

Diseño e implementación de un Entorno Virtual con Leap Motion Control, como alternativa de prácticas durante la Covid-19

M.R.y.S.I. María Reina Zarate-Nava ^a, M.A.F.O. Eva María Landa-Huerta ^b, M.S.C. Nancy Aracely Cruz-Ramos ^c, L.I. Roberto Campos-Porras ^d, M.An. Cecilio Francisco Mendoza -González ^e, Abdiel Labrado-Flores ^f.

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz,
maria.zarate@utcv.edu.mx^a, eva.landa@utcv.edu.mx^b,
nancy.cruz@utcv.edu.mx^c, roberto.campos@utcv.edu.mx^d,
cecilio.mendoza@utcv.edu.mx^e, 201931001048@utcv.edu.mx^f,
Cuitláhuac, Veracruz, México.

Resumen

La COVID-19 en México obligó al sistema educativo tanto a nivel público y privado, a explotar las herramientas tecnológicas que ya existían para la impartición de clases virtuales. “A nivel educativo ha tenido dos efectos de signo muy distinto, como indica el reciente estudio de Szulevicz (2021). Mientras que algunas valoraciones enfatizan cómo la pandemia ha aumentado las desigualdades de por sí existentes entre los alumnos, otras subrayan la oportunidad que esta representa para repensar las respuestas educativas, tratando de que sean más equitativas y generen aprendizajes más valiosos [1]”. De acuerdo a la Encuesta para la Medición del impacto de la COVID-19 en la educación (ECOVID-19), el 15.4% de la población inscrita en el periodo 2019-2020 considera que las clases a distancia son poco funcionales para el aprendizaje y el 26.6% no se inscribió al siguiente ciclo escolar por la misma razón[2]; lo que brinda la posibilidad de crear nuevas herramientas tecnológicas para fortalecer la modalidad virtual y brindar los mismo beneficios que las clases presenciales. En el presente artículo se presenta una propuesta utilizando tecnologías de modelado y simulación para laboratorios virtuales en Instituciones de Educación Media Superior (IEMS), que permitan a los estudiantes conocer los instrumentos, sustancias y herramientas de laboratorio hasta la realización de prácticas, utilizando el control de LeapMotion.

Palabras clave—Entorno Virtual, Leap Motion, laboratorio.

Abstract

COVID-19 in Mexico forced the educational system, both at the public and private levels, to exploit the technological tools that already existed for the delivery of virtual classes. "At the educational level, it has had two effects of very different sign, as indicated by the recent study by Szulevicz (2021). While some assessments emphasize how the pandemic has increased existing inequalities among students, others highlight the opportunity it represents to rethink educational responses, trying to make them more equitable and generate more valuable learning [1]". According to the Survey for Measuring the Impact of

COVID-19 in Education (ECOVID-19), 15.4% of the population enrolled in the 2019-2020 period considers that distance classes are not very functional for learning and 26.6% did not enroll in the following school year for the same reason[2]; which offers the possibility of creating new technological tools to strengthen the virtual modality and provide the same benefits as face-to-face classes. This article presents a proposal using modeling and simulation technologies for virtual laboratories in Institutions of Higher Secondary Education (IEMS), which allows students to learn about instruments, substances, and laboratory tools until the realization of practice, using the LeapMotion control.

Keywords— Virtual environment, Leap Motion, laboratory, Education, Practices

1. INTRODUCCIÓN

El 2020 fue un parteaguas para la educación en México y el mundo derivado de la pandemia COVID-19. El sistema educativo en México se enfrentó a un desafío implementando clases a distancia en los distintos niveles educativos, a través de diferentes plataformas tecnológicas y herramientas online para el cumplimiento de los planes de estudio.

