instrumentos preestablecidos requeridos para una valoración ácido base, los cuales deberán de ser usado con ayuda de los docentes o tutores para que a su vez se ponga en práctica lo explicado.

Figura 8.

Montaje experimental para la valoración ácido-base



Nota. Adaptado de Ácido Base, Alejandro Guerrero, Scribd ([Ácido Base | PDF | Valoración | Química](#)), © All Rights Reserved.

Capítulo II: propuesta de intervención

2.1 Descripción del producto – Ficha técnica

El producto será presentado en un formato audiovisual que incluirá la conceptualización de un videojuego de simulación en realidad virtual enfocado en la experimentación dentro de un laboratorio de química. Este material se desarrollará en forma de un demo, con el propósito de proporcionar al usuario una visión integral de los aspectos fundamentales que componen la experiencia interactiva. De esta manera, se busca ilustrar la relación entre los procesos experimentales de la química inorgánica y las dinámicas del entorno virtual, utilizando los recursos y mecánicas diseñadas para la simulación de laboratorio.

2.1.1 Género del videojuego:

- Simulación
- Realidad Virtual
- Educación

2.1.2 Descripción del juego:

- **Título:** Chemical Laboratory (VR)

Es un simulador de realidad virtual diseñado para que los usuarios puedan realizar experimentos de química inorgánica en un entorno seguro e interactivo. A través de mecánicas realistas, podrán manipular materiales, observar reacciones químicas y desarrollar habilidades prácticas sin los riesgos de un laboratorio físico.

2.2 Descripción del usuario – Público objetivo

Este videojuego está dirigido principalmente a estudiantes de bachillerato (nivel medio-superior) que cursan materias de química inorgánica puesto que estos requieren apoyo práctico para comprender conceptos experimentales.

2.2.1 Intereses y necesidades

- Interés en la ciencia y la tecnología: Estudiantes motivados por la exploración del mundo químico y su aplicación en la vida real.
- Aprendizaje experimental: Aquellos que prefieren aprender a través de la práctica en lugar de solo teoría.
- Afición por la realidad virtual y los videojuegos: Usuarios familiarizados con entornos interactivos que buscan nuevas formas de aprendizaje.

2.2.2 Habilidades previas que se requieren

- Conocimientos básicos de química: No es necesario un dominio profundo, pero sí una comprensión elemental de conceptos como enlaces químicos, estados de la materia y reacciones.
- Familiaridad con la tecnología: Usuarios con experiencia en dispositivos digitales y, preferiblemente, en el uso de realidad virtual.

2.2.3 Entorno educativo

- Instituciones de bachillerato que implementan tecnologías innovadoras en la enseñanza.
- Aulas híbridas que combinan enseñanza presencial con herramientas digitales para reforzar el aprendizaje práctico.

2.2.4 Uso de personal y autoaprendizaje

- Estudiantes que desean practicar experimentos en casa sin requerir materiales físicos.
- Interesados en química que buscan experiencias interactivas fuera del aula.

2.2.5 Beneficios para el público objetivo

Dentro de los beneficios para estudiantes se encuentran:

- Permite realizar experimentos de forma segura sin riesgo de accidentes.
- Facilita la comprensión visual y práctica de reacciones químicas complejas.
- Ofrece una forma atractiva y motivadora de aprender química mediante la interactividad.

2.2.6 Beneficios para las Instituciones educativas

- Reduce costos de laboratorio al minimizar el uso de reactivos y equipos físicos.
- Mejora la accesibilidad al aprendizaje práctico sin necesidad de instalaciones especializadas.
- Refuerza la enseñanza con herramientas inmersivas alineadas con metodologías STEM.

2.3 Especificaciones técnicas

El presente proyecto consiste en el desarrollo de un simulador de realidad virtual enfocado en la enseñanza de química inorgánica mediante la recreación digital de un laboratorio interactivo.

El simulador emplea tecnologías avanzadas de modelado 3D, simulación de sistemas dinámicos y física computacional para garantizar una experiencia realista.

A continuación, unas recomendaciones técnicas para que el juego pueda ejecutarse sin dificultades:

- **Procesador:** AMD Ryzen 7 5700G with Radeon Graphics 3.80 GHz/ Intel(R) Core (TM) i7-14700K 3.40 GHz.
- **Tarjeta Gráfica:** Nvidia Rtx 4060 8GB, Radeon RX 6600 8GB.
- **RAM:** 16GB.

En la tabla 1 se incluye la descripción del hardware utilizado para el desarrollo del proyecto, mientras que en la tabla 2 se incluye el software utilizado para el flujo de trabajo del producto.

Tabla 1.

Descripción del Hardware considerado para el proyecto

Cantidad	Descripción	Precio
1	<p>PROCESADOR AMD RYZEN 7 5700G 3.8GHZ TURBO 4.6GHz AM4 8-CORE 16 THREADS - Gráficos Radeon VEGA Integrados</p> <p>Procesador AMD de 5ta Gen. 8 núcleos, 16 hilos, 3.8 Ghz con turbo hasta 4.6 Ghz y gráficos AMD Radeon VEGA</p>	\$439,99
1	<p>MAINBOARD GIGABYTE B550 AORUS PRO V2 (REV1.0) - AMD RYZEN</p> <p>- AM4-ATX - DDR4 - HDMI</p>	\$299,99

2	RAM KINGSTON FURY BEAST BLACK 16GB DDR4 3200MHZ CL16 (KF432C16BB/16)	\$209,98
1	SSD GIGABYTE 512GB m.2 NVMe2 2280 (GP-GSM2NE3512GNTD)	\$83,99
	Unidad de estado sólido de alto rendimiento ideal para equipos High-End	
1	Water Cooler Corsair Hydro H100X 240mm (2x120mm) Led Blanco (CW-9060040-WW)	\$124,99
	Sistema de enfriamiento liquido con radiador de 240mm, 2 ventiladores, iluminación led en la bomba, compatible con Intel y AMD	
1	TARJETA DE VIDEO GIGABYTE VISION RTX 3060TI 8GB GDDR6 OC	\$989,99
	EDITION - WINDFORCE - DP - HDMI REV 2.0 LHR (GV-N306TVISIONOC-8G REV 2.0)	
1	FUENTE DE PODER NZXT C650 80 PLUS GOLD - FULLY MODULAR (NP-C650M-US)	\$157,99
1	CASE AEROCOOL CYLON PRO TEMPERED GLASS - MID TOWER - ATX	\$109,99
	- 1 FAN INCLUDED - WHITE (CYLON PRO-G-WT-V2)	
1	Servicio de Ensamblaje de Computadores	\$7,00
1	Monitor LG 25UM58-P 25 LED IPS Ultra-Wide 2560x1080p	\$342,00
	Monitor IPS Ultrawide de 25" Full HD, 60Hz	
1	UPS Forza FX-1500LCD 1500VA/ 840 Vatios - 8 Tomas (6 backup) 110v	\$167,99

1	BUNDLE TRUST GAMING TECLADO + AUDIFONO + MOUSE + MOUSEPAD ZIVA (22312)	\$29,99
1	Meta Quest 1	\$299
	Precio Total:	\$ 3262,89

Nota. Tabla de costos del Hardware utilizado para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2.

Descripción del Software y contenido considerado para el proyecto

Descripción	Versión	Precio
Adobe Photoshop	Version 24.7	\$22.9 / mes
Autodesk Maya	Version 2024.2	\$215 / mes
Adobe Substance	Version 2024	\$19.99 / mes
Unreal Engine: Version 5.2.3	Version 5.4.4	Gratuito
LIQUID MATERIALS: VFX Pack	Version 5.4.4	19.99\$
Realistic Lab.Laboratory Equipment	Version 5.4.4	19.99\$

Nota. Tabla de costos del Software utilizado para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3.*Diseño de sonido del videojuego*

Título	Autor	Link
Sound of fridge	Talasrum	https://freesound.org/s/467100/
Happy jingle soft	xkeril	https://freesound.org/s/688273/
Piano loops 179 octave up short loop 120 bpm	josefpres	https://freesound.org/s/787948/
ELECSprk_Electrical Discharges With Sparking.Steady 2_EM	newlocknew	https://freesound.org/s/702908/
water from tap sound with a clear stream	JustineOu	https://freesound.org/s/672241/
07 POURING WATER OUT OF A GLASS	aalokok	https://freesound.org/s/756748/
Water pour 2	Alexbuk	https://freesound.org/s/391120/
Voz de la Narradora	chapita3307	www.linkedin.com/in/giselle-chavarría-delgado-013851342

Nota. Todos los audios presentes en la tabla están presentes en el proyecto.

2.3.1 Módulo de Simulación Física y Química

Este módulo permite la representación realista de los principios físicos y químicos mediante la implementación de motores de física computacional.

- **Física del entorno:** Utilización de algoritmos de colisión, gravedad y dinámica de fluidos para simular el comportamiento de líquidos y sólidos en el laboratorio virtual.
- **Modelado de reacciones químicas:** Integración de programación para simular cambios de temperatura, pH, formación de precipitados y otros efectos observables en experimentos de química inorgánica.
- **Propiedades de materiales:** Implementación de shaders y efectos visuales para representar cambios de fase, combustión y disolución de compuestos en función de parámetros dinámicos.

2.4 Diseño artístico

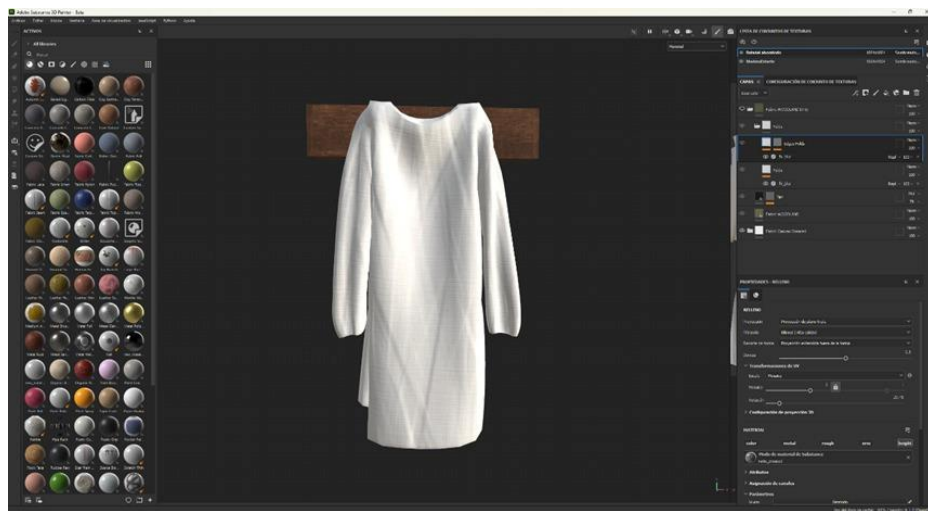
El diseño artístico se orienta hacia un realismo estilizado, equilibrando fidelidad visual con optimización gráfica para asegurar un rendimiento óptimo en entornos de realidad virtual.

