



Universidad Tecnológica ECOTEC

Facultad de Derecho y Gobernabilidad

Título del trabajo:

Desarrollo de un prototipo de escena del crimen tipo cerrada en un entorno virtual
con tecnología VR

Línea de Investigación:

Gestión de relaciones jurídicas

Modalidad de titulación:

Trabajo de Integración Curricular

Carrera/programa:

Criminalística

Título a obtener:

Licenciatura en Criminalística

Autor (a):

Johanna Cristina Ayluardo Montes y Ellen Vanessa Carrión Saritama

Tutor:

Mgtr. Rosa Andrea Portero Ortiz

Guayaquil – Ecuador

2024

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Oscar y Ximena, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor fuente de inspiración y fortaleza.

A mis hermanos, Manzi y Emilio, por su compañía en cada paso de este camino. Son la alegría de mi vida.

A mi mami Elena, por ser mi ejemplo de perseverancia y dedicación, gracias a ti sé que puedo lograr todo lo que me propongo, te amo.

Al ser más importante de mi vida, Lolito, cuyo recuerdo me da fuerzas para seguir adelante y cuyo amor incondicional siempre será parte de mí.

A Vanessa, cuya presencia me ha acompañado y cuidado en todo momento.

Y a ti, Edu, por tu amor, paciencia y apoyo incondicional. Gracias por estar a mi lado y creer en mí aun cuando yo no lo hacía.

Este logro es tan tuyo como mío.

Ellen V. Carrión S.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi familia, que me han brindado su apoyo incondicional a pesar de la distancia.

A mis padres, por su esfuerzo invaluable y por hacer esto posible.

A mi querido Lolito, que me acompaño en cada mala noche. Gracias por encontrarme.

A mi mami, que a pesar de la distancia ha sido mi soporte en los momentos difíciles.

A mi profesora Rosa, agradezco su guía, paciencia y sabiduría. Su apoyo y orientación han sido fundamentales en este proceso, y siempre apreciaré sus valiosos consejos.

A Alberto y Leonardo, mis guías importantes, gracias por compartir su amplio conocimiento y experiencia en esta ciencia que amamos. Su apoyo ha sido crucial para este trabajo.

A Diego, por su apoyo incondicional durante este proceso. Gracias por creer en este proyecto.

A mi compañera de tesis, Johanna, por su esfuerzo y colaboración en este proyecto. Tu dedicación, creatividad y compromiso han sido invaluable para alcanzar este objetivo.

Ellen V. Carrión S.

DEDICATORIA

A mi querida mamá, Johanna Montes, por todos los sacrificios que ha hecho, por creer en mí, por su amor incondicional y por ser mi guía en cada paso de este camino. Esta tesis es un reflejo de tu apoyo y amor eterno.

A mi hermano, Erick, por su cariño y por enseñarme con su ejemplo a no tomarme todo tan en serio y a confiar en que todo siempre saldrá bien.

A mi abuelita, Yulen, por ser mi apoyo incondicional, por escucharme, por sus sabios consejos, por siempre tenerme fe y por todas las velas que gastó en mí.

A Inu, el amor de mi vida y mi fiel compañero de cuatro patas, por todos los momentos de compañía, por ser mi fuente constante de alegría y por su amor sincero. Su presencia ha hecho esta trayectoria aún más especial.

A Tequila, mi perrito chiquito, que siempre me saca una sonrisa y me da fuerzas a pesar de la distancia.

A mi mejor amiga, Meidsy, por estar siempre a mi lado en cada paso de este viaje, por tu paciencia, por compartir noches sin dormir y momentos difíciles conmigo, por tu apoyo constante, y por tu amistad incondicional.

Johanna C. Ayluardo M.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincera gratitud a mis padres por su esfuerzo y sacrificio, y, sobre todo, por su apoyo incondicional. Sin su constante aliento y amor, este logro no habría sido posible.

A mi Inu, gracias por nunca dejarme sola y ser la luz en mi vida.

A la miss Rosa, agradezco su ayuda, paciencia, guía y dedicación en impartir conocimiento. Sus enseñanzas han sido fundamentales en mi formación académica y personal, y su compromiso ha sido una fuente constante de inspiración.

Al mister Alberto, agradezco su paciencia y disposición para ayudarnos en todo momento. Su experiencia y consejos han sido de gran ayuda para mejorar y pulir este trabajo.

A Diego, gracias por su invaluable ayuda durante todo este proceso y por siempre extendernos una mano cuando lo necesitábamos.

A mi compañera de tesis, Ellen Carrión, gracias por tu esfuerzo y dedicación para lograr un excelente proyecto de tesis. Gracias por tu sabiduría y confianza en mí para poder alcanzar este objetivo tan deseado. Más que nada te agradezco profundamente por la amistad que hemos construido, la cual ha sido de las más valiosas de mi experiencia universitaria.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación.

Johanna C. Ayluardo M.

CERTIFICADO DE REVISIÓN FINAL



ANEXO No. 9

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster
Abg. Andrés Madero
Decano de la Facultad de Derecho y Gobernabilidad
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación **TITULADO: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE ESCENA DEL CRIMEN TIPO CERRADA EN UN ENTORNO VIRTUAL CON TECNOLOGÍA VR**, fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza a las estudiantes: **Johanna Cristina Ayluardo Montes / Ellen Vanessa Carrión Saritama**, para que procedan con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,

Firma

Mgtr Rosa Andrea Portero Ortiz
Tutora

CERTIFICADO DE COINCIDENCIA DE PLAGIO



ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE ESCENA DEL CRIMEN TIPO CERRADA EN UN ENTORNO VIRTUAL CON TECNOLOGÍA VR** elaborado por **JOHANNA CRISTINA AYLUARDO MONTES / ELLEN VANESSA CARRIÓN SARITAMA** fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del **7%** mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento.

<https://app.compilatio.net/v5/report/a110c28c506794a040fb6c5db46a5a77c10cc828/sources>

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
m@j@r

TESIS JOHANNA AYLUARDO Y ELLEN CARRIÓN FINAL

7%
Textos sospechosos

- 5% Similitudes
 - < 1% similitudes entre oraciones
 - < 1% entre las fuentes mencionadas
- 2% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS JOHANNA AYLUARDO Y ELLEN CARRIÓN FINAL.docx
ID del documento: d500e1e38213501d90796a304c679339649586f
Tamaño del documento original: 7,85 MB

Depositante: ROSA ANDREA PORTERO ORTIZ
Fecha de depósito: 6/8/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 6/8/2024

Número de palabras: 12.776
Número de caracteres: 85.379

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TRABAJO DE TITULACION JULIANA CORREA JOSE FIGUEROA.docx TRAB... #62708 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (109 palabras)
2	PROYECTO INTEGRADOR, MAYTE GONZALEZ Y CARLOS CAICEDO (1) (1)... #16431 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: 1% (140 palabras)
3	www.imexcl.gob.pa https://www.imexcl.gob.pa/wp-content/uploads/2022/01/Manual-de-cadena-de-cadena.pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

ATENTAMENTE,

Firma
Mgtr. Rosa Andrea Portero Ortiz
Tutora

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
MARCO TEÓRICO	12
INSPECCIÓN OCULAR TÉCNICA.....	13
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	14
OBSERVACIÓN, VALORACIÓN Y PLANIFICACIÓN.....	15
FIJACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS.....	15
<i>Descripción Escrita</i>	<i>16</i>
<i>Fijación Fotográfica</i>	<i>16</i>
<i>Fijación Planimétrica</i>	<i>17</i>
BÚSQUEDA Y TRATAMIENTO DE INDICIOS	18
<i>Búsqueda por Zonas</i>	<i>18</i>
<i>Búsqueda por cuadrícula</i>	<i>18</i>
CLASIFICACIÓN DE INDICIO	19
<i>Indicios de Carácter Orgánico</i>	<i>19</i>
<i>Indicios de Carácter Inorgánico.....</i>	<i>20</i>
CADENA DE CUSTODIA	21
LIBERACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS	21
DOCUMENTAL Y REMISIÓN DE EVIDENCIA	21
TECNOLOGÍA VR.....	22
COMPONENTES DE VR.....	23
<i>Hardware</i>	<i>23</i>
<i>Softwares</i>	<i>23</i>
<i>Tecnología VR en la Preparación de Criminalistas</i>	<i>24</i>
GAMIFICACIÓN	27
APRENDIZAJE EXPERIENCIAL.....	28
MARCO METODOLÓGICO	30
ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	31
DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	32
POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	32
MATERIALES.....	33

INSTRUMENTOS.....	33
MÉTODOS	33
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	33
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
CONCLUSIÓN	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS	53

INTRODUCCIÓN

Este estudio surge por la necesidad de potenciar el método de prácticas en el estudio de la escena del crimen en la materia de Inspección Ocular Técnica (IOT). La investigación de la escena del crimen es esencial en la criminalística, ya que “tiene como objetivo captar la escena del delito tal como se presenta en el primer momento y reconocer y recoger todas las pruebas materiales que puedan resultar pertinentes para resolver el caso” (United Nations Office on Drugs and Crime, 2009). Es precisamente este proceso de aprendizaje el que se vuelve indispensable para la formación de un estudiante de criminalística. Estas prácticas sientan las bases de un perfil profesional competitivo, dotando a los estudiantes con las habilidades y experiencias necesarias para enfrentar los desafíos reales del campo forense.

El ejercicio de la escena simulada de crimen se basa en prácticas respaldadas por evidencia que han demostrado mejorar el aprendizaje estudiantil. La transición de un aprendizaje tradicional a uno en el que se incorporan prácticas de alto impacto puede parecer desafiante. Sin embargo, una vez establecidos, los beneficios que producen las prácticas de alto impacto en la educación superior son numerosos. Por ejemplo, los beneficios incluyen el mejoramiento de las habilidades de pensamiento crítico, un mayor compromiso estudiantil y la adquisición de habilidades transferibles al ámbito laboral (Kilgo et al., 2015; Miller et al., 2018). Esta metodología de enseñanza se la conoce como gamificación, dentro de esta se implementan elementos, técnicas y mecánicas de diseño de juegos en entornos no lúdicos para fomentar la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes (Contreras & Eguía, 2016).

La implementación de la realidad virtual en el aprendizaje se fundamenta en su capacidad para transformar radicalmente la experiencia educativa. Esta tecnología ofrece un entorno inmersivo que involucra a los estudiantes en escenarios simulados y realistas, permitiéndoles interactuar, explorar y experimentar de manera activa y significativa. Al sumergirse en entornos virtuales, los alumnos pueden aplicar conceptos teóricos en

contextos prácticos, fomentando el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones.

La problemática se centra en que los estudiantes de criminalística no pueden realizar sus prácticas en entornos reales debido a la naturaleza volátil de la escena del crimen. Las escenas del crimen son áreas restringidas donde se maneja información sensible, y su fin es precautelar siempre la integridad de los indicios. Además, las escenas del crimen pueden ser sitios peligrosos debido a la presencia de sustancias tóxicas, materiales biológicos y, en algunos casos, por la presencia de un posible victimario. Es por esta razón, que es crucial entender cuáles son las alternativas que existen para adquirir estas habilidades de la materia antes mencionada.