Alrededor de 33.6 millones de estudiantes inscritos en los diferentes niveles, en el periodo escolar 2019-2020 se fueron a clases virtuales [2]. Alrededor de 21,047 escuelas, 412,353 docentes y 5,144,674 alumnos del nivel Educación Media Superior (EMS)¹, iniciaron la impartición de clases a distancia. El acuerdo número 02/03/20 del Diario Oficial de la Federación (DOF) emite lo siguiente en el artículo Primero:

Se suspenden las clases del periodo comprendido del 23 de marzo al 17 de abril de 2020 en las escuelas de educación preescolar, primaria, secundaria, normal y demás para la formación de maestros de educación básica del Sistema Educativo Nacional, así como aquellas de los tipos medio superior y superior dependientes de la Secretaría de Educación Pública, a excepción del Instituto Politécnico Nacional, como una medida preventiva para disminuir el impacto de propagación de la COVID-19 en el territorio nacional.(p.2)

De lo anterior, esta suspensión se extendió hasta inicios del 2022 y la forma de enseñanza virtual se convirtió en una herramienta imprescindible en los estudiantes de EMS. Para los planes de estudios de materias que requieren un

¹ Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2019-2020, elaborado por la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa (DGPYE)[9].

laboratorio, fue en desafío que los jóvenes realizarán las prácticas en casa, sin las herramientas y equipamiento necesarios. Los docentes generaron estrategias pedagógicas incorporando la tecnología como una herramienta de apoyo para reforzar el trabajo colaborativo profesor-alumno.

En este punto, los entornos virtuales representan una opción viable para la simulación de laboratorios, prácticas y equipamiento especializado. Actualmente, se han lanzado nuevos dispositivos de bajo costo que prometen una interacción con objetos virtuales, tales como la tecnología Leap Motion.

En México, a nivel medio superior se realizan prácticas de laboratorio en materias como Química, Metalmecánica, Máquina Herramientas, Medicina, Electricidad, Biología, por mencionar algunas de los planes de estudio de COBAEV², CONALEP³ y CETIS⁴, donde las escuelas cuentan con una infraestructura con los instrumentos y materiales mínimos para realizar prácticas de Laboratorio, pero en el caso de las clases virtuales, los estudiantes no cuentan con la infraestructura ni los materiales en casa.

En el informe de ECOVID-ED 2021 del INEGI[2], menciona:

Ante la pandemia las instituciones educativas tanto públicas como privadas han puesto en marcha programas para continuar con la educación a distancia a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), herramientas que han sido indispensables para la comunicación entre docentes y alumnado. (p.8)

Los entornos virtuales enfocados a la educación sirven como herramientas de apoyo y soporte a la enseñanza ya que brindan una solución eficaz al problema de la escasez de espacios como laboratorios de química físicos en zonas de nivel medio de desarrollo, y fomentan la integración de las nuevas tecnologías como estrategias pedagógicas logrando resultados efectivos en el aprendizaje del alumno. La ECOVID-ED 2021, recuperó que el 65.7% de los estudiantes durante el ciclo escolar 2019-2020 tienen acceso a un teléfono inteligente, sin tomar en cuenta los otros dispositivos (ver Fig. 1) [2].



Fig. 1 Porcentaje de la población de 3-29 años, según aparatos o dispositivos electrónicos usados para sus actividades escolares.

² Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz

³ Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica.

⁴ Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios.

Con base en lo anterior, la incursión de entornos virtuales es una opción viable en México. El presente artículo, presenta un entorno de Realidad Virtual controlado mediante Leap Motion, que permite realizar prácticas de laboratorio de Química, y facilita la manipulación de diferentes instrumentos y sustancias; con el objetivo de observar y analizar las reacciones químicas que se produzcan simulando un ambiente real. La metodología para la generación del prototipo y la puesta en marcha es Design Thinking, y fue puesto en marcha en un entorno controlado, con 2 prácticas de la materia de Química.

2. CONTENIDO

2.1 METODOLOGÍA

En la página web desarrollada para esta metodología⁵, se describe el Pensamiento de Diseño de la siguiente manera: “Es un método para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios. Proviene de la forma en la que trabajan los diseñadores de producto.”

Dentro de la misma página web, se describen las cinco fases del proceso del presente método, el cual no es lineal (ver Fig. 2), debido a que dichas etapas son iterativas, es decir, es posible regresar de una a otra, según se requiera.

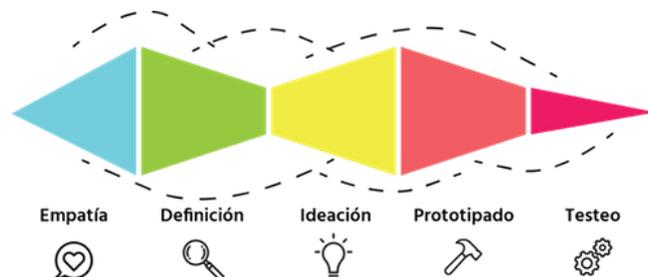


Fig. 2 Organización de la metodología Pensamiento de Diseño.