- Se emplean técnicas avanzadas de sombreado (shading) y texturizado para simular con precisión la apariencia de vidrios, líquidos, metales y superficies de laboratorio.
- Uso de sistemas de iluminación global (Global Illumination) y efectos de refracción en líquidos para mejorar la percepción visual de los elementos.
- Se utilizan paletas de colores que evocan el ambiente de un laboratorio real, predominando tonos blancos, grises y metálicos para transmitir limpieza y profesionalismo.
- Modelado de instrumentos de laboratorio matraces, tubos de ensayo, probetas, buretas y demás elementos son diseñados con precisión milimétrica, respetando escalas y dimensiones reales.

- Modelado de reactivos y sustancias químicas se aplican simulaciones visuales de viscosidad, transparencia y refracción para replicar el comportamiento de líquidos y gases.
- Se utilizó una técnica de físicas basadas en renderización la cual se emplea para garantizar que los materiales respondan de manera realista a la luz y reflejos.

Figura 9.

Modelo de bata de laboratorio con sus texturas hechas en el programa Adobe Substance 3D Painter



Nota. Texturizado de modelo 3D de bata de laboratorio, autoría propia.

2.5 Resumen de la historia

Chemical Laboratory es un innovador centro de investigación que desarrolla simulaciones realistas para el aprendizaje práctico de la química inorgánica. El usuario asume el papel de un estudiante de ciencias que ha sido seleccionado para participar en un programa experimental de entrenamiento en un laboratorio de química realista.

A medida que avanza en su entrenamiento, el estudiante debe dominar técnicas de síntesis, análisis y manipulación de compuestos, enfrentando retos que simulan escenarios reales de laboratorio.

El objetivo final es demostrar habilidades científicas, resolver problemas en tiempo real y completar con éxito la certificación en química avanzada dentro de Chemical Laboratory, un entorno donde la ciencia y la tecnología convergen para redefinir el aprendizaje experimental.

2.6 GDD de alto nivel

2.6.1 Alcance del juego

El simulador de laboratorio de química en realidad virtual tiene como objetivo proporcionar una experiencia educativa inmersiva donde los usuarios puedan realizar experimentos de química inorgánica de manera segura y realista.

Entre sus características principales se demuestra:

- Simulación de experimentos con reactivos y materiales de laboratorio.
- Entorno interactivo con físicas realistas y respuesta a estímulos químicos.
- Aprendizaje progresivo mediante misiones y desafíos estructurados.
- Seguridad y control de errores a través de mecánicas que evitan accidentes digitales.
- Adaptabilidad a diferentes niveles educativos mediante configuraciones ajustables.

2.6.2 Gameplay y MDA

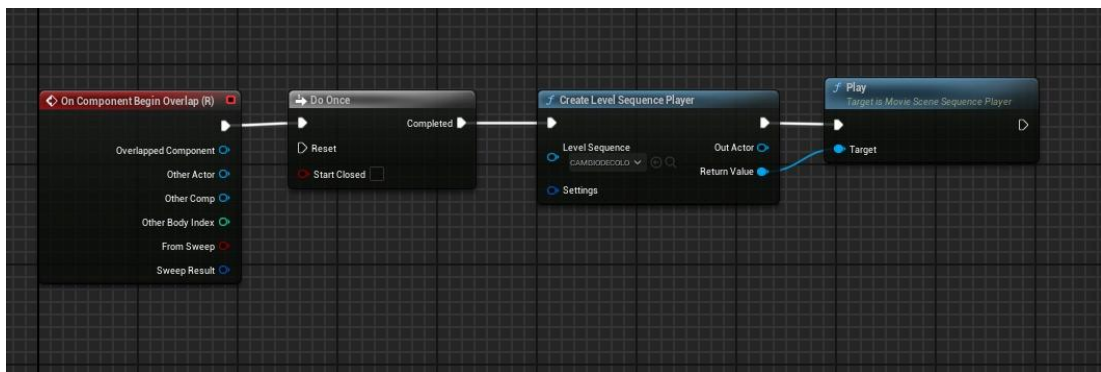
El diseño del juego se basa completamente en el modelo de mecánicas, dinámicas y estética las cuales permiten garantizar una experiencia inmersiva y educativa. A continuación, se presenta el (MDA) en su respectivo orden.

Mechanics (Mecánicas):

- **Manipulación de objetos:** Recogida, vertido y mezcla de sustancias mediante controles VR.
- **Simulación química:** Reacciones en tiempo real con cambios de estado, temperatura y color.
- **Seguridad digital:** Corrección automática de errores para evitar accidentes de simulación.
- **Evaluaciones dinámicas:** Pruebas de conocimiento y resolución de problemas basados en experimentos.

Figura 10.

Sistema de reproducción de Sequencer



Nota. Se creó blueprints que reproducen animaciones de simulación de líquidos.

Dynamics (Dinámicas):

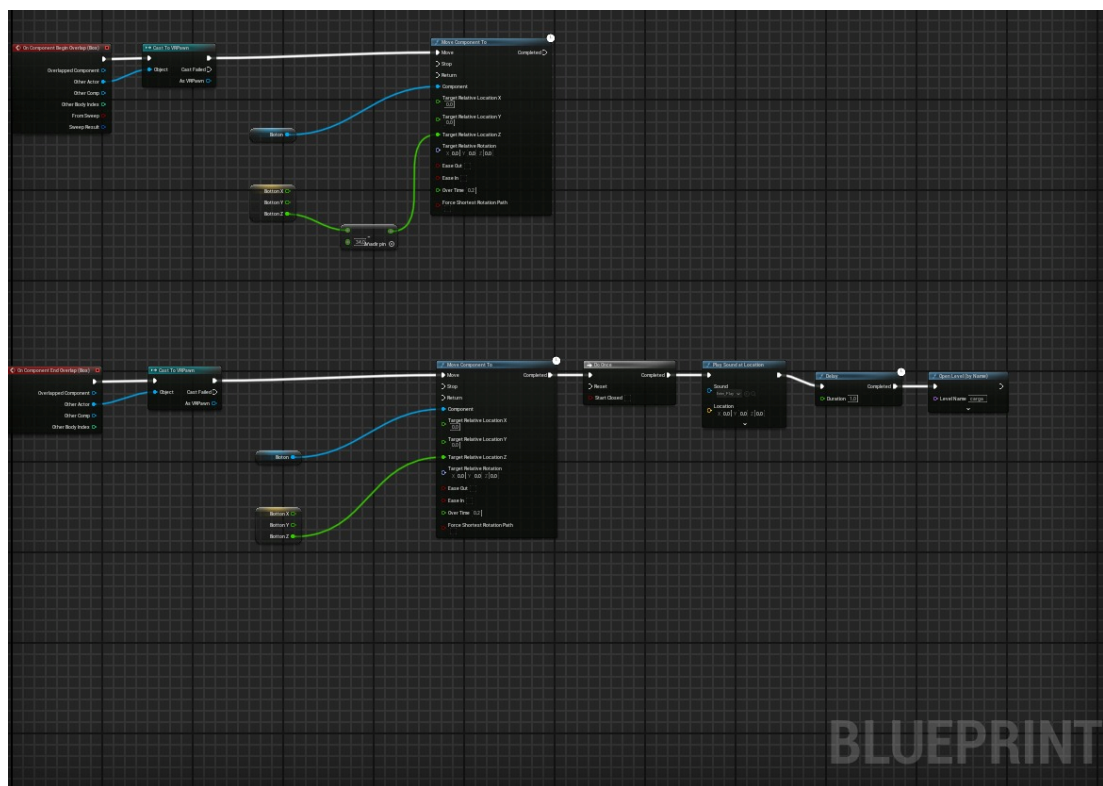
- **Exploración y descubrimiento:** El usuario experimenta libremente o sigue guías didácticas.
- **Retroalimentación visual y háptica:** Cambios en el entorno en respuesta a acciones del usuario.
- **Desafíos por nivel:** Experimentos con dificultad progresiva para reforzar el aprendizaje.

Aesthetics (Estética):

- **Realismo visual:** Modelado 3D detallado y materiales con texturas físicas realistas.
- **Ambientación científica:** Sonidos ambientales de laboratorio y efectos visuales precisos.
- Interfaz limpia e intuitiva: GUI minimalista para mejorar la inmersión.

Figura 11.

Sistema de botón interactuable



Nota. Se creó blueprints que al interactuar con colisiones cargan un nivel.

2.6.3 Control y Cámara

Dado que el juego está diseñado para VR, la interacción es completamente inmersiva.

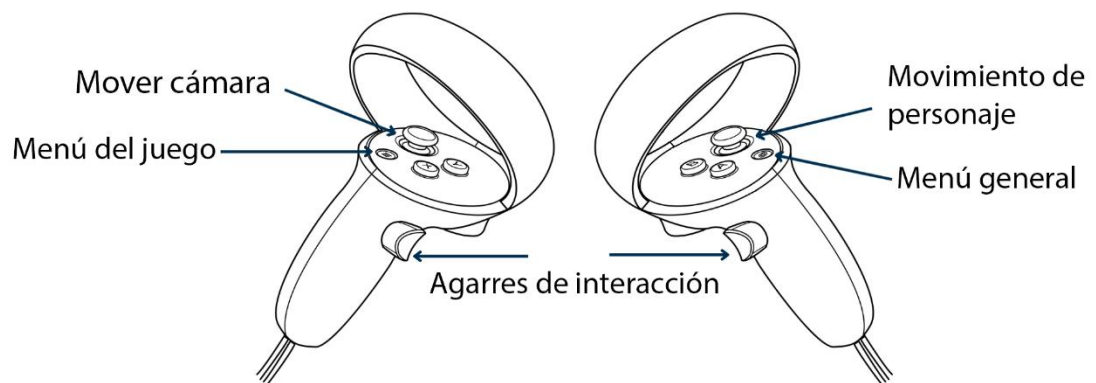
Controles:

- Uso de controladores VR para manipular objetos con precisión.

- Botones de agarre y activación para realizar acciones específicas.
- Mecánicas de teletransportación o desplazamiento suave para moverse en el laboratorio.