La importancia de este proyecto se centra en el nivel teórico y práctico. Dentro del ámbito teórico, este estudio representa una oportunidad para validar y aplicar conceptos académicos a un entorno de realidad virtual. Lo que va a consolidar la comprensión de los principios fundamentales en un contexto práctico. Enfocándonos en el punto de vista práctico, este proyecto ofrece una plataforma en donde los estudiantes van a adquirir habilidades vitales en un entorno simulado, asegurando una formación integral y adaptable a diversos escenarios que surgirán en el mundo real laboral.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1

Inspección Ocular Técnica

Ante el cometimiento de un hecho presuntamente delictivo, es esencial que el personal de criminalística, policía nacional, fiscalía, medicina legal y demás personal especializado, lleve a cabo un trabajo de investigación exhaustivo. A esta actividad se la conoce como Inspección Ocular Técnica (IOT) o Criminalística de Campo. La IOT se puede definir como una serie de pasos sistematizados que comprenden la observación, comprobación y operaciones técnicas que se realizan en el lugar del hecho (Espinosa, 2017). El objetivo de esta labor es verificar si el hecho denunciado existe o no, y en caso de que el delito exista contribuir con la reconstrucción de los hechos y la recopilación de indicios que sirvan como material de apoyo dentro del proceso penal (Lago, 2017).

La inspección ocular técnica es un proceso que requiere el uso de métodos y técnicas científicas que estén totalmente sistematizadas, es decir, que sigan un orden específico con el fin de evitar errores que pudieran contaminar indicios relevantes para la investigación que, como consecuencia, perjudiquen a la reconstrucción de la mecánica de los hechos. Por esta razón la investigación del lugar de los hechos comprende una serie de pasos que se conocen como la metodología de investigación criminal.

Según el Manual de Buenas Prácticas en la Escena del Crimen (Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen [GITEC], 2010) este proceso consta de las siguientes fases: la protección y preservación del lugar de los hechos; recopilación de información preliminar; observación, valoración y planificación en la escena; fijación del lugar de los hechos; búsqueda y tratamiento de los indicios; liberación de la escena del crimen y por último, el envío de documentación o traslado de evidencia (p.11).

Protección y Preservación del Lugar de los Hechos

Este primer paso tiene como objetivo proteger el lugar de los hechos de terceras personas ajenas a la investigación, quienes podrían contaminar la escena. El personal multidisciplinario tiene el deber de asegurar todos los accesos, entradas y salidas del lugar

de los hechos desde el momento en que se tiene conocimiento del presunto hecho delictivo hasta que se concluya la investigación.

El lugar de los hechos se define como el sitio en donde se ha cometido un hecho presuntamente delictivo que debe ser intervenido con el fin de determinar las características del delito y las personas involucradas (Montiel, 2000).

Dentro de esta etapa, la protección se lleva a cabo por las unidades policiales que reciben la noticia del suceso, y, por lo tanto, son los primeros en intervenir. En la escena, el procedimiento que las unidades siguen es el del acordonamiento, que se puede realizar con conos, vehículos, cinta perimetral o con personal de la policía.

Según el Manual de Buenas Prácticas del GITEC (2010), la protección y el acordonamiento deben adaptarse al tipo específico de escena en el que se está interviniendo. En el caso específico de una escena cerrada, definida como el espacio físico que está delimitado por paredes y techo (Fiscalía General de la República, 2011), la protección se hará desde la puerta de entrada principal despejando el lugar de personas ajenas al hecho permitiéndole el acceso solo al personal policial. Asimismo, todos los accesos, ventanas y salidas deben protegerse y acordonarse.

Recopilación de Información Preliminar

El segundo paso de la IOT es la recopilación de información preliminar, el objetivo de esta fase es reunir la mayor cantidad de información relacionada al suceso, que permita conocer cómo este se desarrolló, y con esta información poder encaminar la investigación de la forma correcta.

El personal interviniente recopila información a través de entrevistas realizadas a testigos, víctimas y presuntos autores. Sin embargo, estas entrevistas deben servir únicamente como una guía para encaminar la investigación y no debe afectar la objetividad e imparcialidad del investigador.

Observación, Valoración y Planificación

Según el Manual de Procesamiento de la Escena del Delito, dentro de este paso el investigador busca observar la escena de forma minuciosa y sistemática, de tal manera que se pueda recoger la mayor cantidad de indicios asociado al hecho investigado. El objetivo de esta fase es establecer las rutas de entrada y salida del personal interviniente, tipo de escena, indicios relacionados directamente al hecho y las actividades que cada perito realizará (Fiscalía General de la República, 2011).

Tras una exhaustiva inspección de la escena del crimen, el investigador debe evaluar su naturaleza. Basándose en la información recabada anteriormente, puede formular hipótesis que le permitan comprender las circunstancias del hecho y a orientar la investigación de la manera adecuada.

Fijación del lugar de los hechos

La fijación en el lugar del hecho permite que el investigador pueda documentar el estado original de la escena del crimen y sirve como referencia dentro del proceso judicial. Este proceso implica detallar exhaustivamente cada indicio, vestigio o huella encontrada en la escena.

Para llevar a cabo esta fase, existen diferentes técnicas que documentan la posición, estado y características de todos los elementos, objetos, indicios e incluso víctimas que se encuentran en la escena del crimen. Según el GITEC (2010), estos pueden ser: fijación descriptiva, fotográfica, videográfica, planimétrica o de moldeado. Algunos de estos métodos son obligatorios y se especifican en las normas y leyes de cada país.

Para fines de este proyecto se destacan los siguientes:

Descripción Escrita

Esta técnica es una de las más importantes dentro de la fijación ya que permite describir de manera narrativa todas las características relevantes que se encuentran en el lugar del hecho. Este tipo de fijación debe ser realizado de forma sistemática, comenzando con un análisis general de la escena para después partir a una visión más específica y particular (GITEC, 2010).

La descripción debe ser plasmada dentro de un acta o registro que posteriormente será utilizada como un medio de prueba dentro de un proceso judicial (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, 2014).

Dentro de Ecuador, el Consejo de la Judicatura (2022) establece en el artículo 29 los requisitos básicos que un informe debe contener. En primer lugar, se requieren de antecedentes en donde se precise el objeto de estudio. En la segunda sección, se encuentran los fundamentos técnicos, donde se delimita la metodología que el experto utilizó para desempeñar su labor. En las conclusiones, el perito ofrece una opinión técnica directamente relacionada al objeto de estudio. Por último, se presentan los anexos o documentos que respalden las conclusiones a las que el perito arribó.

Al incluir todos estos elementos de manera clara y precisa, la descripción escrita garantiza un registro fiable de los hechos, lo cual resulta fundamental dentro del proceso penal, ya que ayudará a la investigación y esclarecimiento del hecho.

Fijación Fotográfica

La fotografía se utiliza para representar y preservar, a través de imágenes, el lugar del hecho y los indicios encontrados en él. Sin embargo, este no es su único propósito. La fotografía de la escena debe ser realizada de un modo que cuente una historia secuencial y lógica. De este modo, esta técnica se convierte en un elemento probatorio de gran fiabilidad,

ya que permite que las personas que no estuvieron en la escena comprendan lo que sucedió y puedan plantear hipótesis que faciliten el esclarecimiento del hecho.

Esta técnica debe aplicarse de manera sistemática, partiendo desde una visión general hasta llegar a una visión particular. Dentro de este proceso, se realizan tomas que abarcan la escena en conjunto, semiconjunto, detalle o macroscópicas (Del Cid, 2021; Fiscalía General de la República, 2011).

Las fotografías de indicios deben ser tomadas sin numeradores para demostrar que la escena no ha sido manipulada. Una vez realizado lo anterior, se procede a tomar las fotografías con su respectivo numerador y testigo métrico, este último se usa para que se tenga una referencia del tamaño real del objeto. (National Forensic Science Technology Center [NFSTC], 2009).

Como se ha mencionado anteriormente, la fotografía como método de fijación es una técnica ineludible dentro de la inspección ocular técnica, ya que gracias a ella se puede representar la escena del crimen para las personas que no estuvieron presentes, como el juez, quien a su vez otorgará valor probatorio a la evidencia presentada. Además, la fotografía captura detalles que podrían haber pasado desapercibidos al momento del arribo al lugar.

Fijación Planimétrica

Según el GITEC (2010), la fijación planimétrica se utiliza para personificar el lugar del hecho a través de planos, dibujos, croquis o bosquejos que contienen medidas de alturas, anchos, largos y distancias de todos los indicios que se encuentran en el lugar.

Con el fin de realizar la fijación planimétrica y obtener las medidas del lugar de los hechos y sus indicios se pueden usar las siguientes técnicas de fijación: el método de coordenadas rectangulares y método de triangulación. Estos métodos consisten en establecer dos puntos fijos de referencia y tomar medidas desde el indicio hasta los dos puntos previamente seleccionados (Miller, 2002).

Búsqueda y Tratamiento de Indicios

Esta fase tiene como objetivo determinar los métodos de búsqueda de indicios que se van a utilizar en el tratamiento del lugar de los hechos, además de la aplicación de técnicas de carácter científico para el manejo y la protección de los indicios. Otro de los propósitos es el de clasificar los indicios según su naturaleza para que se apliquen el método de recolección y tratamiento correcto.

Después de que se ha establecido un plan de acción para el tratamiento de la escena, se pueden aplicar diferentes métodos de búsqueda, estos van a depender de la escena que estemos analizando. En el caso de escenas cerradas el Ministerio de Seguridad Argentina (2021) recomienda la división del inmueble en zonas o secciones.

Búsqueda por Zonas

El lugar se divide en cuadrantes o zonas. Cada cuadrante se asigna a un perito interventor, quien se encargará de inspeccionar su área aplicando otro método de búsqueda (Fiscalía General de la República de El Salvador, 2011).

Búsqueda por cuadrícula

Este método ofrece una cobertura similar al de franjas, la diferencia es que este se realiza de este a oeste y de sur a norte y se crea una cuadrícula en el terreno (GITEC, 2010).

El método de búsqueda que se aplique en el lugar del hecho va a depender del criterio del encargado de la investigación, del tipo de escena y del personal disponible. El objetivo principal siempre será aplicar el método que nos ayude a localizar la mayor cantidad de indicios.

Después de haber localizado y fijado de manera correcta los indicios, se deben clasificar para su posterior recolección, embalaje, etiquetado y envío mediante cadena de custodia. La clasificación es uno de los pasos más importantes dentro de la IOT, ya que la

correcta categorización permitirá que los indicios no sufran ningún tipo de alteración, daño o pérdida y que, de este modo, se pueda aplicar el tratamiento indicado a cada uno de ellos. Es importante mencionar que los indicios no solo se encuentran en el lugar del hecho, sino que también están en la víctima, el victimario e incluso en lugares aledaños relacionados con el hecho.

Los indicios o muestras solo deben ser manipuladas lo estrictamente necesario. El encargado de la recolección debe siempre usar guantes de látex, mascarilla, cofia y bata. Antes de ser recolectadas deben ser fotografiadas con la respectiva numeración y testigo métrico para después ser levantadas de manera individual. Según Lashley (2012), no existe un orden específico para la recolección de indicios. Sin embargo, los indicios frágiles deben tener prioridad de recolección debido a su naturaleza.

Clasificación de Indicio

Indicios de Carácter Orgánico

Son todos aquellos que se relacionan con organismos vivos. Los más comunes en la escena del crimen son cadáveres, osamentas, sangre, semen, saliva y vellos (Mendoza, 2019). Estos indicios pueden encontrarse en estado líquido o seco, lo cual determina la forma de recolección que se aplique en el elemento.

Según López (2002), los fluidos en estado líquido se deben recolectar mediante el uso de hisopos estériles y una vez secos deberán ser transportados en bolsas o sobres de papel. En el caso de encontrar estos elementos en estado seco se pueden transportar en el soporte en el que se encuentra y en caso de no ser posible el transporte, se puede tomar una muestra aplicando solución salina o agua estéril a la mancha, esperar que se seque y guardar en bolsa de papel.