2.1.1 Fase 1: Empatía

La técnica para realizar esta fase es la «investigación de referentes»; la cual consiste en la lectura exhaustiva de documentos, libros, revistas, sitios web, entre otros recursos; para entender los antecedentes de la idea que se desea producir.

Además se seleccionaron las herramientas tecnológicas para desarrollar el proyecto y se realizó la instalación del entorno de trabajo. Para este caso particular, las herramientas son:

- Leap Motion: “Es un módulo óptico de seguimiento de manos que captura los movimientos de sus manos con una precisión sin precedentes[3]”.

⁵ <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>

Dentro del proyecto es indispensable para manipular objetos 3D⁶ de forma virtual.

- Autodesk Maya: “Software de renderización, simulación, modelado y animación por computadora 3D[4]”. En el proyecto es utilizado para el modelado y animación de objetos 3D.
- Adobe Photoshop: “Software que permite ayudarle a previsualizar, organizar, editar y publicar varios recursos creativos de forma rápida y sencilla[5]”
- Adobe Illustrator: “Aprende a crear bellas ilustraciones y arte vectorial en el escritorio y el iPad[6]”
- Unity: “Plataforma de desarrollo más popular para crear juegos multiplataforma y experiencias interactivas 2D y 3D[7]”. En el proyecto es utilizado para la creación del entorno virtual.

2.1.2 Fase 2: Ideación

La ideación va de la mano con la fase 1, por lo que su realización es directamente la de una con la otra; su propósito es identificar los hechos en la primera fase para definir un listado de entregables como respuesta a la problemática generada en la fase de empatía. La técnica para desarrollar esta fase es la «selección por importancia», en la cual se genera un listado de características, entregables o posibles soluciones, para posteriormente definir un segmento de ellas para abordar en el proyecto.

2.1.3 Fase 3: Definición

En esta etapa se define el proceso que se llevará a cabo para materializar o prototipar las ideas seleccionadas en la segunda fase. La fase de definición describe el proceso de producción 3D, necesario para cumplir el objetivo general del presente proyecto.

2.1.4 Fase 4: Prototipado

Esta fase conlleva la mayoría del trabajo de la metodología y es en la que recaen las otras cuatro; su principal objetivo es generar los entregables definidos siguiendo el proceso y recomendaciones sugeridos por las fases que le preceden. Durante esta etapa se realizó el diseño del entorno virtual del laboratorio, el modelado 3D de los instrumentos de material de vidrio (Ver Fig. 3) con base en el manual de prácticas de educación básica. La integración de los objetos 3D al nuevo entorno virtual fue indispensable para realizar las prácticas de laboratorio de Química con Leap Motion.

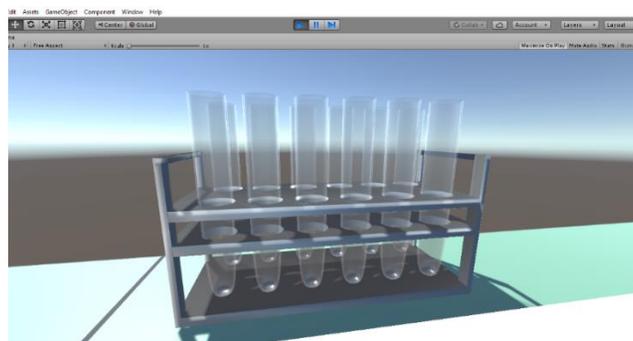


Fig. 3 Modelos 3D de los tubos de ensayo.

2.1.4.1 Instrumentos de laboratorio

Los “instrumentos de laboratorio es un término general aplicable a todos los medidores, recipientes y otras herramientas que uno pueda imaginar para realizar síntesis y análisis en el ámbito de los diversos trabajos de laboratorio[8]”. En la tabla 2, se muestra la importancia de los instrumentos según su frecuencia de uso dentro del laboratorio de Química, con una escala numérica del 1 al 5, donde 1 es poco necesario y 5 es realmente necesario.

Tabla 2. Frecuencia de uso de los instrumentos de laboratorio de Química según el material.