Figura 12.

Guía de control para el videojuego



Nota. Esquema realizado por Marcos Cevallos.

Cámara:

- Perspectiva en primera persona para maximizar la inmersión y permitir la precisión en las acciones.
- Sistema de seguimiento de cabeza que permite al usuario observar libremente su entorno.
- Ajustes de comodidad opciones para reducir mareos (vignette, giro por grados, etc.) el cual ya está por defecto en el videojuego.

2.6.4 Niveles

El juego está estructurado en dos niveles de aprendizaje progresivo, cada uno con experimentos específicos. Cada nivel está diseñado en ser utilizado de

manera libre sin restricciones de avances, todo esto para que los usuarios puedan analizar a profundidad y a su tiempo todo el entorno disponible.

El juego contará con un sistema de actividades que variará según el nivel. Al inicio, el usuario se encontrará en un área donde podrá interactuar con el panel de control para iniciar el juego o salir.

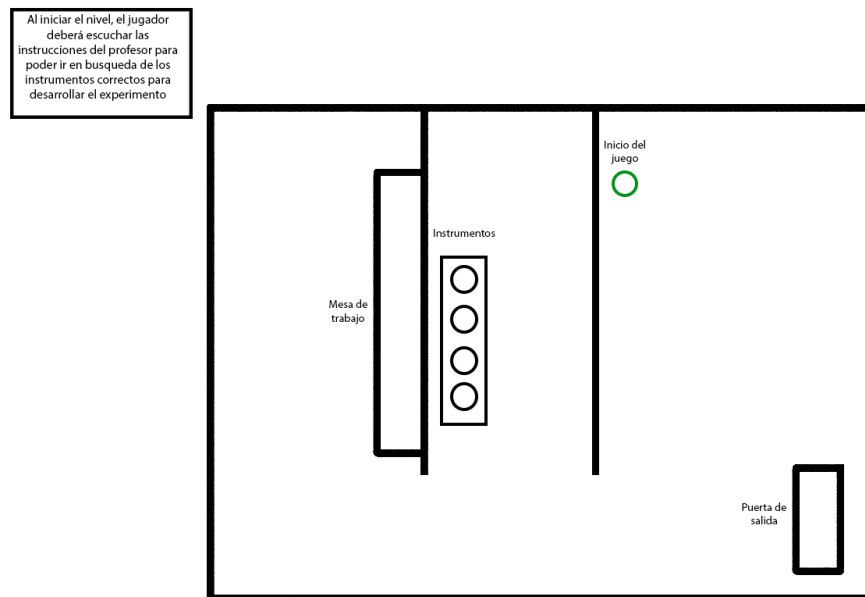
En el primer nivel, el estudiante deberá completar un ejercicio tutorial que consistirá en mover ciertos instrumentos de un punto A hacia un punto B, siguiendo las indicaciones de una voz en off. El objetivo de esta actividad es que el usuario se familiarice con los controles y, al mismo tiempo, conozca la clasificación de los diferentes objetos químicos y sus usos.

Para el segundo nivel, se presentará al estudiante el reto de realizar el experimento de Electrólisis, para el cual este deberá poner los reactivos en el envase y poner el ánodo y el cátodo para poder iniciar el experimento, además deberá asegurarse de poner todo en el orden correcto o fallará y deberá reiniciar el nivel.

Para el tercer y último nivel, el jugador enfrentará el reto más importante, el experimento de valoración ácido-base, en el cual deberá añadir componentes hasta completar en orden el proceso, estando atento a no confundirse entre herramientas pues el más mínimo error puede ser fatal, lo que reiniciará el nivel.

Figura 13.

Mapa del juego

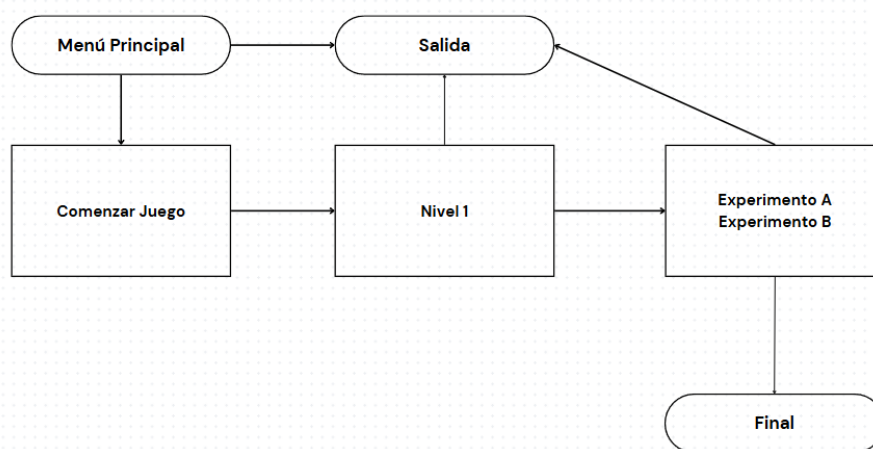


Nota. Diseño de nivel donde estarán tanto tutorial como experimentos (electrólisis y valoración ácido-base).

2.6.5 GUI, Screen Flow, HUD

Figura 14.

Screenflow del Juego



Nota. Elaboración propia.

En el Demo jugable Chemical Laboratory (VR), se utilizan los siguientes botones: Comenzar juego, este botón transporta al jugador hacia el nivel 1 y también hay un botón para salir del juego. Con el diseño de este menú dentro de un nivel jugable, se pretende que el jugador pueda interactuar con el entorno y le permita familiarizarse con las mecánicas del Demo.

En el nivel 1, se muestra un escenario con organización sencilla, en el cual se le facilita el movimiento al jugador, permitiéndole a este concentrarse más en los detalles de los modelos, además de poder centrarse en los experimentos que realizará más adelante, sin distracciones, además será guiado por una voz en off de la narradora, la cual explicará todo.

En caso de equivocarse en el procedimiento de algún experimento, el jugador accederá a la pantalla de derrota. Por último, al terminar ambos experimentos, el jugador pasará a la pantalla de victoria, en la cual finalizará el videojuego.

2.6.6 Audio

El sonido es fundamental para generar mayor inmersión y caracterización del videojuego, para la pantalla de inicio se optó por utilizar desde la librería web de libre acceso FREESOUND el sonido llamado (Piano loops 179 octave up short loop 120 bpm) puesto que este se caracteriza por ser de tonalidad más neutra y relajante perfecta para el videojuego de simulación.

Para sonidos de movimiento, líquidos, interacción de objetos, y ambiental fueron descargados de la misma página para simular completamente una sala de química, pero a su vez sonidos característicos de un videojuego. Además, se utilizaron grabaciones de voz para dar indicaciones al jugador, las mismas darán una guía auditiva al jugador a través de cada experimento.

Figura 15.

Pantalla de carga



Nota. Pantalla de carga utilizada entre el menú principal y el primer nivel.

Figura 16.

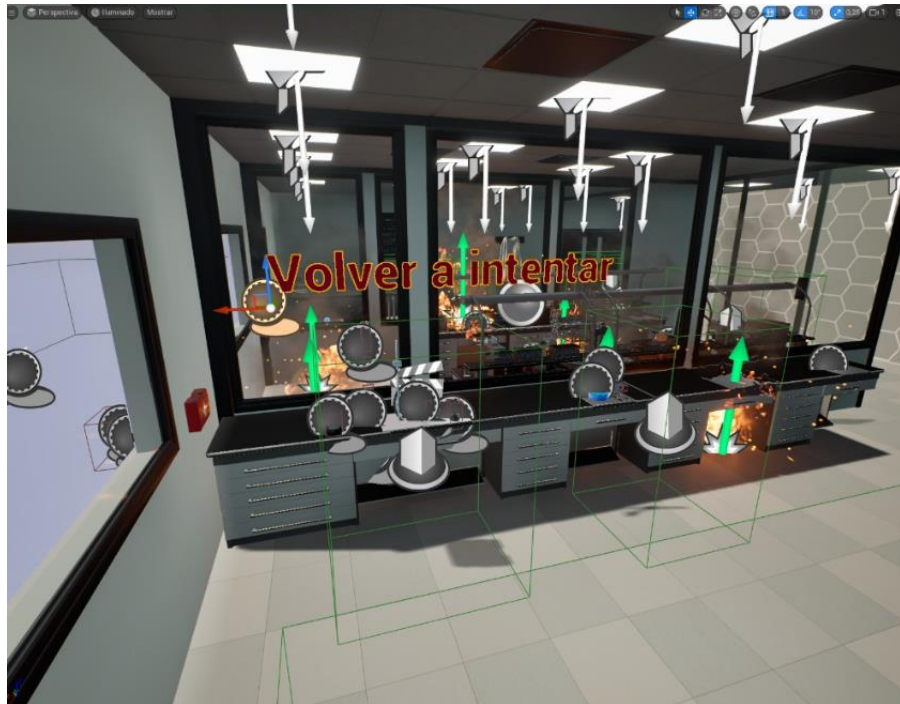
Pantalla de victoria



Nota. Pantalla de victoria que saldrá una vez realizados los dos experimentos correctamente.

Figura 17.

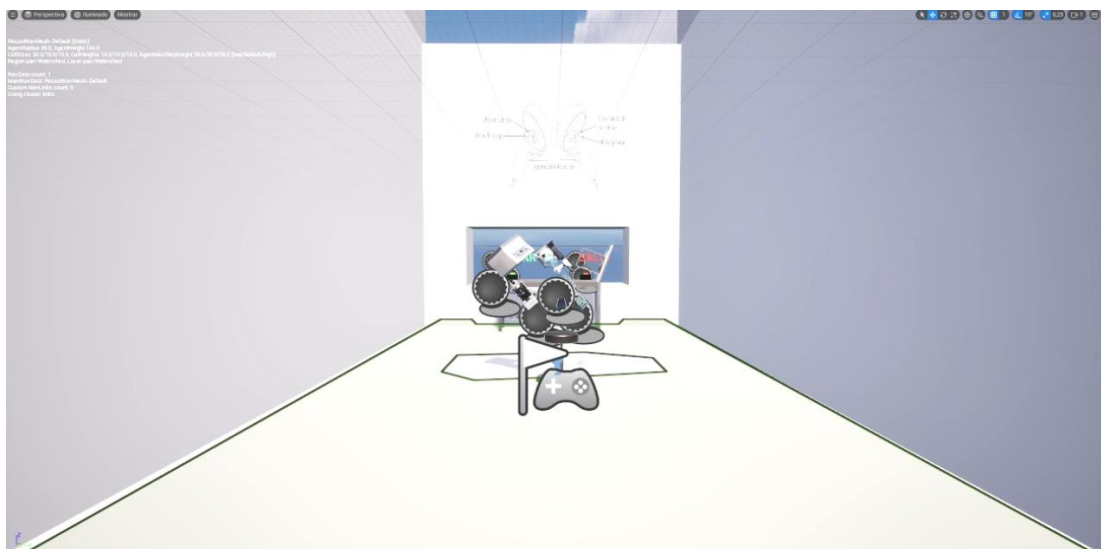
Pantalla de derrota



Nota. Pantalla de derrota utilizada al fallar en uno de los experimentos.