Los elementos pilosos se pueden recoger mediante pinzas y se deben guardar en bolsas de papel o contenedores herméticos.

Indicios de Carácter Inorgánico

Son todos aquellos que no tienen origen biológico. Comúnmente, en el lugar del hecho se encuentran armas de fuego, armas blancas, huellas latentes o visibles, residuos de disparo, material balístico, restos de incendios, papeles, tintas y monedas (Mendoza, 2019).

Según el Ministerio Público Fiscal Provincia del Neuquén (2014), el levantamiento de armas de fuego y armas blancas se debe siempre realizar con guantes, y tomarlas por sus partes rugosas. Una vez fijadas y levantadas deben ser transportadas en cajas de cartón o madera, asegurándolas mediante precintos plásticos. En el caso de cartuchos, vainas o proyectiles deben ser levantados mediante el uso de pinzas y embaladas en fundas de papel.

Según News 5 Cleveland (2012), los residuos de disparo se pueden recolectar de objetos, así como de las manos del sospechoso o la víctima. Para tomar la muestra, se debe aplicar una cinta adhesiva especial en la zona seleccionada. Una vez obtenida la muestra, esta será transportada en un contenedor hermético.

Las huellas latentes deben revelarse mediante el uso de polvos o reactivos específicos. Posteriormente, se pueden levantar aplicando cinta adhesiva para el levantamiento de huellas sobre la superficie donde se encuentra el rastro. Esta cinta se coloca sobre un soporte de color contrastante para resaltar la huella, finalmente, se embalan en fundas de papel para su posterior traslado.

Como se mencionó anteriormente, utilizar los métodos y técnicas apropiadas en el levantamiento asegura a preservar la integridad de los indicios, lo cual es crucial para que esta pueda ser usada como prueba dentro del proceso judicial.

Una vez que se han recolectado y embalado todos los indicios, es necesario etiquetarlos adecuadamente. Según Barreno (2013), el etiquetado debe llevar la siguiente información: dirección, hora y fecha de la recolección, nombre del encargado de la recolección y el contenido del paquete.

Cadena de Custodia

Una vez realizados todos los procesos antes mencionados, se debe llevar a cabo el proceso que garantiza que cada indicio recolectado mantenga su estado íntegro. Según la Fiscalía General del Estado (2014), la cadena de custodia es un proceso secuencial que pretende proteger y asegurar la integridad de los indicios recolectados en la escena del crimen. La cadena de custodia comienza en el lugar del hecho y termina por orden del Juzgador.

Liberación del Lugar de los Hechos

Este sexto paso tiene como objetivo verificar que en el lugar del hecho no exista ningún indicio sin recoger. Además, todo el material utilizado por los peritos y técnicos deber ser retirado (Bolio y Saucedo, 2019).

Documental y Remisión de Evidencia

Dentro de esta última etapa de la Inspección Ocular Técnica, las actividades realizadas anteriormente se materializan en un informe o acta de inspección. En este documento se detalla de forma minuciosa toda la información relacionada con el lugar del hecho. Se incluyen croquis que muestran la ubicación exacta de cada uno de los indicios, así como fotografías de la escena antes, durante y después de la actuación pericial (GITEC, 2010).

La importancia de realizar la IOT de forma correcta radica en que este es el primer acercamiento del perito a los indicios, los cuales posteriormente servirán como elemento de prueba. Esto es esencial para ayudar a construir un caso sólido, ya sea para la fiscalía o la defensa. Por esta razón, es indispensable que la formación de los estudiantes de criminalística tenga un enfoque práctico como uno de sus pilares fundamentales, para que se familiaricen con el trabajo de campo y sepan cómo actuar en la escena del crimen.

Tecnología VR

Los primeros vestigios de realidad virtual como la conocemos se remontan a los años 50, cuando Morton Heiling diseñó un videojuego con características multisensoriales. Este dispositivo, conocido como “Sensorama” combinaba aspectos de audio, video, viento, vibración y olores (Olguin et al., 2006).

La tecnología de Realidad Virtual, (VR, por sus siglas en inglés, virtual reality), es un ambiente compuesto por escenas y objetos de aspecto realista, diseñado para generarle al usuario la sensación de estar inmerso en él. Consiste en una realidad, generada por un computador. Todos los escenarios creados dentro de este, tratan de simular la realidad mediante el uso de dispositivos informáticos que envían y reciben información, mediante el empleo de sensores y efectores (Luque, 2020).

Para lograr esta experiencia inmersiva, la tecnología VR se apoya en gafas estereoscópicas o dispositivos smartphone, los cuales generan una experiencia sensorial que transporta al usuario a otro entorno haciéndolo sentir como si estuviera realmente presente en él. Las gafas estereoscópicas se pueden clasificar en dos categorías. Sin embargo, en este proyecto nos enfocaremos en los Head Mounted Displays (HMD, por sus siglas en inglés). Según Boo (s.f.) y Olguin et al. (2006), estos dispositivos son gafas que se acoplan a la cabeza del usuario y permiten solo la visión del escenario virtual. Estos pueden ser con pantalla LED u OLED incorporada, o mediante el uso de dispositivo smartphone que se incorporan en la carcasa de las gafas.

También podemos encontrar realidad aumentada y mixta. En el caso de la realidad aumentada, se combinan elementos del entorno real con información generada por un computador. Mientras que la realidad mixta integra elementos de la realidad virtual con los de la realidad aumentada, permitiendo que ambos coexistan e interactúen entre sí en un mismo espacio. Las 3 áreas mencionadas conforman la realidad extendida.

Componentes de VR

Los componentes básicos de realidad virtual incluyen hardwares y softwares que trabajan de la mano para crear una experiencia inmersiva.

Hardware

El computador es el encargado de llevar a cabo la simulación a través de un modelo geométrico en 3D y de datos de simulación física y sensorial.

Dentro del hardware, también encontramos los sensores y efectores. Los sensores o periféricos de entrada, se encargan de registrar las acciones del usuario y enviar señales de información al computador. Entre los sensores más comunes se incluyen: los posicionadores, que se encargan de hacerle saber al sistema la posición de la cabeza del usuario; los controles, que detectan la posición de las manos y dedos; y los micrófonos, que graban la voz del usuario (Boo, n.d.).

Los efectores, también conocidos como periféricos de salida, tienen como objetivo transformar las señales de imágenes, audio y video que son generadas por el computador, en formatos comprensibles para los usuarios, generando estímulos perceptibles para los sentidos. Los efectores se clasifican en: efectores visuales, que son lo que proporcionan estímulos a través de imágenes; de audio, que proporcionan estímulos a través de la reproducción de sonidos realistas; de fuerza y tacto, que proporcionan estímulos táctiles a través de objetos como guantes hápticos; y de equilibrio, que permiten crear sensaciones de equilibrio mediante el uso softwares (Boo, n.d.).

Softwares

Son los programas diseñados para crear, controlar y experimentar la experiencia de realidad virtual. Según Boo (s.f.), estos incluyen programas de simulación sensorial, simulación física, y recogida de datos.

Tecnología VR en la Preparación de Criminalistas

Una parte esencial de la preparación de profesionales criminalistas, es la formación en la investigación del lugar del hecho o inspección ocular técnica. Esta disciplina es la que le permite al estudiante adquirir habilidades y conocimientos esenciales en el trabajo de campo. En un contexto donde la validez e integridad de los indicios son cruciales, la IOT surge como una herramienta indispensable para garantizar que los futuros criminalistas estén plenamente capacitados para desempeñar sus roles como auxiliares de la justicia.

Según Mayne & Green (2020), el estudio de una escena del crimen simulada es un componente esencial en la educación de los estudiantes de las ciencias forenses, pero su implementación es costosa y presenta desafíos de accesibilidad. Debido a la naturaleza volátil de la escena del crimen, ofrecer experiencias prácticas a cada uno de los estudiantes es imposible. Es por esta razón, que la tecnología de realidad virtual se presenta como una solución que ofrece a los estudiantes la posibilidad de adquirir y desarrollar habilidades que sean transferibles al ámbito laboral.

Al utilizar esta tecnología el usuario tiene la posibilidad de explorar una escena del crimen mientras busca información relacionada al hecho. Se estableció que el entorno virtual de las escenas del crimen puede ser muy beneficioso para el análisis, la capacitación y la presentación de informes (Dath, 2017).

En Ecuador, estas limitaciones se agravan debido a que solo existen dos salas de simulación de escena del crimen las cuales no se pueden modificar para simular diversos casos por la falta de presupuesto. Ante este escenario, el uso de la tecnología de realidad virtual (VR) surge como una herramienta para superar estas limitaciones en el proceso de aprendizaje práctico. Esta tecnología ha tomado relevancia al ser motivo de estudio e implementación en distintas universidades a nivel internacional para sus programas de entrenamiento forense.

En la Universidad Purdue Northwest (PNW) ubicada en Indiana, Estados Unidos, se ha implementado el programa Crime by the F.I.V.E.S., desarrollado por el Centro para la Innovación mediante Visualización y Simulación (CIVS) de la Universidad. Este programa utiliza la tecnología de realidad virtual para crear entornos simulados de escenas del crimen reales brindando a los estudiantes de ciencias forenses y agentes de seguridad pública una capacitación asequible y estandarizada (Martin & Grove, 2023).

Crime by the F.I.V.E.S. permite a los estudiantes desarrollar una comprensión precisa de las escenas del crimen al recrear la física del mundo real, lo que significa que, si los usuarios chocan contra un objeto en la escena simulada, este se moverá, lo que podría provocar la contaminación de la escena. Asimismo, recrea la visibilidad de los indicios con exactitud, es decir, que los estudiantes perciben la evidencia tal y como la verían en una escena del crimen real, incluyendo detalles como la iluminación, las sombras y la textura de los objetos (Martin & Grove, 2023).

Además, este programa ofrece herramientas de análisis como la posibilidad de fotografiar la escena, modelar huellas de calzado en 3D y compararlas con diferentes tipos de calzado (Zbrog, 2024). Mediante esta herramienta los estudiantes pueden practicar técnicas forenses en un entorno seguro y controlado y desarrollar una comprensión precisa de cómo se presenta la evidencia en un entorno real, lo que es crucial para la correcta interpretación y análisis de la escena del crimen.

En España, el Centro Universitario de la Guardia Civil (CUGC) en colaboración con la empresa Seabery, han desarrollado el Proyecto Locard, un software de realidad virtual que permite a los investigadores y estudiantes del cuerpo realizar prácticas de inspección técnico-ocular mediante simulación de una escena del crimen (Seabery, 2023). Los estudiantes del CUGC utilizan activamente esta herramienta en sus prácticas de ciencias forenses proporcionando retroalimentación para optimizar sus funciones. Este proyecto busca cubrir todos los aspectos de la Inspección Ocular Técnica para una formación completa y eficaz. La

Guardia Civil tiene como objetivo futuro ampliar las líneas de investigación para aplicar esta tecnología a otras áreas de especialización del cuerpo (Seabery, 2023).

Si bien la realidad virtual se está estableciendo como una herramienta de entrenamiento forense en otros países, en Ecuador la VR no ha ganado una amplia adopción como herramienta forense. Sin embargo, a pesar de que aún no se ha usado activamente en las prácticas de Inspección Ocular Técnica, la Policía Nacional ha establecido planes futuros para implementarla en su capacitación forense (*ver tabla 1*).