Instrumentos según el material	Importancia según la frecuencia				
	1	2	3	4	5
Porcelana				X	
Madera	X				
Metal					X
Diversos			X		
Vidrio					X

Como se aprecia en el análisis de la Tabla 2, los tres tipos de instrumentos más necesarios en un laboratorio de Química son precisamente los de vidrio, metal y porcelana.

Para la selección de instrumental, se seleccionaron instrumentos con más frecuencia de uso y requerido para los dos experimentos seleccionados. En primer término, se muestran los instrumentos de vidrio que son proporcionales con su estructura, para este tipo se ocupó la técnica Revolve (Fig. 4) y Reverse. En total fueron 9 instrumentos diseñados.

⁶ Modelos en tercera dimensión.

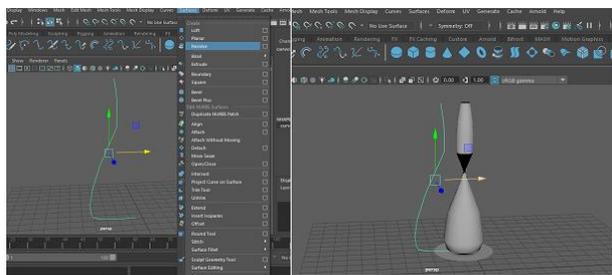


Fig. 4 Utilización de la técnica Revolve.

En segundo término, se diseñaron los instrumentos con estructuras que contienen agujeros, el total de modelos con esta característica fueron 5 (Fig. 5). En tercer término fueron los instrumentos modelados con cubo como polígono, en total fueron 4.

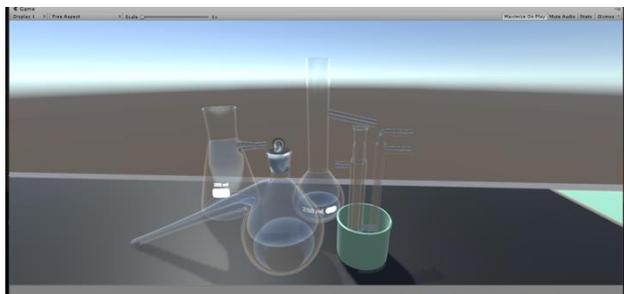


Fig. 5 Modelos con estructuras que contienen un agujero.

2.1.4 Fase 5: Verificación

En la fase de verificación, se debe entregar el sistema a producción, la generación de las pruebas por parte de los testers, así como del usuario final. En esta etapa se realizaron las pruebas de interacción de Leap Motion con los instrumentos de laboratorio con el objetivo de disminuir el grado de error al moverlos dentro del entorno virtual.

2.2 RESULTADOS

Una de las características de los entornos virtuales es su **escalabilidad**, dado que se le puede ir incorporando nuevas prácticas, para que sea más completo y diverso. Los instrumentos y materiales modelados, pueden ser reutilizados en nuevas prácticas adheridas al entorno virtual, solo la parte de la simulación del proceso es la parte que se debe incorporar al proyecto.

En general, los instrumentos de laboratorio (material de vidrio) se culminaron exitosamente. En la Tabla 1 se describen los productos generados.

Tabla 1. Productos generados, cantidad y software utilizado.

Producto	Cantidad	Software
----------	----------	----------

Trazos de instrumentos	14	Adobe Illustrator
Modelos 3D	22	Autodesk Maya Software
Mapa UVs	10	Adobe Photoshop
Texturas-medidas	6	Adobe Illustrator

A partir de los productos mencionados en la Tabla 1, se derivaron nuevos recursos, por ejemplo, los modelos 3D realizados en Autodesk Maya produjeron formatos en *FBX*⁷ (Filmbox) y los mapas realizados en Photoshop se exportaron a formato de imagen para ser integrados en Unity. Cada uno de los modelos generados con diversas técnicas, permitirán la realización del Experimento 1 y 2 del manual de prácticas.

2.2.1 Entorno Virtual

El entorno virtual para prácticas de laboratorio de Química, cuenta con los siguientes elementos:

- Laboratorio y estantes (Fig 6)
- Instrumentos de laboratorio
- Materiales y sustancias

Como se aprecia en la Fig. 6 se cuenta con acceso al laboratorio, modelado en su totalidad desde techo, luces, plafones, estantes, gavetas y mesas de trabajo. Todo lo anterior, para dar la sensación de estar trabajando en un laboratorio real.