Figura 18.

Pantalla de menú principal



Nota. Pantalla de menú principal utilizada para transportarse al primer nivel.

2.6.7 Narrativa

El jugador asume el papel de un estudiante ayudante de química en Chemical Laboratory. La misión es completar una serie de experimentos que serán indicados por la profesora de química Pérez, a través de una voz en off, cada vez que el estudiante vaya resolviendo un experimento el profesor procederá a explicar más a detalle acerca de este.

Al completar todos los experimentos aparecerá la pantalla de victoria, mientras el estudiante realiza las indicaciones dadas este tiene la libertad de explorar a profundidad y detalle los materiales dentro del área. En caso de que no logre cumplir con las indicaciones y se detecten varios fallos, el laboratorio se convertirá en inestable por lo que ocurrirán errores programados y se procederá a reiniciar el nivel.

A continuación, se detallará el guión que seguirá la Dra. Pérez, cuando el jugador interactúe con diferentes colliders en el nivel.

Collider 1:

Efecto de sonido de llamada entrante...

Dra. Pérez: Hola! Soy la dra. Pérez, es un gusto que vengas a practicar con nuestro simulador de química inorgánica en realidad virtual Chemical Laboratory VR.

Has sido equipado con una bata de laboratorio, gafas y guantes de seguridad para tu protección.

Collider 2:

Dra. Pérez: Frente a ti está la tabla periódica, organizada en períodos que indican las capas electrónicas y grupos que agrupan elementos con propiedades similares. A la izquierda, los metales alcalinos, altamente

reactivos; a la derecha, los gases nobles, estables e inertes. Su disposición revela patrones fundamentales de la materia, clasificando metales, no metales y metaloides.

Collider 3:

Dra. Pérez: Es importante que tengas presente donde están las diferentes medidas de seguridad disponibles dentro del laboratorio, de un lado tienes un extintor, deberás usarlo en caso de que se produzca una mala reacción o un incendio, del otro lado tienes las puertas de seguridad, por ahora están cerradas hasta que yo llegue con la llave así que no pienses en salir de aquí hasta terminar los experimentos.

Collider 4:

Dra. Pérez: De tu lado derecho tienes la sala de recipientes, aquí están todas las herramientas necesarias para utilizar dentro del laboratorio en cada experimento.

Collider 5:

Dra. Pérez: De frente tienes los frigoríficos donde guardamos muestras en probetas almacenadas en un orden específico por su uso.

Collider 6:

Dra. Pérez: Aquí tienes un fregadero en caso de que necesites limpiar y dejar secando alguna herramienta del laboratorio.

Collider 7:

Dra. Pérez: Frente a ti tienes el experimento de electrólisis.

Para este experimento necesitaremos una fuente de corriente eléctrica, dos electrodos conductores de platino o grafito, un recipiente con agua destilada, un electrolito hidróxido de sodio para aumentar la conductividad eléctrica del agua y por último Cables de conexión para unir los electrodos a la fuente de corriente.

Los pasos a seguir para el experimento son:

1. Llena el recipiente con agua, oh ya lo habías hecho, que despierto andas, siguiente paso.
2. Inserta ambos electrodos ánodo y cátodo, que previamente fueron conectados a la fuente de corriente, en el recipiente con agua.
3. ¡Enciende la fuente y observa cómo se forman burbujas en ambos electrodos!

En el cátodo, se producirá hidrógeno gaseoso.

En el ánodo, se liberará oxígeno gaseoso.

Collider 8:

Dra. Pérez: Frente a ti tienes el experimento de valoración ácido-base.

Para este experimento necesitaremos una bureta graduada de 25ml, un matraz Erlenmeyer de 250ml, una pipeta graduada de 5ml, un soporte universal con pinza para bureta, disolución de ácido o base de concentración conocida (valorante) y una disolución problema cuya concentración se desea determinar, por último, un indicador ácido-base adecuado para la reacción.

Los pasos a seguir para el experimento son:

1. Prepararemos la disolución utilizando la pipeta para medir y transferir correctamente la disolución al matraz Erlenmeyer para luego añadir gotas del indicador al matraz.

2. Llenaremos la bureta con disolución valorante, registrando cuanto volumen inicial tiene la bureta.

3. Añadiremos lentamente la disolución valorante desde la bureta hasta el matraz, agitándolo lentamente.

4. Detenga la adición de la disolución valorante cuando el cambio de color persista durante al menos 30 segundos, indicando que se ha alcanzado el punto final de la valoración.

2.6.8 Misceláneos

2.6.8.1 Monetización

El videojuego será gratis y offline evitando así las publicidades o micros transacciones ya que la finalidad de este juego es evitar que el usuario se sienta presionado en ganar y también así se evita interrumpir la concentración e inmersión.

2.6.8.2 Difusión – Socialización

El videojuego se publicará a la plataforma en línea para creadores digitales independientes Itch.io, esto con la finalidad de que más creadores de videojuegos puedan basarse en este y tener la inspiración de diseñar simuladores de realidad virtual para un uso de diversión y educativo.

Se piensa publicar videos o tráileres de la demo de este videojuego a las plataformas de redes sociales tales como Instagram, YouTube, Facebook y X.

2.6.8.3 Recursos visuales utilizados en el proyecto.

Assets utilizados en el videojuego.

- Modelos 3D

Figura 19.

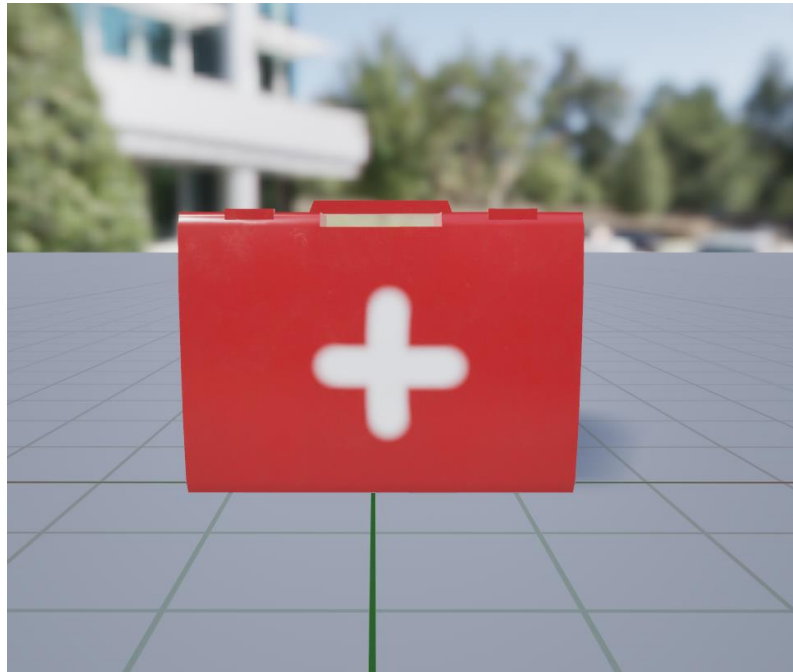
Bata de laboratorio



Nota. Modelado 3D, físicas y texturizado por Norman Jimenez.

Figura 20.

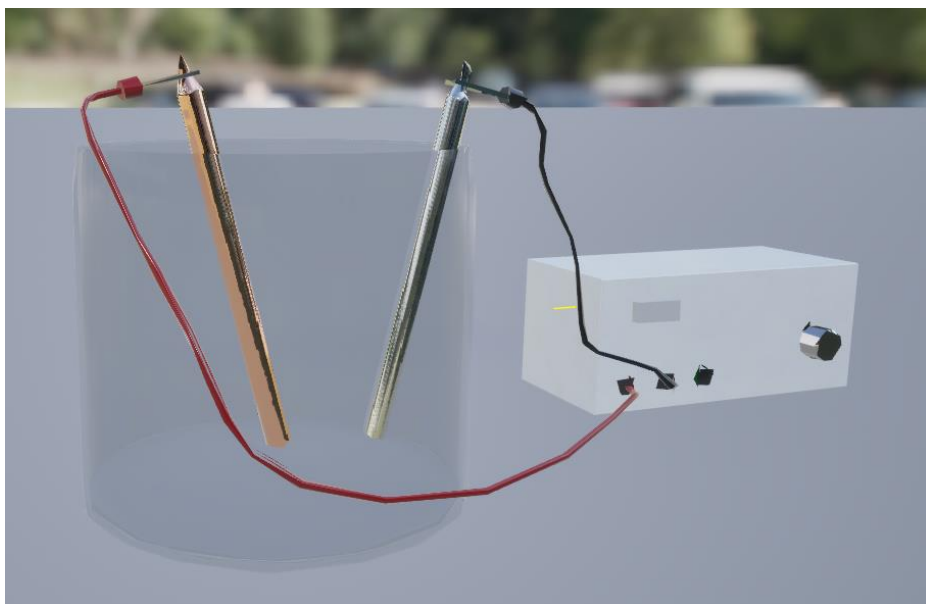
Botiquín Médico



Nota. Modelado 3D y texturizado por Norman Jimenez.

Figura 21.