Tabla 1

Proyectos Forenses 2023 UTA

Nombre del proyecto	Descripción
AvenFor	Creación de un aula/laboratorio virtual utilizando realidad virtual para el entrenamiento forense, que abarque varias disciplinas forenses como Accidentología Vial y Medicina Legal, laboratorios, y ejecute una evaluación de desempeño para medir el entrenamiento de los peritos.
HoloCrim	Desarrollo de una plataforma virtual que brinde asistencia virtual en tiempo real a los investigadores forenses durante el procesamiento de la escena del crimen y el análisis de casos. La plataforma utilizará tecnología de realidad mixta para crear una experiencia inmersiva que permita a los

investigadores interactuar con los datos de la escena del crimen de una manera más realista y eficiente.

Metaverso Policía Científica

Desarrollo de un mundo virtual mediante realidad virtual para actividades forenses, permitiendo a la institución brindar un mejor servicio a sus grupos de interés (públicos internos y externos) y mantenerse a la vanguardia del panorama en evolución de la sociedad digital.

Fuente: Elaboración propia.

La implementación de la realidad virtual en la formación de estudiantes de criminalística representa una innovación en el desarrollo de habilidades prácticas. A través de simulaciones inmersivas, los alumnos pueden adentrarse en escenas del crimen controladas, donde practican el manejo y procesamiento de la escena y el manejo de indicios de manera segura. Esto permite corregir errores en tiempo real y perfeccionar las técnicas de inspección sin poner en riesgo la integridad de una escena del crimen real.

Gamificación

La gamificación consiste en la incorporación de mecánicas, estrategias, dinámicas y elementos propios de los juegos en entornos educativos y profesionales ofreciendo recompensas o estímulos a los participantes, con el objetivo de inducir un cambio de conducta, potenciar la adquisición de conocimientos y mejorar habilidades. (Llorens-Largo et al., 2016; Marín y Hierro, 2013, citado en Contreras Espinosa y Eguía, 2017).

La gamificación implementa elementos de compensación como la acumulación de puntos, estado de niveles, obtención de premios, clasificaciones, retos, insignias y barras de progreso, que reciben los usuarios en función de sus logros para aumentar el compromiso y motivación de los estudiantes por el aprendizaje (Contreras Espinosa y Eguia, 2017).

Los participantes en el proceso de gamificación juegan un papel activo y central en el proceso de aprendizaje, por lo que la gamificación se esfuerza por crear un entorno donde los usuarios se sientan comprometidos, capacitados para tomar decisiones, sentir su progreso, aceptar nuevos desafíos, interactuar dentro de un entorno social, ser reconocidos por sus logros y obtener retroalimentación de forma inmediata (Llorens-Largo et al., 2016).

Es preciso aclarar que la gamificación es más que una simple aplicación de un juego, ya que se requiere una reflexión profunda sobre los objetivos que se persiguen. Es necesario definir metas claras y establecer las normas que regirán el proceso, lo que convierte a la gamificación en un proyecto que requiere una meticulosa planificación (Ortiz Colón, 2018).

Aprendizaje Experiencial

Según el psicólogo David Kolb (1984, citado en Pawalek, s/f), el aprendizaje experiencial es un proceso de construcción de conocimiento a través de la reflexión crítica sobre experiencias concretas. Este enfoque involucra activamente al estudiante en el proceso de aprendizaje, ya que parte de la idea de que a través de la acción y la reflexión sobre las experiencias se puede construir conocimiento y significado, aplicando lo aprendido a nuevas situaciones. A lo largo de este proceso, los estudiantes plantean hipótesis, experimentan y utilizan su creatividad para encontrar soluciones y desarrollar conocimiento (González, Marchueta, Vilche, 2011).

Kolb desarrolló un modelo de aprendizaje experiencial que representa un proceso cíclico que interrelaciona diferentes fases: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. En este ciclo, la experiencia es la base

para la observación y reflexión, las cuales son asimiladas formando nuevos conceptos abstractos y generalizaciones que pueden aplicarse a nuevas situaciones, formando un proceso continuo e interactivo que genera nuevos aprendizajes (González, Marchueta, Vilche, 2011).

MARCO METODOLÓGICO

Capítulo 2

Enfoque de la Investigación

El proyecto se desarrolló bajo un enfoque mixto, el cual radica en la recolección y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Para la recolección de datos se realizaron pruebas de usuario y experto, que incluyeron la aplicación de encuestas a los estudiantes de la materia de Inspección Ocular Técnica II y el uso de una rúbrica de evaluación por parte de los docentes de criminalística y el docente de ingeniería.

El enfoque cualitativo de la investigación se reflejó en el uso de preguntas que permitieron a los evaluadores brindar retroalimentación detallada sobre las áreas de mejora y los aspectos destacados del entorno virtual.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo se manifestó en preguntas con opciones predefinidas en las que los evaluadores asignaron puntajes numéricos (de 1 a 5) a cada criterio de evaluación, tales como la jugabilidad, la cercanía a la realidad, la experiencia educativa y la obtención de objetivos académicos.

Alcance de la Investigación

Se adoptó un alcance descriptivo, el cual busca especificar y detallar las características y propiedades de un fenómeno en un contexto específico (Sampieri et al., 2014). El objetivo principal de esta investigación fue describir y evaluar la implementación de un entorno de realidad virtual (VR) para potenciar el proceso de prácticas de la materia de Inspección Ocular Técnica (IOT) II en la Universidad Tecnológica Ecotec. A través de un enfoque mixto, se pretendió determinar la efectividad de este entorno inmersivo en el aprendizaje experiencial y en el logro de los objetivos de aprendizaje de la IOT.

Adicionalmente, se adoptó un alcance exploratorio, que tiene el objetivo de examinar un tema o problema poco estudiado o no abordado anteriormente, permitiendo obtener información preliminar que ayuda a entender mejor el problema y a formular hipótesis futuras (Sampieri et al., 2014). Este estudio busca conocer las posibles ventajas de utilizar la realidad

virtual en el entrenamiento de criminalística, un área donde la aplicación de esta tecnología aún es incipiente y no ha sido ampliamente investigada.

La investigación se centró en el desarrollo de un prototipo de juego de realidad virtual que simuló una escena del crimen cerrada donde los estudiantes pudieron practicar los procedimientos de inspección ocular técnica de manera realista y segura. En este entorno los estudiantes realizaron tareas como la fijación fotográfica, la planimétrica, la recolección y embalaje de indicios, y la cadena de custodia. Se analizó el impacto de esta experiencia en términos de comprensión de los conocimientos teóricos, el desarrollo de habilidades prácticas, la satisfacción del usuario y la percepción de la realidad del entorno virtual.

Delimitación de la Investigación

El objeto de la investigación se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica Ecotec, ubicada en Vía Samborondón Km 13.5, específicamente en el Laboratorio de Criminalística.

El periodo de estudio abarca desde mayo hasta agosto del 2024, tiempo durante el cual se realizó la adquisición de las gafas de realidad virtual y sus mandos, la elaboración y comprobación del funcionamiento del juego desarrollado, el entrenamiento de los estudiantes y profesores para usar adecuadamente el equipo VR, la práctica realizada en el juego y su posterior evaluación de desempeño.

Población y Muestra de la Investigación

La población de este estudio fueron los estudiantes de la materia de Inspección Ocular Técnica II y los profesores de criminalística de la Universidad Tecnológica Ecotec. La muestra de este estudio estuvo compuesta por 5 estudiantes de IOT II y 2 profesores de criminalística y 1 profesor de la facultad de ingeniería.

Materiales

- Gafas y mandos de realidad virtual Meta Quest 3.
- Software Unity.
- Software Blender.
- Manual de Buenas Prácticas en la Escena del Crimen del Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen (GITEC).
- Manuales, protocolos, instructivos y formatos del sistema especializado integral de investigación, medicina legal y ciencias forenses.
- Manual para el manejo integral de muestras biológicas a nivel nacional en análisis con fines forenses.

Instrumentos

- Encuestas a los alumnos de la materia de Inspección Ocular Técnica II.
- Rúbrica de retroalimentación por parte de los docentes.

Métodos

El método empleado en esta tesis fue experimental, ya que se realizó un estudio en el que se manipularon variables y se analizaron los efectos o resultados de este experimento (Sampieri et al., 2014).

A continuación, se detallan los pasos necesarios para crear un entorno virtual, en el que expertos y usuarios puedan realizar prácticas en una escena del crimen simulada.

Procesamiento y Análisis de la Información

1. Establecer los objetivos y metodología dentro del juego.

Se inició con una fase de planificación en la que se recopiló información sobre videojuegos de simulación de investigación de la escena del crimen y videojuegos de realidad virtual (VR). Entre los juegos de simulación más destacados se encuentra el juego de CSI

(Crime Scene Investigation) donde el jugador asume el rol de un investigador de la escena del crimen. Los jugadores recolectan indicios, analizan pruebas, entrevistan a testigos y sospechosos, y finalmente deducen quien es el culpable. Este juego combina elementos de toma de decisiones y resolución de casos. Al finalizar el caso, el detective principal evaluará al jugador basándose en su desempeño durante la investigación del caso, la efectividad de sus decisiones y la asistencia requerida a lo largo del proceso.

Por otro lado, en los juegos VR de investigación de la escena del crimen, las opciones son más limitadas. Estos juegos buscan una aproximación más realista en la escena del crimen, requiriendo que ciertas acciones se realicen de manera similar a como se haría en un caso de la vida real. En base a la información recolectada se establecieron cinco objetivos dentro del juego con el fin de que el usuario pueda reconocer y practicar los pasos que conlleva la inspección ocular técnica.

- Practicar la correcta fijación fotográfica de la escena, asegurando que se documente adecuadamente el estado original de los indicios antes de su recolección.
- Capturar imágenes de conjunto, semiconjunto y de detalle del lugar de los hechos.
- Realizar la fijación planimétrica de la escena del crimen.
- Identificar todos los indicios presentes en la escena del crimen.
- Recolectar y embalar cada uno de los indicios utilizando la herramienta y técnica adecuada según la naturaleza de este.
- Completar el formulario de cadena de custodia.

Una vez cumplidos estos objetivos, el videojuego entregará una retroalimentación sobre el desempeño del jugador, además de información basada en diferentes manuales sobre la actuación de la escena del crimen, con el fin de que estos sirvan como una guía para mejorar su experiencia práctica.

La metodología utilizada dentro del juego es la de gamificación. Este concepto se refiere al uso de mecánicas y elementos del juego en contextos no lúdicos, con el fin de

umentar la motivación, la participación y el compromiso del usuario (Gallego et al., 2014). Al implementar esta metodología se obtiene un aprendizaje de tipo experiencial, en el cual el estudiante se involucra activamente en el proceso de inspección ocular técnica en la escena del crimen simulada.

2. Definir el diseño narrativo del juego delimitando logros y recompensas.

Para definir la trama del juego, se escogió una escena del crimen de tipo cerrada, debido a que, según la definición del Manual de Procesamiento de la Escena del Delito, este tipo de escenas se encuentran delimitadas por techo y paredes (Fiscalía General de la República de El Salvador, 2011), lo que significa una ventaja ya que el usuario realizará la inspección ocular en una zona menos extensa y que está mejor delimitada, proporcionándole un mayor control sobre el área de investigación.

El caso que se planteó dentro del videojuego fue el siguiente:

Dentro de una zona residencial se descubre el cuerpo sin vida de una mujer en su propia casa (*ver anexo 1*). La escena del crimen presenta signos de violencia extrema. El caso fue reportado por los vecinos de la víctima, quienes escucharon gritos y varios sonidos de disparos en horas de la madrugada. La policía interviene gracias a la llamada de alerta de los vecinos, y a su arribo comienzan con la protección de la escena del crimen, esperando a los peritos de Inspección Ocular Técnica.