Fig.6 Escenario virtual principal.

2.2.2 Experimentos

Los dos experimentos seleccionados con base en el manual de prácticas de Química I de los Colegios de Bachilleres son:

- Experimento 1: Membrana elástica

⁷ FBX es un formato de intercambio de activos 3D que facilita el intercambio de datos[3].

- Experimento 2: Tensión superficial

Experimento 1: Membrana elástica

Objetivo: Atravesar un globo con una aguja sin que explote.

Materiales y sustancias: Aguja metálica, globo, aceite.

Procedimiento:

1. Inflar el globo
2. Untar aceite a la aguja
3. Con un ligero movimiento giratorio, insertar la aguja cerca del nudo del globo
4. Sacar la aguja por el extremo opuesto al nudo

Explicación: La membrana elástica del globo no tiene una tensión uniforme. Cerca del nudo y en el extremo opuesto la tensión es menor. Por este motivo es posible insertar la aguja sin que el globo explote. Al retirar la aguja, el globo se desinfla lentamente al salir el aire por los dos agujeros. El aceite ayuda a deslizar la aguja.

Para la ejecución del experimento anterior, el estudiante a través de Leap Motion, debe colocar los elementos en la mesa de trabajo y seguir el procedimiento indicado. Al terminar de colocar los elementos requeridos, se activará el botón de reproducir y se generará una animación donde se mostrará la explicación del experimento (Fig. 7).



Fig. 7 Animación del experimento de Membrana Elástica.

Experimento 2: Tensión superficial

Objetivo: Demostrar la tensión superficial del agua.

Materiales y sustancias: Recipiente con agua, un par de bolas de corcho, una bola de cera.

Procedimiento:

1. Colocar dos bolas de corcho sobre la superficie del agua a una distancia de uno o dos centímetros y observar.
2. Repetir el experimento con una bola de corcho y una bola de cera y observar.

Explicación: El agua moja las paredes del recipiente y la bola de corcho. En ambos casos el agua sube por las paredes formando un menisco

cóncavo (la superficie del agua se curva hacia arriba). Respecto a la bola de cera, la superficie de la bola es mojada por el agua y el agua no sube por las paredes (la superficie del agua se curva hacia abajo). La superficie del agua se comporta como si fuera elástica por acción de la tensión superficial y tiende a contraerse.

Al igual que en el experimento 1, el estudiante debe colocar los elementos necesarios como se observa en la Fig. 8, y se activará el botón de reproducir para la explicación del mismo.



Fig. 8 Animación del experimento de Tensión Superficial.

2.2.3 Leap Motion

El sensor de movimiento de Leap Motion detecta la posición de las manos y permite manipular de forma libre los objetos virtuales como en la realidad. El alumno no sólo interactúa con los materiales y sustancias, también observa la reacción química provocada, como se muestra en la Fig. 9. En caso de que el alumno no siga los pasos correctamente, deberá repetir la práctica hasta obtener el resultado esperado.



Fig. 9 Pruebas de usabilidad del entorno virtual.

2.2.4 Satisfacción

Se realizaron pruebas de usabilidad y rendimiento del entorno virtual en instituciones de educación básica de la zona centro del estado de Veracruz, en donde fueron seleccionados 100 alumnos que cursan la materia de Química I. Posterior a utilizar y manipular los instrumentos de laboratorio a través del entorno virtual y utilizando la tecnología de Leap Motion. Dentro de las preguntas de la encuesta se destaca, que el 60% de los alumnos consideran el entorno virtual interesante, el 90% indica que no conocía la tecnología de Leap Motion y el 95% de los alumnos logró realizar alguno de los 2 experimentos dentro del entorno virtual, como se muestra en la Fig. 10.

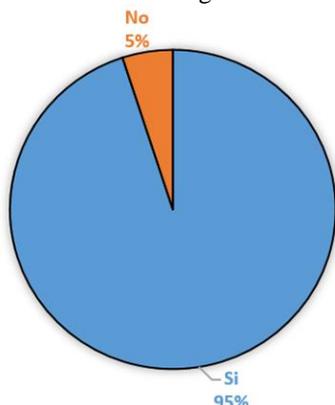


Fig. 10. Resultados de la pregunta ¿Lograste realizar uno de los experimentos del entorno virtual?