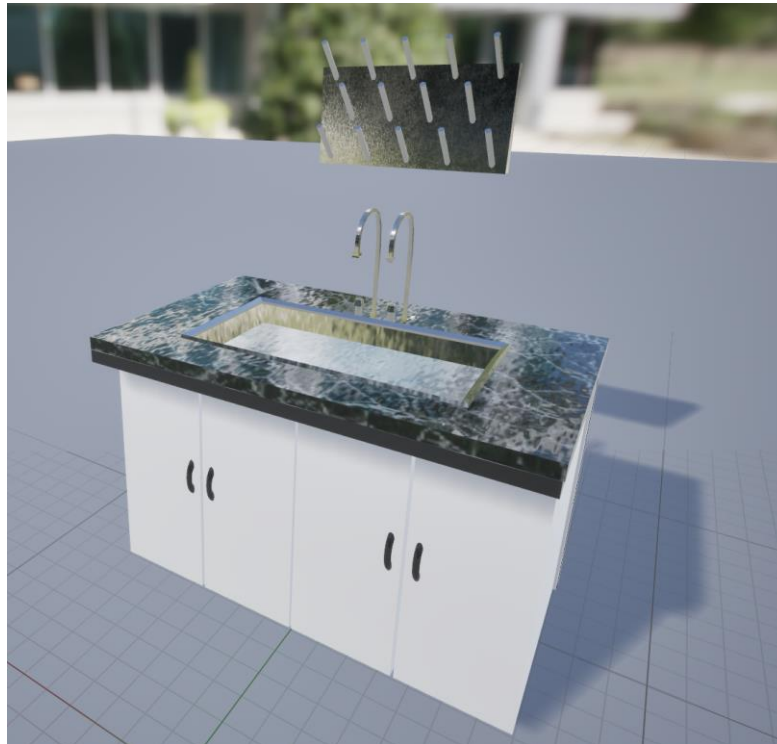
Experimento de electrólisis



Nota. Modelado 3D por Marcos Cevallos, Texturizado por Norman Jimenez.

Figura 22.

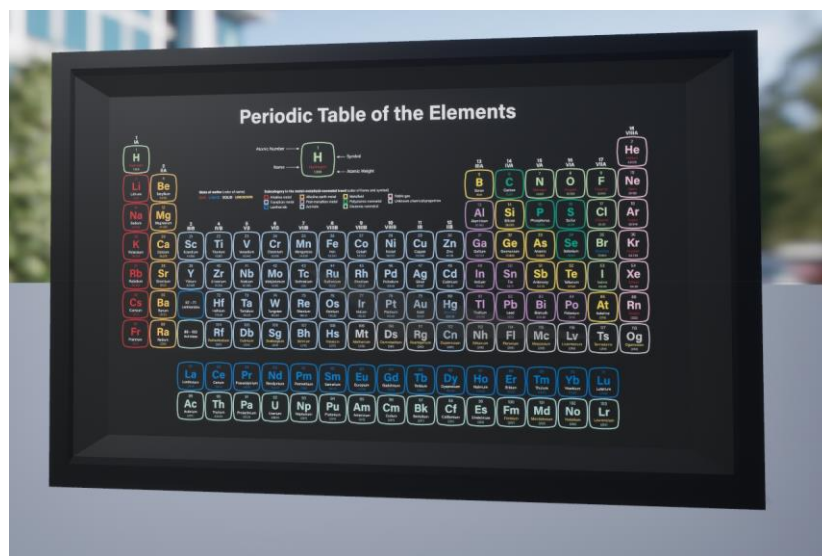
Lavabo



Nota. Modelado 3D y texturizado por Norman Jimenez.

Figura 23.

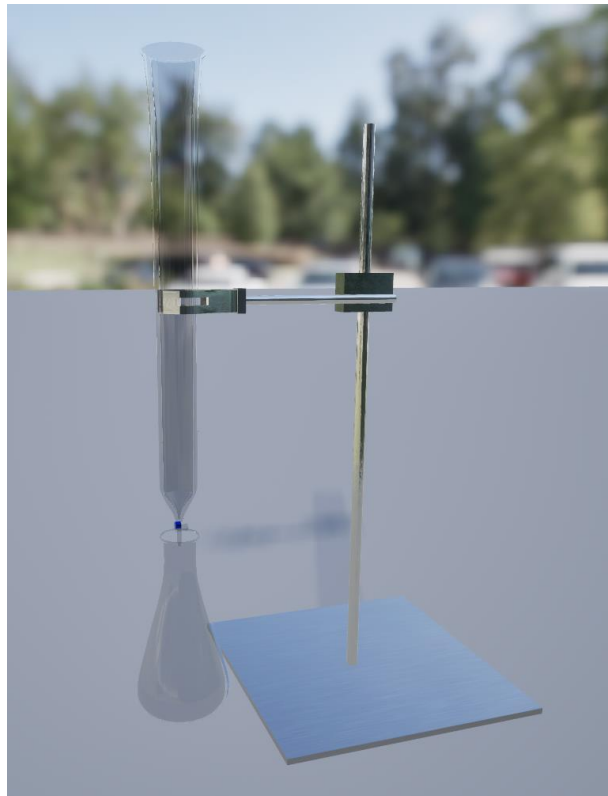
Cuadro de la tabla periódica



Nota. Modelado 3D y texturizado Marcos Cevallos.

Figura 24.

Experimento de valoración ácido-base



Nota. Modelado 3D y Texturizado Marcos Cevallos.

Figura 25.

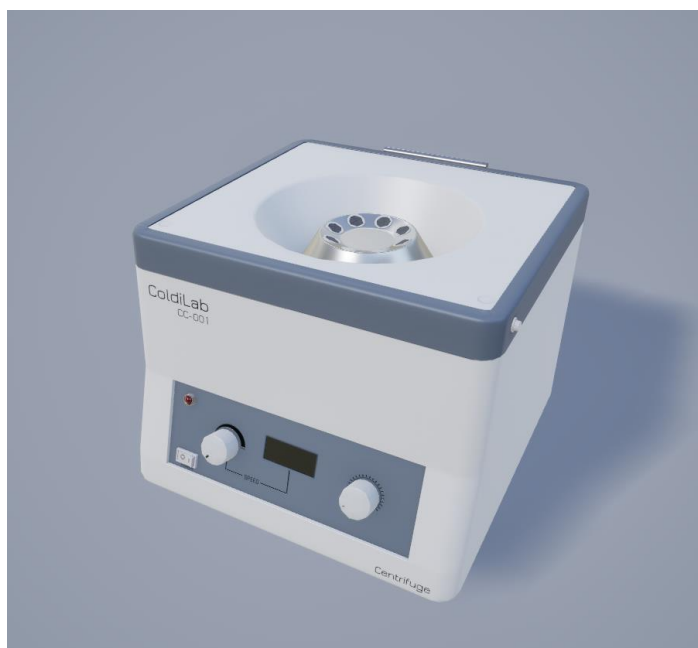
Puertas dobles



Nota. Modelado 3D por Marcos Cevallos, texturizado Norman Jimenez.

Figura 26.

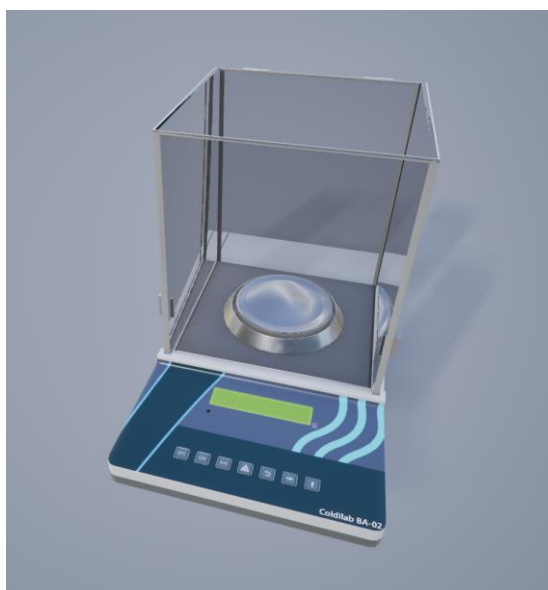
Batidora de velocidades ajustables



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 27.

Balanza analítica



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 28.

Vaso de precipitado



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 29.

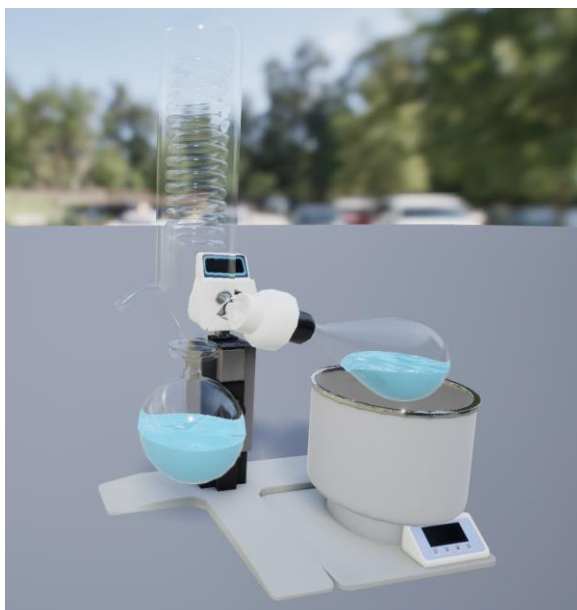
Desecador con llave al vacío



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 30.

Destilador de laboratorio



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 31.

Matraz



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 32.

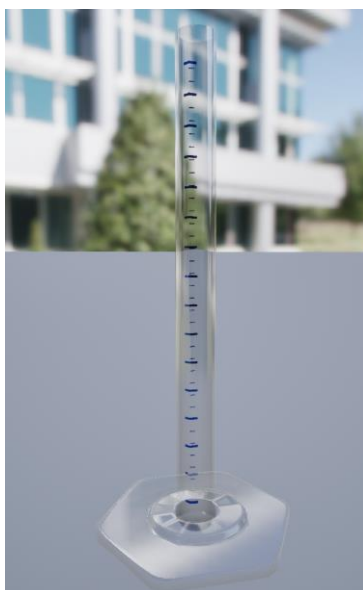
Frigorífico



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 33.

Graduador cilindro química



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 34.

Repisa de laboratorio



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 35.

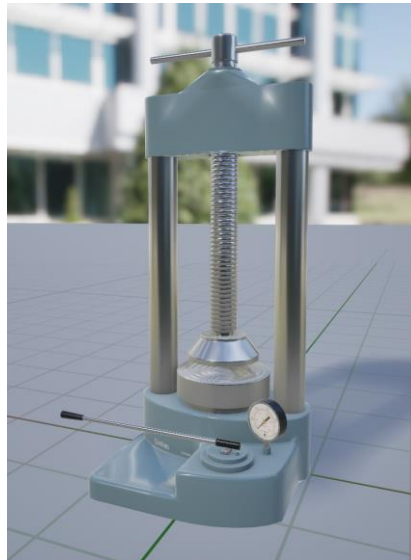
Microscopio químico



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 36.

Prensa



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024,
FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 37.

Silla



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024,
FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 38.