En la escena se encontrarán indicios biológicos y físicos como: huellas dactilares, manchas de sangre, dispositivo electrónico tipo celular, cuchillo (*ver anexo 2*), y vainas servidas (*ver anexo 3*).

Para llevar a cabo el levantamiento y recolección de indicios, el usuario y experto dispondrán de los siguientes equipos y materiales.

- Hisopos.
- Pinzas normales y pinzas punta de goma.

- Polvo revelador de huella.
- Brocha.
- Cinta adhesiva para el levantamiento de huellas dactilares (*ver anexo 4*).
- Funda antiestática (*ver anexo 5*).
- Cámara fotográfica (*ver anexo 6*).
- Testigos métricos.
- Numeradores.
- Caja de cartón.
- Fundas de papel.

Como último paso, se implementaron elementos de gamificación diseñados especialmente para aumentar la motivación y compromiso del usuario. Entre estos elementos se encuentran: insignias, tablas de clasificación y puntos. Cada uno de estos elementos desempeñan un papel crucial dentro del videojuego.

Las insignias actúan como representaciones digitales de los logros del usuario. Cada vez que un jugador completa un objetivo o tarea específica, alcanza un hito importante que aumenta su motivación durante el proceso de aprendizaje. Estas insignias incluyen metadatos que facilitan la comprensión del entorno gamificado, el significado, la secuencia y el resultado de una tarea (Gibson et al., 2015). En el caso de nuestro videojuego se implementó un sistema de insignias (*ver anexo 7, tabla 2*) que se obtienen al completar correctamente cada uno de los pasos de la IOT.

Según Schreuders y Butterfield (2016), las tablas de clasificación fomentan el aprendizaje positivo a través del sentido de competencia entre los usuarios. Por otro lado, Seaborn y Fels (2015) sostienen que los puntos se utilizan para medir el progreso dentro del juego. En nuestro videojuego se usaron estrellas como forma de puntaje, las cuales, al igual que los puntos, reflejan el progreso y el rendimiento del jugador.

Este enfoque integral de la gamificación no solo incentiva a los jugadores a mejorar continuamente, sino que también crea un entorno en el que el progreso y los logros son elementos visibles y celebrados.

3. Desarrollar la escena del crimen a través de un prototipo funcional de un entorno virtual con tecnología VR implementando mecánicas de interacción intuitivas.

Se inició esta fase buscando prototipos de casa en la página web Cohoom (*ver anexo 8*). Esta plataforma permite a los usuarios diseñar tanto el exterior como el interior de una vivienda en 3D, además de realizar planos en formato 2D. Para el prototipo de la escena del crimen, se optó por una casa de una planta con tres ambientes: sala, comedor y cocina en un solo espacio, además de un dormitorio y baño. Con esta elección buscamos, proporcionar al usuario un entorno más delimitado, permitiendo mayor control sobre la escena en su primera experiencia con VR, asegurando de este modo una interacción fluida.

La casa, el mobiliario, las herramientas de recolección de indicios, los indicios y los elementos de embalaje fueron diseñados por las autoras del proyecto, Johanna Ayluardo y Ellen Carrión, y desarrollados en formato 3D por la empresa Ramenbyeddo (*ver anexo 9*). Los modelos 3D fueron creados en Blender, una aplicación de creación 3D gratuita y de código abierto. Estos fueron exportados desde Blender para ser importados en Unity. Unity es una plataforma que permite desarrollar diferentes experiencias interactivas en 2D y 3D (Unity Technologies, 2016).

Una vez desarrollados todos los objetos del videojuego y sus componentes (propiedades del objeto, formas de interacción con el usuario y demás objetos), el software fue compilado y exportado en formato APK, que es el formato utilizado por aplicaciones para ser leídas por dispositivos Android. Las gafas que se utilizaron para crear esta experiencia de realidad virtual fueron las Meta Quest 3, las cuales operan con un sistema operativo Android, motivo por el cual el software se convirtió en dicho formato.

Todas las interacciones del videojuego se diseñaron para replicar las acciones realizadas en la vida real. Por ejemplo, cuando deseamos recoger un objeto del suelo, nos agachamos y cerramos la mano alrededor de él. En el videojuego, se implementó una mecánica similar: primero, el usuario debe agacharse a la altura del objeto y luego presionar el botón de agarre, imitando el movimiento de cerrar la mano. Este enfoque busca asegurar que las interacciones en el juego sean intuitivas y que las acciones físicas reales sean reproducidas de manera fiel.

Al finalizar el juego, el jugador recibe mensajes personalizados que señalan los errores cometidos durante el proceso de inspección ocular técnica. Esta retroalimentación (*ver anexo 10, tabla 3*), se basa en protocolos de actuación en la escena del crimen y le brindan al estudiante la oportunidad de perfeccionar sus habilidades.

4. Evaluar el desempeño del entorno virtual a través de pruebas de usuario y experto.

Se llevó a cabo un procedimiento estructurado en dos fases: entrenamiento y evaluación.

Fase 1: Entrenamiento

Durante la primera fase se llevó a cabo un programa de entrenamiento para los 5 estudiantes de la materia de Inspección Ocular Técnica II y los profesores de criminalística Mgtr. Leonardo Mora y Mgtr. Alberto Gutierrez, y el profesor de la Facultad de Ingeniería Mr. Diego Peña. El objetivo de esta fase fue familiarizar a los participantes con el uso de las gafas y mandos de realidad virtual. El procedimiento incluyó una introducción a la tecnología de realidad virtual y al equipo VR (*ver anexo 11*), donde se presentaron las gafas y mandos Meta Quest 3, explicando sus componentes, la función de cada botón y cómo utilizarlos correctamente dentro del juego (*ver anexo 12*).

Después de la presentación, los participantes tuvieron una sesión de práctica supervisada y guiada (*ver anexo 13*) donde interactuaron con el equipo VR en un entorno

controlado. Este entorno virtual de entrenamiento fue desarrollado específicamente para enseñar a los usuarios a interactuar con este equipo (*ver anexo 14*). Durante esta sesión, se les enseñó a agarrar y lanzar objetos, a transportarse de un lugar a otro, a escalar y a maniobrar correctamente los controles. Este periodo de práctica permitió a los participantes acostumbrarse al uso del equipo VR antes de interactuar con el juego simulado (*ver desde anexo 15 hasta anexo 21*).

Fase 2: Evaluación

Posteriormente a la fase de entrenamiento y familiarización con el equipo VR, se procedió a la fase de evaluación. Antes de iniciar con la práctica, se presentó a los estudiantes una explicación detallada de los objetivos del juego para asegurar que comprendieran claramente las tareas a realizar (*ver anexo 22*).

En esta fase, los participantes interactuaron con el juego simulado (*ver anexo 23*), utilizando el entorno virtual para cumplir con los objetivos específicos del juego (*ver desde anexo 24 hasta anexo 31*). Al finalizar la interacción con el juego, se solicitó a los participantes que completaran encuestas y rúbricas diseñadas para evaluar el desempeño y su contribución al desarrollo de habilidades prácticas a través de la experiencia.

A los estudiantes se les proporcionó una encuesta de conocimiento técnico de inspección ocular técnica antes de la experiencia con el VR y otra después de la experiencia, donde se repitieron las mismas preguntas de conocimiento y se incluyeron preguntas adicionales sobre la jugabilidad, la cercanía a la realidad y la obtención de objetivos académicos. A los profesores se les proporcionó una rúbrica con opciones predefinidas, donde asignaron puntajes numéricos (de 1 a 5) a criterios de evaluación como la jugabilidad, la cercanía a la realidad, la experiencia educativa y la contribución al aprendizaje. Ambos grupos tuvieron la oportunidad de brindar retroalimentación adicional a través de una pregunta final abierta.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Capítulo 3

Al evaluar el desempeño del entorno virtual, se consideraron cuatro parámetros de evaluación fundamentales: jugabilidad, cercanía a la realidad, experiencia del usuario y la obtención de logros académicos. Los datos recopilados a través de las encuestas y rúbricas fueron tabulados y analizados estadísticamente para obtener conclusiones sobre el desempeño y la efectividad en la facilitación del aprendizaje experiencial. Este procedimiento permitió obtener una evaluación detallada del entorno virtual, considerando tanto la perspectiva de los usuarios (estudiantes) como la de los expertos (profesores), asegurando que los datos recolectados sean relevantes y útiles para mejorar el juego y su aplicación en la enseñanza en la materia de Inspección Ocular Técnica.

Resultados de rúbrica elaborada por los expertos:

Los resultados de la rúbrica de desempeño realizada a los expertos (*ver anexo 32*) revelan una alta satisfacción con el entorno virtual, obteniendo un promedio general de 4.8. Se destaca la valoración positiva de la cercanía a la realidad, ya que, según los expertos, la atención a los detalles crea una atmósfera inmersiva, similar a una escena del crimen real, y facilita la comprensión de los conceptos teóricos. La posibilidad de manipular objetos y documentar la escena virtualmente fue valorada como una herramienta eficaz para practicar técnicas criminalísticas. Asimismo, la repetibilidad de la escena virtual se destacó como un factor clave para el fortalecimiento de conocimientos y la adquisición de destrezas.

Además, los expertos indicaron que trabajar en un entorno virtual elimina los riesgos asociados con una escena del crimen real, como la exposición a sustancias peligrosas o la contaminación de evidencias. Esto proporciona un entorno seguro donde los estudiantes pueden concentrarse en el aprendizaje y la práctica de técnicas sin preocupaciones adicionales.

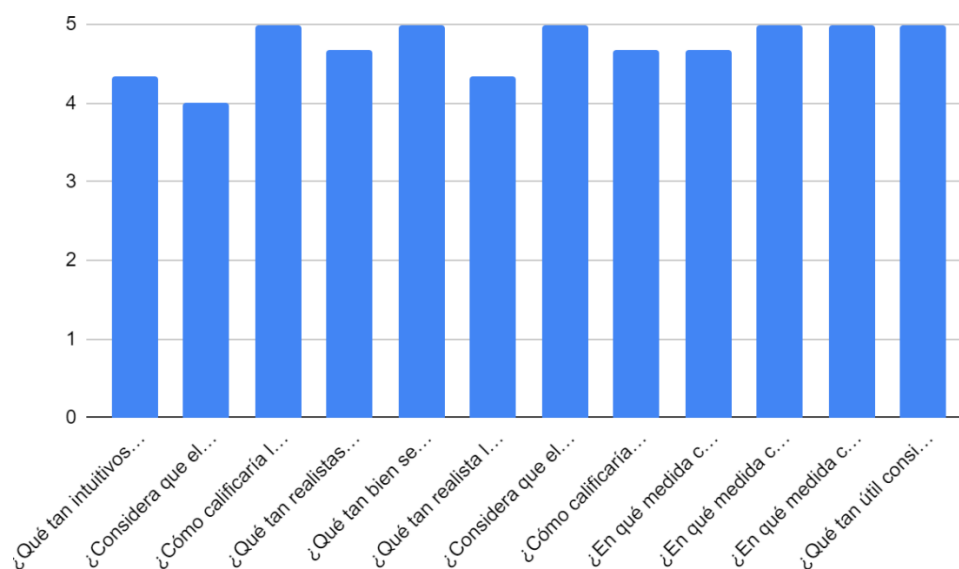
La evaluación mostró que el entorno virtual no solo es eficaz para el aprendizaje de la Inspección Ocular Técnica, sino que también ofrece una plataforma segura y repetible para

la práctica de habilidades esenciales en criminalística. La alta satisfacción de los expertos subraya el potencial de la realidad virtual como herramienta educativa en este campo.