Durante el proceso de observación, se pudo apreciar que los factores que influyeron en que el 5% no concluye la práctica fue que se les dificultó el uso de la tecnología. También se logró incluir al personal educativo de las instituciones, los cuales el 95% considera que herramientas como los entornos virtuales deberían formar parte del proceso enseñanza aprendizaje, el 3% considera que podría ser probable la implementación y el 2% respondieron que no.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la demostración y el uso del entorno virtual en la población seleccionada se encontraron resultados positivos que prometen la aceptación de los usuarios finales, en este caso, los estudiantes del nivel medio superior. En México, el sector de la educación, la tecnología como los Entornos Virtuales deben aún cumplir ciertos retos para su implementación, como señala Edel Ruben (2010) “no sólo es suficiente contar con recursos tecnológicos de punta, es necesario formar usuarios y consumidores de tecnología” (p. 8)[10].

Con respecto al primer reto, el entorno virtual propuesto puede instalarse en un teléfono inteligente, para que desde él los estudiantes puedan realizar sus prácticas, y la incorporación del Leap Motion tendría un costo de \$89 dólares, alrededor de \$1824.68 pesos mexicanos, que en comparación con otras soluciones tecnológicas, es accesible y compatible con diversos dispositivos. Con respecto al segundo reto, para la implementación y uso adecuado de los

entornos virtuales en el aula, el profesor o tutor se debe encontrar correctamente capacitado, para poder obtener el mayor beneficio de la herramienta y su correcta implementación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

Lo que propone el presente trabajo, es que los Entornos Virtuales sean herramientas de apoyo en el proceso de construir el conocimiento en los estudiantes, tanto para entornos de enseñanza virtuales como presenciales. Después de la pandemia las IEMS vieron la necesidad de contar con herramientas virtuales que permitan a los estudiantes realizar prácticas o actividades que se realizaban en la escuela o en un laboratorio en materias como: Química, Biología, Geografía, Física entre otras, y es posible modelar escenarios específicos que permitan a los alumnos visualizar más allá de la teoría.

3.1 Agradecimientos

Un agradecimiento a la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz que ha brindado las herramientas y software necesario para la realización del proyecto. Al alumno Abdiel Labrado Flores y la exalumna Guadalupe González de la Cruz por su compromiso y dedicación con el proyecto.

4. REFERENCIAS

- [1] L. Medina-Gual, C. Chao Rebolledo, E. Garduño Teliz, M. González-Videgaray, and M. del P. Baptista Lucio, *Educación en contingencia durante la covid-19 en México* *Educación en contingencia durante la covid-19 en México*, Primera ed. México: FUNDACIÓN SM MÉXICO, 2021.
- [2] INEGI, “ENCUESTA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO COVID-19 EN LA EDUCACIÓN (ECOVID-ED) 2020,” 2020.
- [3] Ultraleap, “Leap Motion Controller.” [Online]. Available: <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/>. [Accessed: 01-Feb-2022].
- [4] Autodesk, “MAYA.” [Online]. Available: <https://www.autodesk.mx/products/maya/overview>. [Accessed: 01-Feb-2022].
- [5] Adobe, “Adobe Photoshop,” 2022. [Online]. Available: <https://helpx.adobe.com/mx/photoshop/user-guide.html>.
- [6] Adobe, “Adobe Illustrator: Guía del Usuario,” 03/01/2022, 2022. [Online]. Available: <https://helpx.adobe.com/mx/illustrator/user-guide.html>.
- [7] Unity Technologies, “Unity,” 2022. [Online]. Available: <https://unity3d.com/es/get-unity/download>. [Accessed: 01-Feb-2022].
- [8] CISLAB, “Materiales de un Laboratorio Químico.” [Online]. Available: <https://www.cislab.mx/materiales-equipos-de-laboratorio-quimico/>.
- [9] SEP-DGPPEE, “Principales cifras del Sistema Educativo Nacional,” *Sist. Consult. Interactiva*

- Estadísticas Educ.*, p. 134, 2020.
- [10] R. Edel Navarro, “ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE: La contribución de ‘lo virtual’ en la educación,” RMI, vol. 15, no. 44, pp. 7–15, 2010.