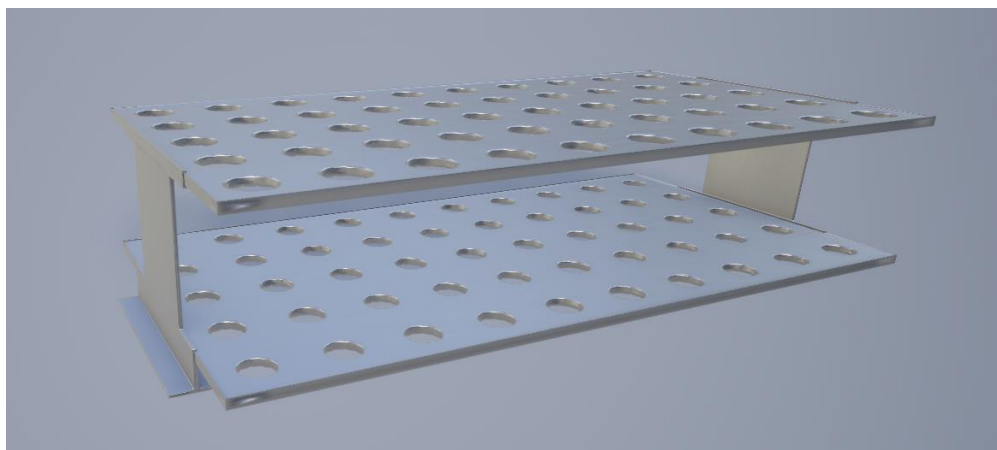
Tubo de ensayo



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 39.

Soporte para tubos de ensayo



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 40.

Limpiador ultrasónico.



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 41.

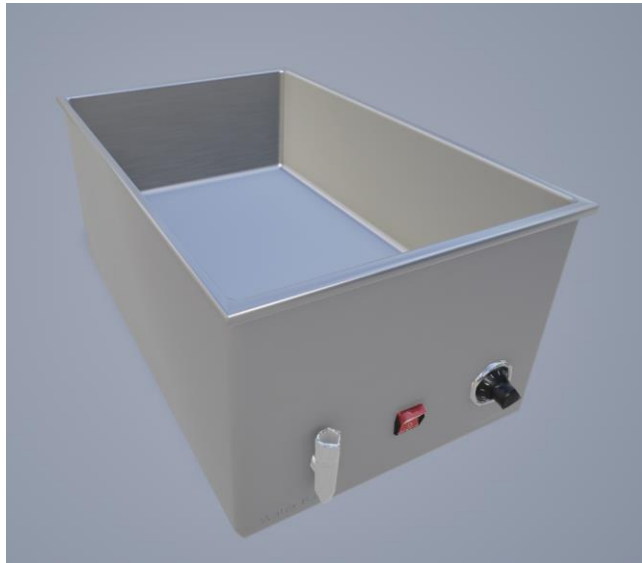
Mezclador de vórtice



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 42.

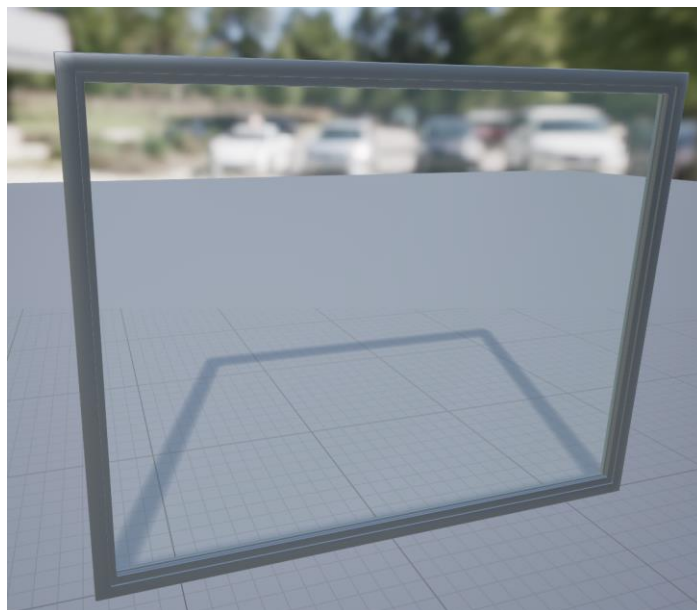
Baño de agua



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024,
FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 43.

Ventana



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024,
FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 44.

Mesa de trabajo



Nota. Adaptado de Realistic Lab. Laboratory Equipment, de Jaime Perez, 2024, FAB (<https://fab.com/s/b99f34db3f75>).

Figura 45.

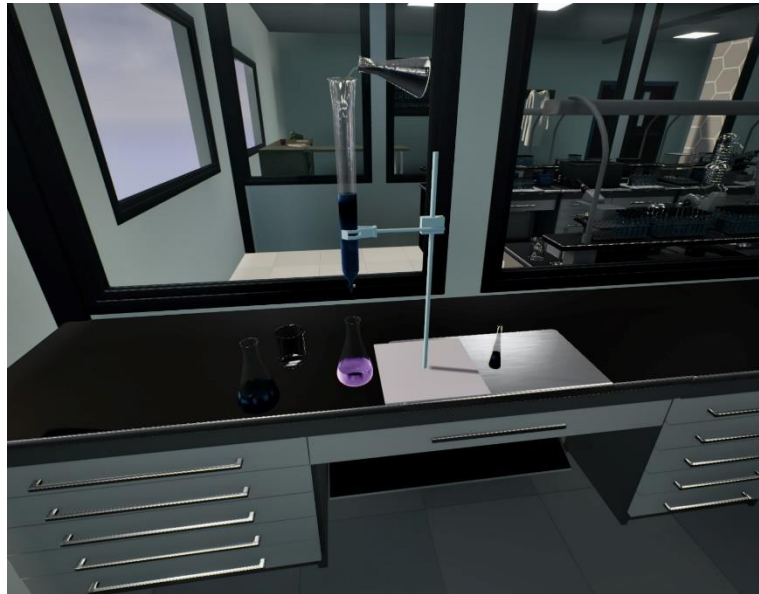
Experimento valoración ácido-base



Nota. Puesta en escena del experimento valoración ácido-base.

Figura 46.

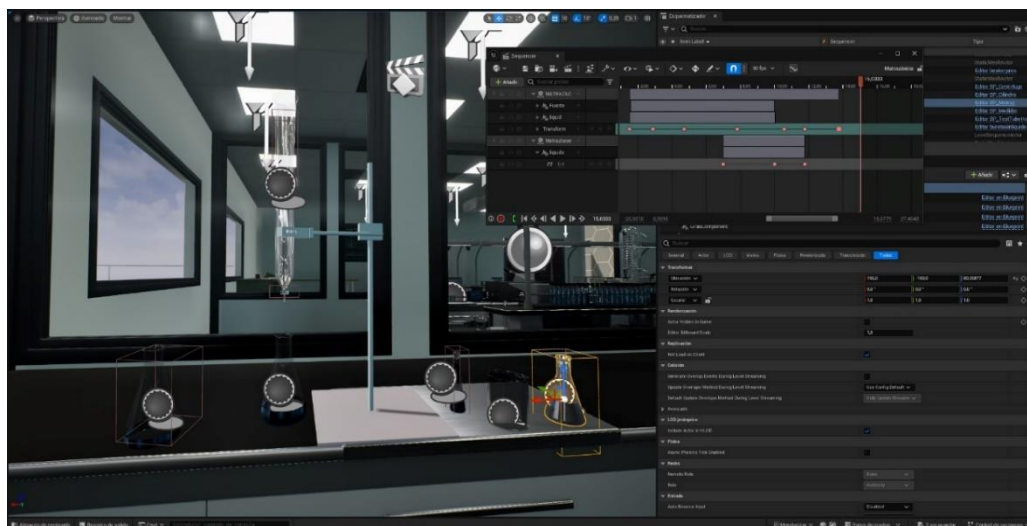
Simular líquidos valoración ácido-base



Nota. Uso de Niagara para simulación de transferencia de líquidos entre frascos.

Figura 47.

Uso de Sequencer en Unreal Engine 5



Nota. Desarrollo de animaciones mediante el Sequencer en UE5, Marcos Cevallos.

Figura 48.

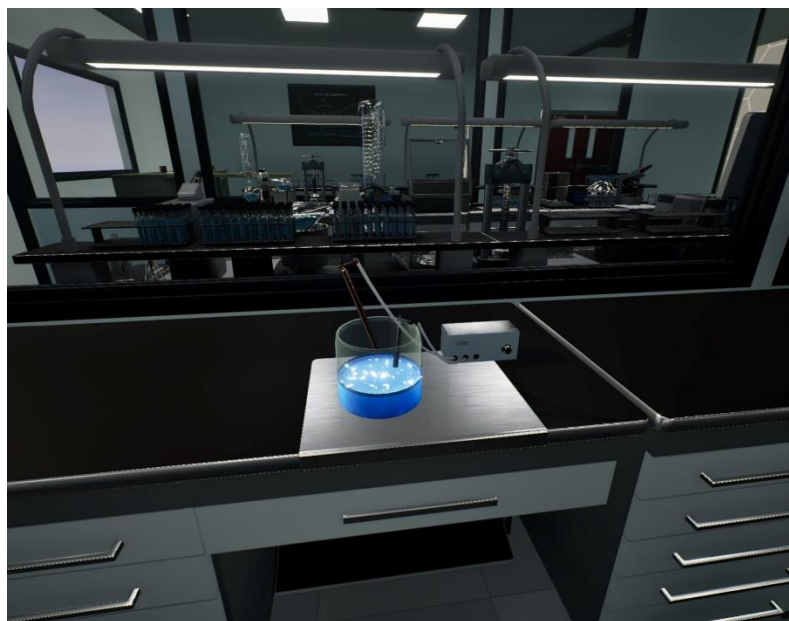
Experimento electrólisis



Nota. Puesta en escena del experimento electrólisis.

Figura 49.

Simulación de cables en electrólisis



Nota. Se utilizó el cable component y se ajustó el pivot de las mallas.

Figura 50.