Sin embargo, se identificaron ciertas áreas donde los expertos expresaron una valoración ligeramente menor. En particular, las preguntas 1, 2 y 6 obtuvieron puntuaciones por debajo del promedio general, como se observa en la siguiente *figura 1*:

Figura 1

Resultados de la rúbrica elaborada por los expertos.



Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 1, "¿Qué tan intuitivos considera que son los controles del juego y sus mecánicas?", obtuvo un promedio de 4.3. Los expertos indicaron que, los controles del juego carecían de cierta intuición inicial y requerían un período de adaptación para ser utilizados de manera fluida y eficiente dentro del juego.

La pregunta 2, "¿Considera que el videojuego ofrece retroalimentación de manera clara y oportuna sobre su desempeño?", alcanzó un promedio de 4. Los expertos destacaron la importancia de ofrecer retroalimentación instantánea y específica, indicando si el usuario

está realizando las tareas de manera correcta y, en caso contrario, sugiriendo acciones correctivas.

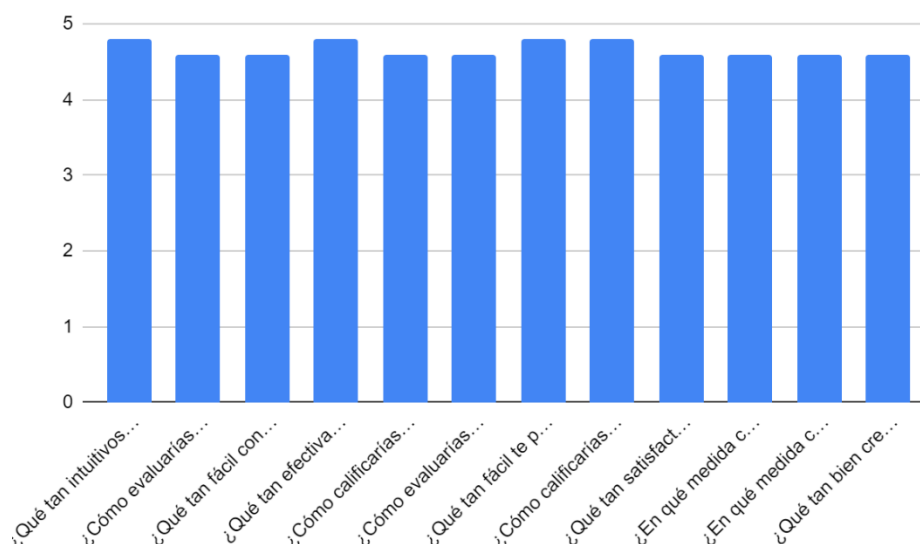
Por último, la pregunta 6, "¿Qué tan realista le parece el entorno virtual de la escena del crimen?", también obtuvo un promedio de 4.3. Los expertos coincidieron en que, aunque el entorno era creíble, carecía de ciertos elementos que lo harían más realista, como, por ejemplo, la presencia de personas ajenas a la escena, ruidos ambientales, cuerpos de emergencia, otros agentes del cuerpo de investigación y otros factores que suelen encontrarse en una escena del crimen real.

Resultados de la encuesta y evaluación elaborados por los estudiantes:

Las pruebas de usuario realizadas por los estudiantes (*ver anexo 33*) revelaron una alta satisfacción general con el juego de realidad virtual. Los resultados reflejan un promedio que oscila entre 4.6 y 4.8, así como se muestra en la siguiente *figura 2*:

Figura 2

Resultados de la encuesta elaborada por los estudiantes.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la jugabilidad, los participantes destacaron la fluidez con la que pudieron integrar los conocimientos teóricos sobre inspección ocular técnica en las tareas prácticas del juego. Asimismo, valoraron la facilidad para realizar las diferentes acciones requeridas dentro del entorno virtual. Respecto al realismo, los usuarios señalaron que tanto el entorno como el uso de las herramientas dentro del juego se acercan mucho a la realidad, proporcionando una experiencia inmersiva que facilita la comprensión de conceptos teóricos y la aplicación de habilidades prácticas.

En términos de experiencia de usuario, los resultados muestran una alta satisfacción general, con los usuarios resaltando la claridad de los objetivos y la inmersión en el juego. Por último, en relación a los objetivos académicos, los participantes coincidieron en que el juego ha sido una herramienta eficaz para desarrollar habilidades prácticas, reforzar conocimientos teóricos y comprender la aplicación de los procedimientos de inspección ocular técnica en situaciones reales.

Por otro lado, si bien los estudiantes valoraron positivamente la experiencia en general, algunos mencionaron cierta dificultad inicial con los controles, lo cual les tomó un poco de tiempo para dominarlos adecuadamente dentro del juego. Esta dificultad inicial se debió a que los controles no eran tan intuitivos como se esperaba, lo que requería una fase de adaptación antes de que pudieran utilizarlos con eficacia.

En cuanto a la evaluación de conocimientos, se tomaron pruebas a los estudiantes antes y después de la práctica con el juego de realidad virtual (*ver anexo 34*) para evaluar qué tan útil fue el simulador como herramienta de aprendizaje práctico. Los resultados de estas evaluaciones se presentan en la siguiente *tabla 4*:

Tabla 4

Resultados de la evaluación de conocimientos a los estudiantes de Inspección Ocular Técnica

Estudiantes	Evaluación Antes	Evaluación Después
Estudiante 1	8	10
Estudiante 2	6	10
Estudiante 3	4	10
Estudiante 4	10	10
Estudiante 5	9	10

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una clara mejora en las calificaciones de los estudiantes después de utilizar el juego de realidad virtual, con todos los estudiantes mejorando sus notas, a excepción de uno que ya tenía la calificación máxima. Esta mejora puede atribuirse en gran medida a la retroalimentación personalizada proporcionada por el juego, que permitió a los estudiantes identificar y corregir sus errores de manera autónoma.

La evaluación del entorno virtual para la Inspección Ocular Técnica muestra una alta satisfacción entre expertos y estudiantes, destacando su capacidad para crear un entorno inmersivo y seguro que facilita la práctica de técnicas criminalísticas. Aunque se identificaron áreas de mejora en la intuición de los controles y la retroalimentación, los resultados reflejan una mejora significativa en el aprendizaje y la adquisición de habilidades prácticas, subrayando el potencial de la realidad virtual como herramienta educativa eficaz en este campo.

CONCLUSIÓN

La implementación de un prototipo de escena del crimen en Realidad Virtual (VR), representa un avance importante para el entrenamiento de peritos y estudiantes de criminalística. Al combinar la inmersión de la tecnología VR con los elementos de gamificación, este proyecto integrador ha demostrado ser una herramienta eficaz para potenciar el proceso de aprendizaje experiencial. A través de este entorno virtual, los estudiantes pueden experimentar una simulación realista de la escena del crimen, lo que les permite adquirir habilidades prácticas, sin los riesgos asociados a una inspección de una escena del crimen real.

Los cuatro parámetros evaluados han reflejado en su mayoría un impacto positivo. La adquisición de logros académicos fue uno de los aspectos más destacados, ya que el entorno virtual permitió a los estudiantes experimentar situaciones que replican con gran fidelidad las condiciones reales, lo que contribuyó de manera importante a la comprensión de los procedimientos técnicos que se llevan a cabo en la escena del crimen.

Por otra parte, la implementación de elementos de gamificación resultó efectiva para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Estos elementos contribuyeron a promover una competencia constructiva entre los alumnos, y facilitaron el seguimiento del progreso, además de hacer visibles los logros de cada usuario. Si bien los resultados fueron positivos, la jugabilidad aún requiere ajustes que le permitan al usuario tener una experiencia más fluida.

En conclusión, la retroalimentación positiva de los usuarios y los resultados obtenidos destacan el potencial de la realidad virtual como herramienta de apoyo para el proceso de aprendizaje experiencial.

RECOMENDACIONES

Con el fin de mejorar la experiencia de los usuarios y aumentar la inmersión en el entorno virtual, se recomienda integrar un tutorial interactivo sobre los controles dentro del propio juego. Esta medida, respaldada por la retroalimentación de usuarios y expertos, permitirá un proceso de prácticas y una interacción con el entorno virtual mucho más fluido e intuitivo.

Para una formación más completa es importante ampliar los tipos de escenas del crimen, incluyendo escenas abiertas, cerradas, mixtas y móviles. Esto le permitirá al estudiante desarrollar diferentes tipos de habilidades, desde la búsqueda de indicios en espacios abiertos hasta la gestión de escenas complejas con múltiples desafíos.

Además, la incorporación de condiciones ambientales y obstáculos dinámicos, como condiciones climáticas adversas, presencia de testigos o la intervención de cuerpos de emergencia, enriquecerá la simulación. Estos elementos les permitirán a los estudiantes adquirir habilidades de gestión de situaciones críticas, toma de decisiones bajo presión y adaptación a escenarios cambiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos de una inspección real en la escena del crimen.

Para simular de manera más realista el trabajo en equipo dentro de una IOT, se recomienda implementar un modo multijugador en donde varios estudiantes que tengan diferentes roles trabajen de manera simultánea dentro del entorno virtual. Esta función no solo enriquecerá la experiencia de aprendizaje, sino que también prepara al estudiante para la dinámica de trabajo en equipo que experimentará en el campo profesional.

Como última recomendación, es importante implementar mensajes de retroalimentación instantáneos, de manera que se presenten notificaciones en el momento que el usuario comete un error. Esta retroalimentación instantánea le va a ayudar a los estudiantes a mejorar sus acciones en tiempo real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreno, G. (2013). *Manejo y Tipos de Indicios Perecedores en la Escena del Crimen* [Grado]. Universidad Rafael Landívar.
- Bolio, J., & Saucedo, M. (2019). La importancia de un manual para la preservación de lugares de hechos de tránsito terrestre en Yucatán. *Revista de Investigación En Derecho, Criminología y Consultoría*, 26, 5–27.
- Boo, J. (n.d.). Introducción a la Realidad Virtual. In *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*. Retrieved June 2, 2024, from <https://www.cs.upc.edu/~virtual/SGL/guions/ArquitecturaRV.pdf>
- Consejo de la Judicatura. (2022). *Reglamento del Sistema Pericial Integral de la Función Judicial*.
- Coohom. (2024). 1 floor 1 bedroom. https://www.coohom.com/pub/tool/yundesign/cloud?designid=3FO3L8EYPJ9P&redirecturl=/&redirectbim=false&locale=es_ES
- Dath, C. (2017). *Crime Scenes in Virtual Reality* [Master's degree]. KTH Royal Institute of Technology .
- Del Cid, K. (2021). *Fotografía Forense y su Aplicabilidad para Fijar el Lugar de los Hechos en Homicidios, David* [Grado, Universidad Especializada de las Américas]. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25470w/Del_Cid_R_os_Kimberly_Lisseth_475.pdf
- Espinosa, C. (2017). *La importancia de la inspección ocular técnica como factor determinante en la calidad de la investigación en la escena del delito y su relevancia en el nuevo proceso adversarial oral Ecuatoriano* [Grado]. Universidad Nacional de Loja.
- Fiscalía General de la República de El Salvador. (2011). *Manual de Procesamiento de la Escena del Delito* (p. 31). Fiscalía General de la República.

- Fiscalía General del Estado. (2014). *Resolución No. 073-FGE-2014*.
<https://www.cienciasforenses.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/registro-oficial-318-MANUALES-PROTOCOLOS.pdf>
- Gallego, F., Molina, R., & Llorens, F. (2014). *Gamificar una propuesta docente Diseñando experiencias positivas de aprendizaje*. Jornadas Sobre La Enseñanza Universitaria de La Informática.
- Gibson, D., Ostashewski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). *Digital badges in education*. *Education and Information Technologies*, 20(2), 403–410.
<https://doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7>
- González M.L., Marchueta, J. & Vilche, E. A. (2011). *Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb aplicado a laboratorios virtuales en Ingeniería en Electrónica*. I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula.
<https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26533>
- Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen. (2010). *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA ESCENA DEL CRIMEN* (p. 11).
- Lago, V. (2017). *La práctica de la Investigación Criminal: Inspección Técnico Ocular (ITO)* (1st ed.). Editorial Reus.
- Lashley, E. (2012). COLLECTION AND PRESERVATION OF EVIDENCE. In *Written Directives Manual* (5th ed.). Salisbury University Police Department.
https://www.salisbury.edu/police/_files/Chap83.pdf?v=20240525035918
- López, H. (2002). Guía Metodológica para el levantamiento de indicios biológicos. In *Procuraduría General de la República*. Procuraduría General de la República.
<https://fgjem.edomex.gob.mx/sites/fgjem.edomex.gob.mx/files/files/SeguridadDelincuencia/JornadaCriminalistica/guia%20metodologica.pdf>

- Luque, J. (2020). Realidad Virtual y Realidad Aumentada. *Revista Digital de ACTA*.
https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/063001.pdf
- Martin, S. & Grove, D. (2023). *CBF Forensics launches VR crime scene training programs and THC quantification system*. Purdue University. Research Foundation News.
<https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2023/Q3/cbf-forensics-launches-vr-crime-scene-training-programs-and-thc-quantification-system.html>
- Mayne, R., & Green, H. (2020). Virtual reality for teaching and learning in crime scene investigation. *Science & Justice*, 60(5), 466–472.
<https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.07.006>
- Mendoza, L. (2019). Análisis de Indicios no Biológicos. *Revista EXLEGE*, 2(4), 45–54.
https://www.lasallebajio.edu.mx/revistas/exlege/pdf_4/exlege_04_art_04-mendoza_flores.pdf
- Miller, M. (2002). Crime Scene Investigation. In S. James & J. Nordby (Eds.), *Forensic Science* (1st ed., pp. 115–132).
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. (2014). *Manual de Procesamiento para la Preservación del Lugar del Hecho y la Escena del crimen*. Editorial Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, Sarmiento 329, C.P. 1041AFF, C.A.B.A.
- Ministerio de Seguridad Argentina. (2021). *Protocolo de Actuación para la Investigación Científica en el Lugar del Hecho*.
- Ministerio Público Fiscal Provincia del Neuquén. (2014). Instructivo para el Levantamiento y Secuestro de Armas de Fuego, Cartuchos, Vainas, Projectiles y Demás Material Balístico. In *Ministerio Público Fiscal Provincia del Neuquén*. Ministerio Público Fiscal Provincia del Neuquén.
- Montiel, J. (2000). *Manual de criminalística* (Vol. 2). Editorial Limusa.

- National Forensic Science Technology Center. (2009). A Simplified Guide To Crime Scene Photography. *National Forensic Science Technology Center*.
<https://www.forensicsciencesimplified.org/photo/Photography.pdf>
- News 5 Cleveland. (2012). *What gunshot residue test tell us*. 5 abc.
https://www.youtube.com/watch?v=XQXykgqluyw&ab_channel=News5Cleveland
- Olguin, M., Rivera, I., & Hernández, E. (2006). Introducción a la Realidad Virtual. *Polibits*, 33, 11–15. <https://www.redalyc.org/pdf/4026/402640446002.pdf>
- Ortiz Colón, A. M., Jordán, J. & Agredal, M. (2018). *Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión*. *Educação e Pesquisa*, vol. 44, e173773. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
<https://www.redalyc.org/journal/298/29858802073/html/>
- Pawalek, J. G. (s/f). EL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL. Universidad de Buenos Aires. Uqam.ca.
https://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_L ECTURE_5/1/3.Gomez_Pawelek.pdf
- Ruth S. Contreras Espinosa y Jose Luis Eguia (editores) (2017). *Experiencias de gamificación en aulas*. InCom-UAB. Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25565w/L1TE105_S3_RUBIO.pdf#page=11
- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Schreuders, Z., & Butterfield, E. (2016). *Gamification for Teaching and Learning Computer Security in Higher Education*. (USENIX) Workshop on Advances in Security Education (ASE).

Seabery. (2023). La Guardia Civil formará a sus investigadores y agentes con una solución tecnológica onubense. Seabery Augmented Technology.
<https://seaberyat.com/es/solucion-tecnologica-virtual-csi/>

Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). *Gamification in theory and action: A survey*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14–31.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>

Unity Technologies. (2016). Manual de Unity.
<https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UnityManual.html>

Zbrog, M. (2024). *How VR is Used in Forensic Training and Crime Scene Reconstruction*. Forensics Colleges. <https://www.forensicscolleges.com/blog/vr-and-forensic-training>

ANEXOS

Anexo 1

Imagen del diseño del cuerpo sin vida de la víctima utilizado dentro del juego.



Anexo 2

Imagen del diseño del cuchillo utilizado dentro del juego.



Anexo 3

Imagen del diseño de la vaina servida utilizada en el juego.

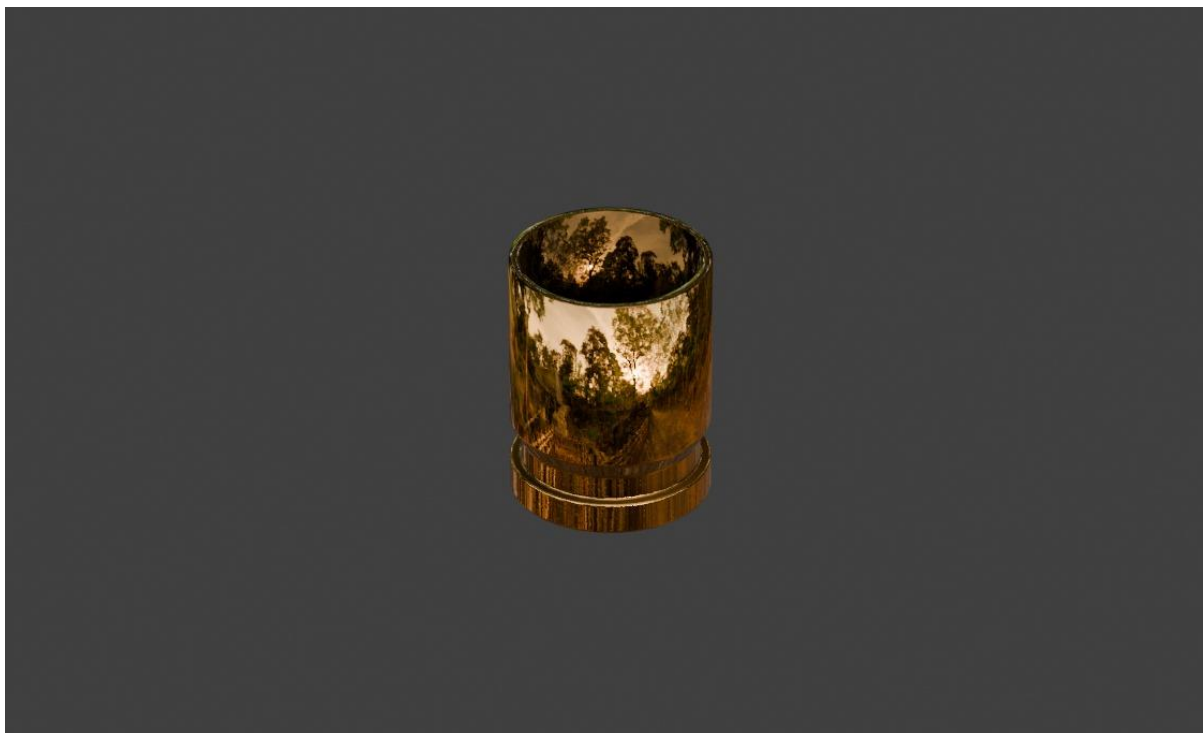
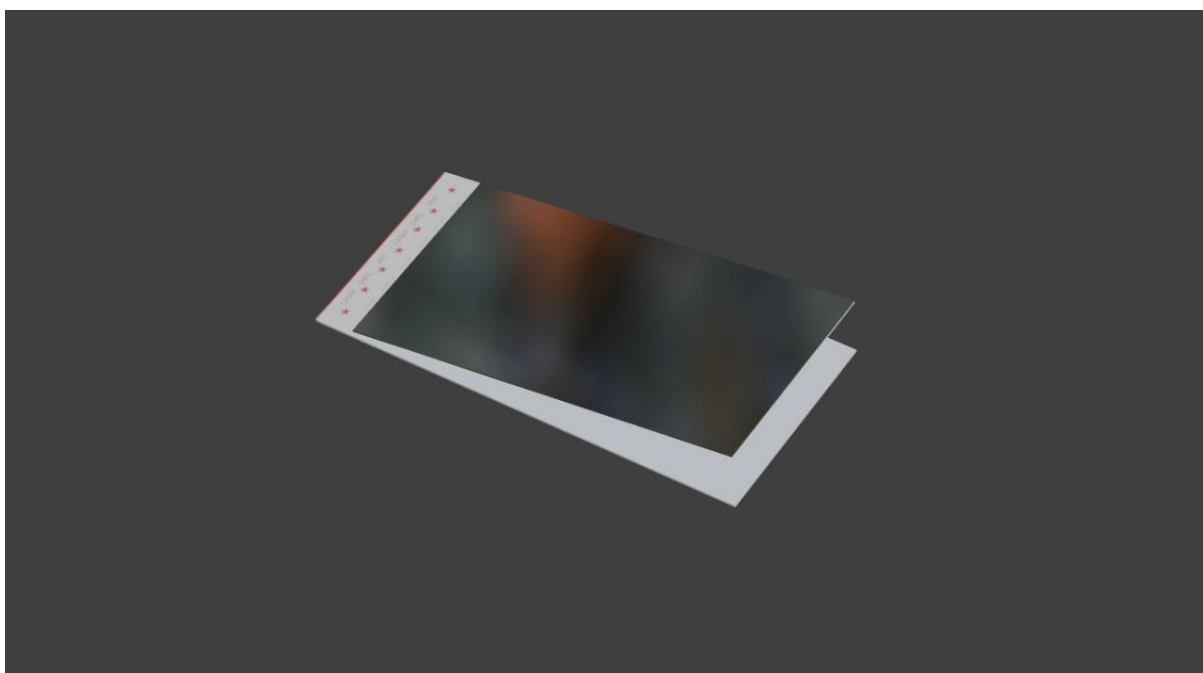
**Anexo 4**

Imagen del diseño de la cinta adhesiva para el levantamiento de huellas dactilares.



Anexo 5

Diseño de la funda antiestática utilizada en el juego.



Anexo 6

Modelo de la cámara fotográfica usada dentro del juego.