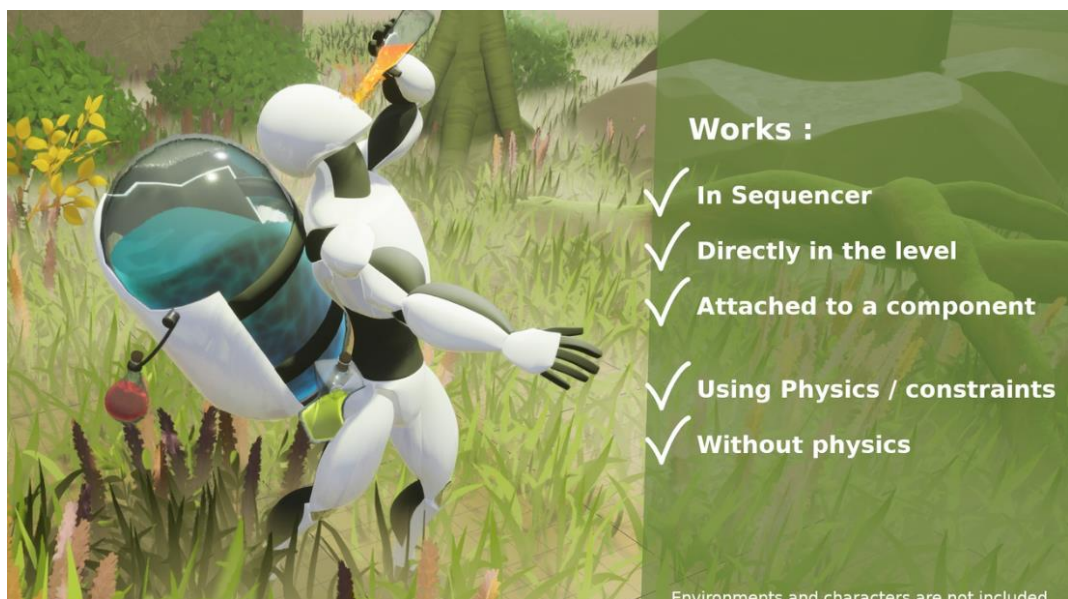
Puesta en Escena Experimentos



Nota. El botón rojo activará secuencia de derrota.

Figura 51.

Explicación vfx líquidos



Nota. Adaptado de LIQUID MATERIALS : VFX Pack, de Rimaye.Std, 2024, FAB

(<https://fab.com/s/ca65a8f9c300>).

Figura 52.

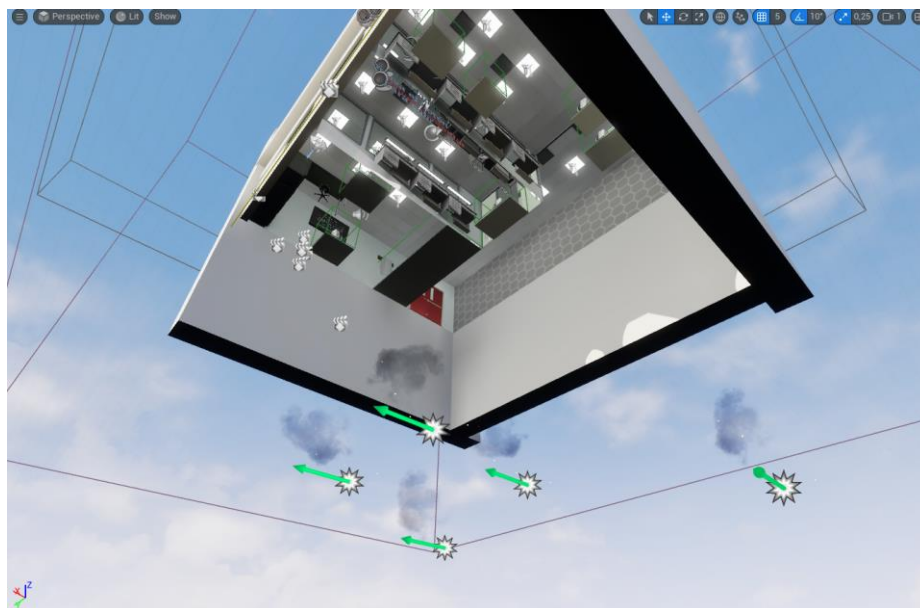
Layout de nivel



Nota. Puesta en escena hecha por Marcos Cevallos.

Figura 53.

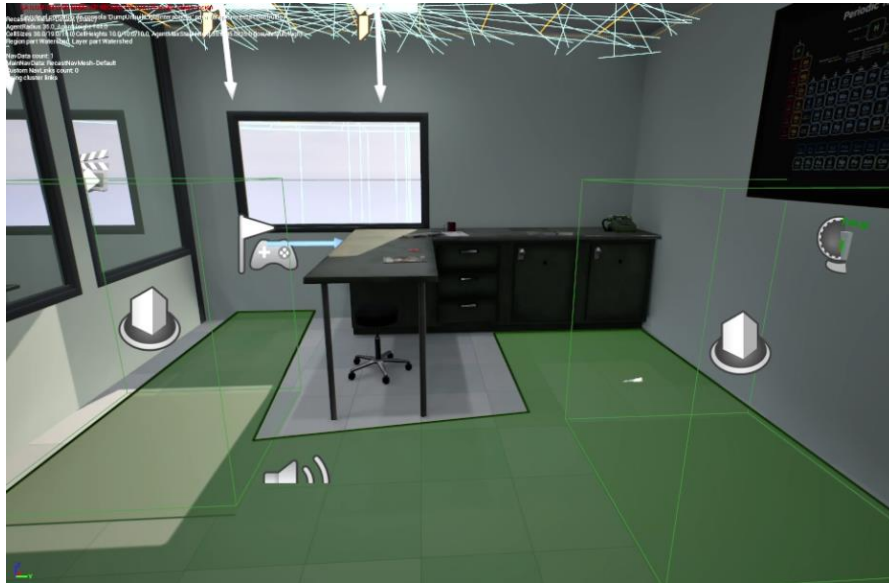
Layout fuera de nivel



Nota. Orden de los Assets por debajo del nivel.

Figura 54.

Escritorio y props



Nota. Adaptado de Apartment Tech Props, de Dekogon Studios, 2024, FAB (<https://fab.com/s/a72cd33dbf80>).

Figura 55.

Señal de Extintor



Nota. Adaptado de SCI 019 Señalamiento Extintor Contra Incendio Flama, de Mees (<https://www.mees.com.mx/producto/sci-019-senalamiento-extintor-contra-incendio-flama/>).

Figura 56.

Señal de salida de emergencia



Nota. Adaptado de Salida de emergencia, de Shutterstock ([Salida de emergencia.](#)

[Señal de salida: vector de stock \(libre de regalías\) 2044110260 | Shutterstock](#)).

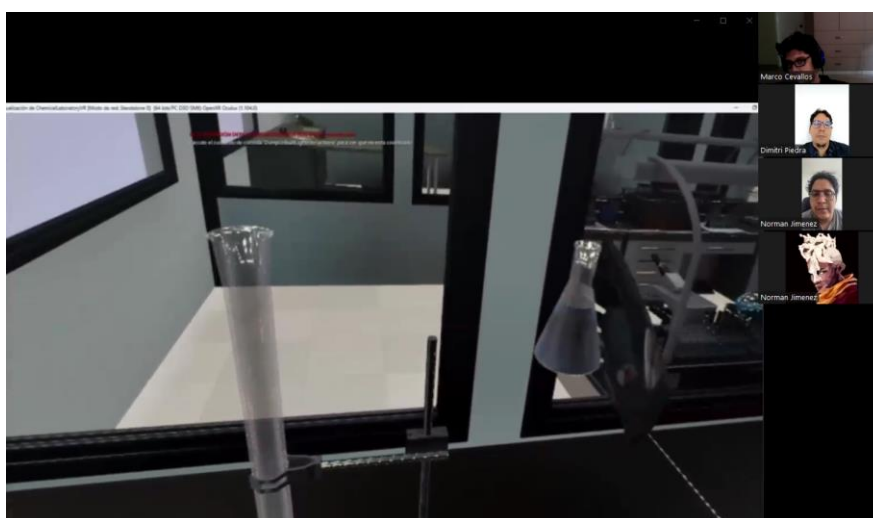
2.7 Testeo

El proceso de testeo fue llevado a cabo por tres evaluadores, el Blgo. Dimitri Piedra Soto, quien también estuvo encargado de guiarnos a través del desarrollo del proyecto, Luis Cascante y Emilio Iturralde, mediante sesiones individuales en un lapso de 3 días.

La primera sesión de prueba fue realizada por el Blgo. Piedra Soto, el cual fue contactado a partir de la aplicación Zoom, dentro de esta entrevista se mostró el gameplay en su totalidad del proyecto, resaltando la interactividad, diversión y aprendizaje en el mismo, durante esta sesión el Blgo. Piedra Soto destacó ciertas correcciones a trabajar, para lograr una mayor inmersión y realismo a la hora de realizar los diferentes experimentos dentro del laboratorio. Así mismo, manifestó la importancia del desarrollo de aplicaciones interactivas utilizando tecnologías emergentes, como la realidad virtual. Por último, señaló estar contento con el resultado de la investigación y planteó la posibilidad de utilizar el videojuego en un futuro, dentro de sus aulas de clase, puesto que ayudaría a realzar el interés de sus estudiantes en la materia al ser algo más llamativo.

Figura 57.

Presentación del gameplay



Nota. Dentro del testeo, se mostró cada paso del gameplay.

En la segunda sesión, se contactó con el Abg. Luis Cascante, quien manifestó un alto nivel de interés y una respuesta positiva al interactuar con el entorno del laboratorio virtual. Durante esta fase, se identificaron diversas deficiencias técnicas, tales como problemas en la iluminación y sombras, elementos mal posicionados, conflictos en la mecánica de movimiento, falta de interacción con ciertos objetos y fallos en la implementación de las físicas del simulador. A medida que estos errores fueron detectados, se implementaron soluciones a cada uno de los fallos y se incorporaron recomendaciones del evaluador, entre ellas la adición de un botón para iniciar el entorno virtual del juego y para cerrarlo.

Figura 58.

Luis Cascante testeando el videojuego



Nota. Luis Cascante, probando las mecánicas del videojuego.

En la tercera sesión, el proceso de prueba fue llevado a cabo por el estudiante en Jurisprudencia Emilio Iturralde, quien enfatizó la necesidad de corregir las físicas de los líquidos, ya que su comportamiento no correspondía

a los parámetros esperados. Asimismo, se identificaron errores en la programación de ciertos elementos y en la secuenciación de animaciones. Estos inconvenientes fueron abordados mediante la aplicación de ajustes en la programación, utilizando parámetros secuenciales y correcciones de código dentro del nivel para garantizar una mayor coherencia en la simulación. Además, se tomaron en consideración las sugerencias del evaluador, tales como el incremento de la interacción con objetos estáticos y la incorporación de modelos tridimensionales más realistas para los recipientes empleados en la simulación de líquidos dentro del entorno virtual.

Figura 59.

Emilio Iturralde testeando el videojuego



Nota. Emilio Iturralde, probando las mecánicas del videojuego.

Cabe destacar que a medida que se realizaban las sesiones de testeo, se iban anotando cada uno de los fallos que tenía el proyecto y después de finalizar las entrevistas, se empezaron a implementar parches de mejora en el proyecto.

CONCLUSIONES

El presente proyecto de tesis culminó con el desarrollo de un demo de videojuego de género simulador para realidad virtual, enfocado en la ejecución de experimentos en un laboratorio de química inorgánica. Dichos experimentos, por su naturaleza académica, requieren de una infraestructura específica que cumpla con ciertos parámetros para garantizar su correcta ejecución.

En este contexto, la realidad virtual demostró su capacidad para recrear un entorno seguro en el cual los jugadores pueden aprender mientras interactúan y se divierten. A través de esta herramienta, es posible realizar experimentos como la electrólisis y la valoración ácido-base, sin los riesgos inherentes a un laboratorio físico.

No obstante, el principal desafío de este proyecto radica en generar una experiencia inmersiva para el usuario, otorgándole las herramientas necesarias para interactuar de manera efectiva con el entorno virtual, con el objetivo de mantener el interés y la motivación de los estudiantes de primer año de bachillerato. La dificultad se sitúa en asegurar que los estudiantes logren aplicar los conocimientos adquiridos en su formación académica de manera práctica, lo que representa un reto adicional al proceso de enseñanza.

Por otro lado, el uso del motor de videojuegos Unreal Engine 5 permitió optimizar el flujo de trabajo, proporcionando un entorno lógico y eficiente para la programación a través de Blueprints. Aunque la programación no fue el enfoque principal del proyecto, la magnitud del motor gráfico y el apoyo de su comunidad contribuyeron significativamente en la implementación de las mecánicas necesarias.

Asimismo, los dispositivos Meta Quest, proporcionados por un tercero, fueron fundamentales para realizar pruebas previas a la entrega del

ejecutable. Esto permitió identificar y corregir errores en el videojuego a tiempo, lo que mejoró la calidad del proyecto y optimizó el flujo de trabajo.

Además, el programa de edición Clipchamp demostró ser la aplicación ideal para las necesidades del proyecto, gracias a su limitada pero amigable librería de efectos y herramientas se fue capaz de armonizar y mezclar cada parte del proyecto para la presentación del mismo.

En conclusión, los videojuegos se presentan como una herramienta eficaz para generar interacción y reforzar conocimientos. Además, poseen el potencial de evolucionar y generar productos de mayor calidad, con el fin de llegar a la audiencia objetivo. Por estas razones, se eligió este medio como principal canal para difundir el proyecto, específicamente dirigido a estudiantes de primer año de bachillerato.

RECOMENDACIONES

Desde el inicio del desarrollo del proyecto, se identificaron claramente las limitaciones técnicas que el videojuego enfrentaría, ya que la recopilación de información sobre las diferentes mecánicas a implementar difiere notablemente entre una plantilla de primera persona y una de realidad virtual. Estas complicaciones retrasaron la etapa de producción del videojuego en Unreal Engine 5.

Adicionalmente, el hardware necesario para probar el producto era de difícil acceso, lo que llevó a la necesidad de recurrir a un tercero para utilizar los dispositivos Meta Quest, permitiendo de este modo la prueba de cada etapa del desarrollo del software.

Asimismo, se recomienda trabajar los modelos con una topología más optimizada de lo habitual, dado que el juego está destinado a ser portable a realidad virtual. Es crucial mejorar la optimización mediante el uso de Nanite, LOD y evitando colisiones y físicas en mallas estáticas no interactuables, lo que contribuye al ahorro de memoria y favorece un mejor rendimiento del programa.

Para abordar las dificultades que enfrentan los estudiantes de primer año de bachillerato en la asignatura de química, se llevó a cabo una investigación mediante entrevistas. Esta acción generó un espacio de preguntas y respuestas, así como una guía sobre conceptos clave y posibles enfoques para el desarrollo del proyecto.

Finalmente, se recomienda buscar asistencia profesional siempre que sea posible, con el fin de recibir orientación adecuada y evitar posibles estancamientos en cualquier fase del desarrollo de un videojuego, especialmente cuando se trabaja con tecnologías emergentes, como la realidad virtual.

REFERENCIAS

- Atlantis University. ((s.f)). *Aprendizaje interactivo y gamificación: Cómo convertir el aprendizaje en una aventura*. Obtenido de Atlantis University: https://atlantisuniversity.edu/es/au_blog/aprendizaje-interactivo-y-gamificacion-como-convertir-el-aprendizaje-en-una-aventura/
- Belli, S., & López, C. (2008). *Breve historia de los videojuegos*. Obtenido de Athenea Digital: <https://www.redalyc.org/pdf/537/53701409.pdf>
- Cordero, C., & León, M. (4 de Diciembre de 2020). *Atención pedagógica a estudiantes con bajo rendimiento académico de primero de bachillerato general unificado*. Obtenido de Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU): <https://doi.org/10.26423/rctu.v7i2.506>
- Esquivel, I., & Marrujo, M. (Septiembre de 2010). *SIMULACIÓN BASADA EN VIDEOJUEGOS COMO POSIBILIDAD EDUCATIVA*. Obtenido de Universidad Veracruzana: https://www.researchgate.net/publication/279533293_Simulacion_basada_en_videojuegos_como_posibilidad_educativa
- Guaman M., C., Espinoza A., E., Sánchez J., J., & Sánchez E., M. (1 de Enero de 2024). *El juego y el desarrollo cognitivo de los estudiantes*. Obtenido de 593 Digital Publisher CEIT: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9314977.pdf>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (29 de Septiembre de 2017). *Por qué enseñar química en las aulas*. Obtenido de Milenio: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/instituto-tecnologico-de-estudios-superiores-de-monterrey/por-que-ensenar-quimica-en-las-aulas>
- Levis, D. (2006). *¿Qué es la realidad virtual?* . Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/2449000/_Qu%C3%A9_es_la_realidad_virtual_

- Lucas, J. M. (3 de Febrero de 2025). Entrevista con el Ingeniero Químico José Miguel Lucas. (M. Cevallos , Entrevistador) General Villamil Playas, Guayas, Ecuador. Recuperado el 9 de Diciembre de 2024, de <https://www.youtube.com/watch?v=A46hrGekmNE>
- Magallanes , J., Rodríguez, Q., Carpio, Á., & López, M. (13 de 06 de 2021). *Simulación y realidad virtual aplicada a la educación*. Obtenido de RECIAMUC: [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021.101-110](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021.101-110)
- Pérez, F. (Marzo de 2011). *Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual*. Obtenido de Creatividad y sociedad: http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro39/Realidad_Virtual.pdf
- Piedra, D. (18 de Noviembre de 2024). Entrevista con el Biólogo Dimitri Piedra Soto. (N. Jimenez, & M. Cevallos, Entrevistadores) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=tJweAmk76A0&t=385s>
- PixelsHub. (22 de Mayo de 2024). *El futuro de la Realidad Virtual: Oportunidades y Desafíos en 2024*. Obtenido de PixelsHub: <https://pixels-hub.com/el-futuro-de-la-realidad-virtual-oportunidades-y-desafios-en-2024>
- Psicología y Mente. (30 de Mayo de 2016). *Ocho aspectos psicológicos importantes en los videojuegos*. Obtenido de Portal Psicología y Mente.: <https://psicologiaymente.com/psicologia/aspectos-psicologicos-videojuegos>
- Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (Abril de 2020). *A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Solano, L., & Santacruz, L. (Diciembre de 2016). *Videojuegos como herramienta en Educación Primaria: Caso de estudio con eAdventure*. Obtenido de Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y

Educación en Tecnología:
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592016000200011&lng=es&tlng=es.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cevallos Domínguez, Marcos Enrique** con C.C: **0958374407** autor del trabajo de titulación: **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato** previo a la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **21 de febrero de 2025**

f. _____

Nombre: **Cevallos Domínguez, Marcos Enrique**

C.C: **0958374407**



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jiménez Rovira, Norman Gerardo** con C.C: **0953864006** autor del trabajo de titulación: **Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato** previo a la obtención del título de **Licenciado en Animación Digital** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **21 de febrero de 2025**

f. _____

Nombre: **Jiménez Rovira, Norman Gerardo**

C.C: **0953864006**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Simulador de realidad virtual para el apoyo de experimentos de química inorgánica dirigido a estudiantes de primero de bachillerato.		
AUTOR(ES)	Cevallos Domínguez, Marcos Enrique Jiménez Rovira, Norman Gerardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Villota Oyarvide, Wellington Remigio, PhD.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Artes y Humanidades		
CARRERA:	Animación Digital		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciado en Animación Digital		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 de febrero de 2025	No. DE PÁGINAS:	77 p.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Realidad Virtual, Videojuego, Química		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Videojuego, realidad virtual, simulador, química inorgánica, electrólisis, valoración ácido-base		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>El presente trabajo de titulación desarrolla un simulador de realidad virtual (VR) para la realización de experimentos de química inorgánica, dirigido a estudiantes de primero de bachillerato, con el propósito de mejorar la enseñanza de esta disciplina mediante la integración de tecnologías emergentes. Se parte de la problemática de la falta de infraestructura adecuada en laboratorios escolares, los riesgos inherentes a la manipulación de sustancias químicas y la necesidad de metodologías innovadoras que fomenten la comprensión y el interés por la química. Como solución, se plantea un videojuego educativo en VR que simula un laboratorio de química, permitiendo a los estudiantes interactuar con materiales y desarrollar experimentos como la electrólisis y la valoración ácido-base en un entorno seguro e inmersivo. La metodología aplicada incluye el uso del motor gráfico Unreal Engine 5 para la creación de entornos tridimensionales interactivos, así como la implementación de dispositivos de realidad virtual como Meta Quest para maximizar la experiencia de inmersión. Los resultados esperados incluyen un aumento en la motivación y comprensión de los conceptos químicos, así como la optimización de recursos educativos al reducir la dependencia de laboratorios físicos. En síntesis, este proyecto busca innovar en la enseñanza de la química a través de la realidad virtual, proporcionando una herramienta interactiva que refuerza el aprendizaje práctico y promueve el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	+593962371569 +593986639744	E-mail: marcos.cevallos.01@hotmail.com blaziisan@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Cabanilla Urrea, Sara María Auxiliadora, Mgs. Teléfono: +593984511945 E-mail: sara.cabanilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			