Anexo 7

Tabla 2

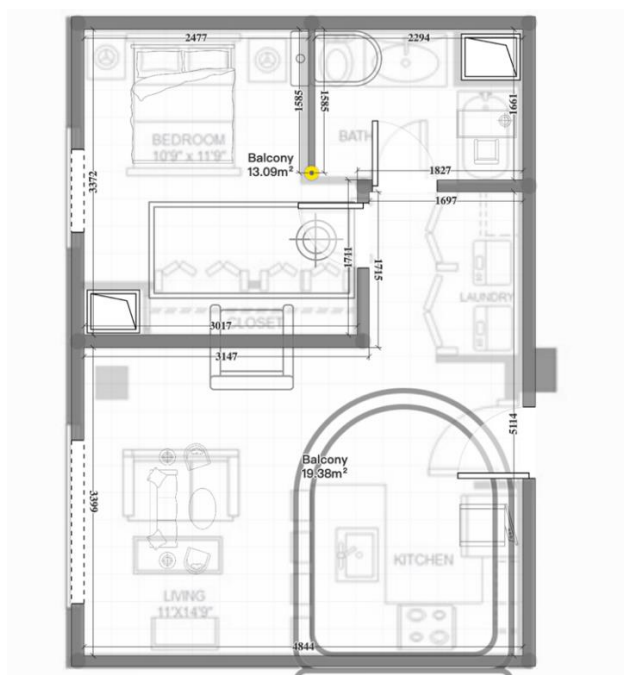
Tabla de insignias otorgadas al finalizar el videojuego.

	<p>Insignia de Conclusión: Nombre: "Investigador Completo" Descripción: Otorgada por completar todo el juego.</p>
	<p>Insignia de Velocidad: Nombre: "Investigador Eficiente" Descripción: Otorgada por completar el juego en 15 minutos.</p>
	<p>Insignia de Herramientas: Nombre: "Recolector Experto" Descripción: Otorgada por utilizar todas las herramientas adecuadas y recolectar correctamente los indicios presentes en la escena del crimen</p>
	<p>Insignia de Precisión: Nombre: "Especialista en embalaje" Descripción: Otorgada por no cometer errores en el embalaje de indicios.</p>
	<p>Insignia de Detección: Nombre: "Detector Experto" Descripción: Otorgada por identificar todos los indicios presentes en la escena del crimen.</p>
	<p>Insignia de Metodología: Nombre: "Perito Metódico" Descripción: Otorgada por seguir correctamente todos los pasos del protocolo de Inspección Ocular Técnica.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Plano de casa de una planta que se usó como referencia para la creación de la escena.

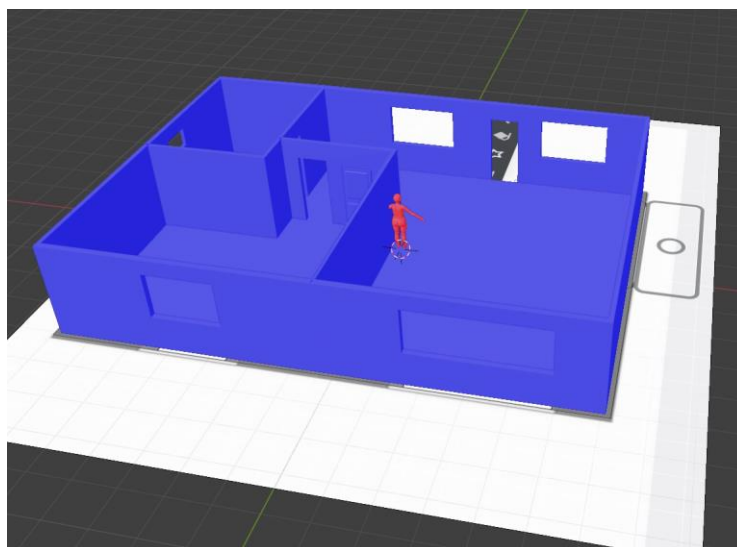


Nota. Adaptado de Coohoom. (2024). 1 floor 1 bedroom.

https://www.coohom.com/pub/tool/yundesign/cloud?designid=3FO3L8EYPJ9P&redirecturl=/&redirectbim=false&locale=es_ES

Anexo 9

Vista superior de la casa donde ocurre el hecho delictivo, realizada por la empresa Ramenbyeddo en la aplicación de Blender.



Anexo 10

Tabla 3

Mensajes de retroalimentación dentro del juego.

Tipos de errores	Mensajes de retroalimentación según el error
Proceso de inspección ocular técnica incorrecta	Según el Manual de Buenas Prácticas en la Escena del Crimen (Grupo Iberoamericano de Trabajo en la Escena del Crimen [GITEC], 2010) este proceso consta de las siguientes fases: la protección y preservación del lugar de los hechos; recopilación de información preliminar; observación, valoración y planificación en la escena; fijación del lugar de los hechos; búsqueda y tratamiento de los indicios; liberación de la escena del crimen y por último el envío de documentación o traslado de evidencia.
Fijación fotográfica incorrecta	Según la guía de National Forensic Science Technology Center (2009) las fotografías deben tomarse antes de que se coloquen los marcadores de indicios, y luego que han sido colocados. Estas tomas iniciales son importantes para demostrar que nadie ha manipulado la escena del crimen (p. 6).
Fijación fotográfica incorrecta	Según el Manual de Buenas Prácticas en la Escena del Crimen GITEC (2010) Esta fijación se debe realizar metodológicamente, es decir, de lo general a lo particular hasta llegar al detalle (p. 56).
Embalaje incorrecto de arma blanca	Según el Manual de Procedimientos del Sistema de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal (2015) el arma blanca se debe colocar en una caja de

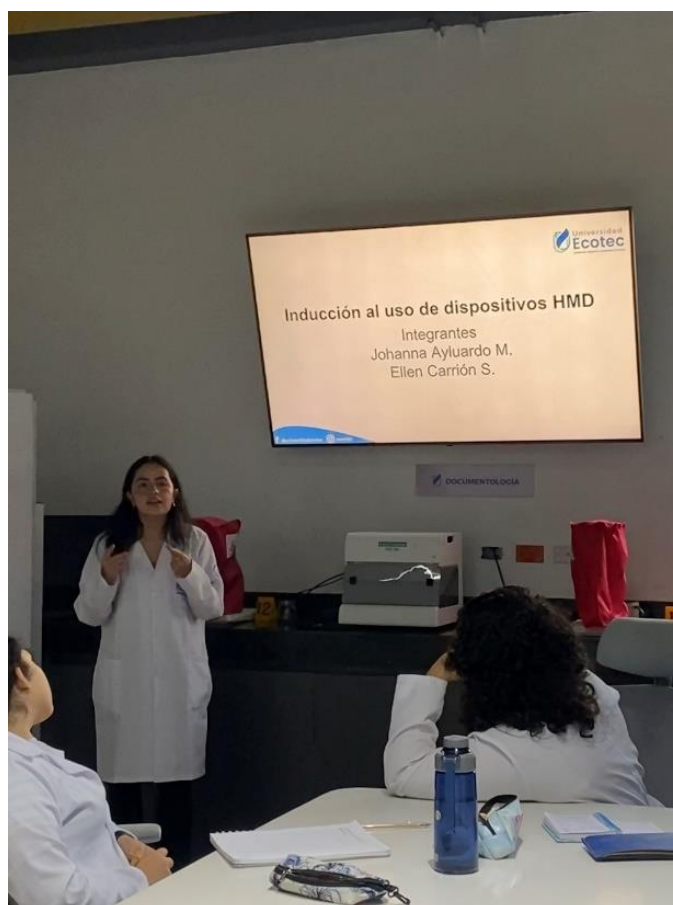
	cartón, inmovilizándola a través de amarras o precintos (p. 72).
Embalaje incorrecto de dispositivos electrónicos	No se debe usar fundas plásticas que puedan producir estática o permitan humedad y condensación (p. 211).
Embalaje incorrecto de vainas servidas	Según el Manual de Procedimientos del Sistema de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal (2015) las vainas deben ser embaladas por separado, envueltas en fundas de papel o cajas de cartón (p. 72).
Embalaje incorrecto de muestras de sangre	Según el Manual para el Manejo Integral de Muestras Biológicas de Fiscalía General del Estado (2021) los hisopos deben ser empacados en cajas porta hisopos o en tubo seco y estéril.
Embalaje incorrecto de impresión de huellas dactilares	Según el Manual de Procedimientos del Sistema de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal (2015) la impresión tomada de la huella debe ser colocada en un soporte y ser depositada en bolsa de papel.
Recolección incorrecta de vainas servidas	Según el Manual de Procedimientos del Sistema de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal (2015) las vainas se deben recolectar con pinzas de punta cubiertas (p. 72).
Recolección incorrecta de muestras de sangre en objetos o superficies	Según el Manual para el Manejo Integral de Muestras Biológicas de Fiscalía General del Estado (2021) se requerirá al menos tres hisopos tomados de soportes no

	transportables (colchones, puertas, alfombras pisos etc.) (p. 36)
Recolección incorrecta de huellas dactilares	Según el Manual de Procedimientos del Sistema de Cadena de Custodia del Ministerio Público Fiscal (2015) en huellas digitales se utilizan los reactivos adecuados según la superficie, una vez aplicado el reactivo, se pueden levantar con cintas adhesivas especiales.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Presentación durante la fase de entrenamiento sobre la tecnología de realidad virtual y el equipo VR Meta Quest 3.



Anexo 12

Presentación de las gafas y mandos VR detallando la función de cada botón y cómo utilizarlos correctamente dentro del juego.



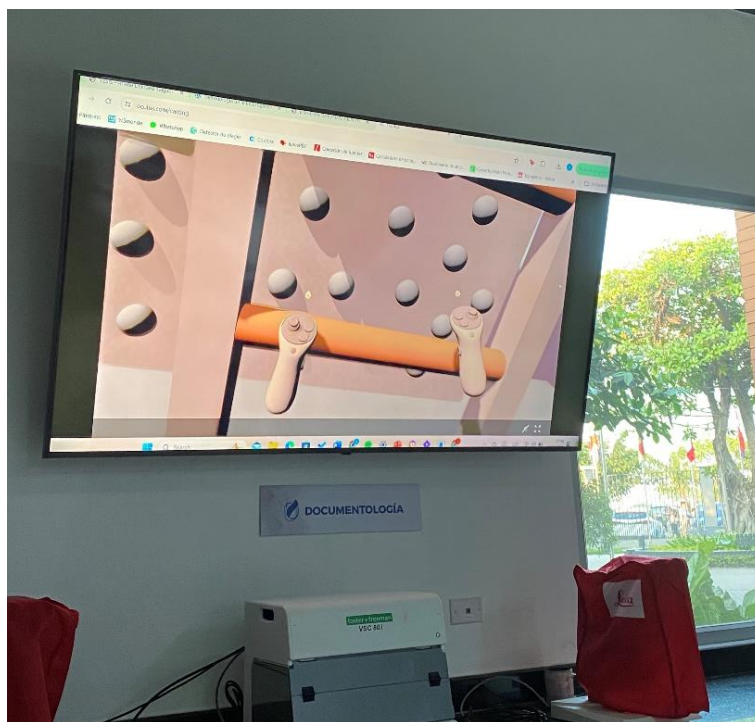
Anexo 13

Sesión de práctica supervisada y guiada donde los participantes interactuaron con el equipo VR en el entorno controlado.



Anexo 14

Entorno virtual de entrenamiento donde se enseñó a los usuarios a interactuar con el equipo.

**Anexo 15**

Profesor de criminalística realizando la sesión de entrenamiento.



Anexo 16

Profesor de criminalística realizando la sesión de entrenamiento.

**Anexo 17**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la sesión de entrenamiento.



Anexo 18

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la sesión de entrenamiento.

**Anexo 19**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la sesión de entrenamiento.



Anexo 20

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la sesión de entrenamiento.

**Anexo 21**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la sesión de entrenamiento.



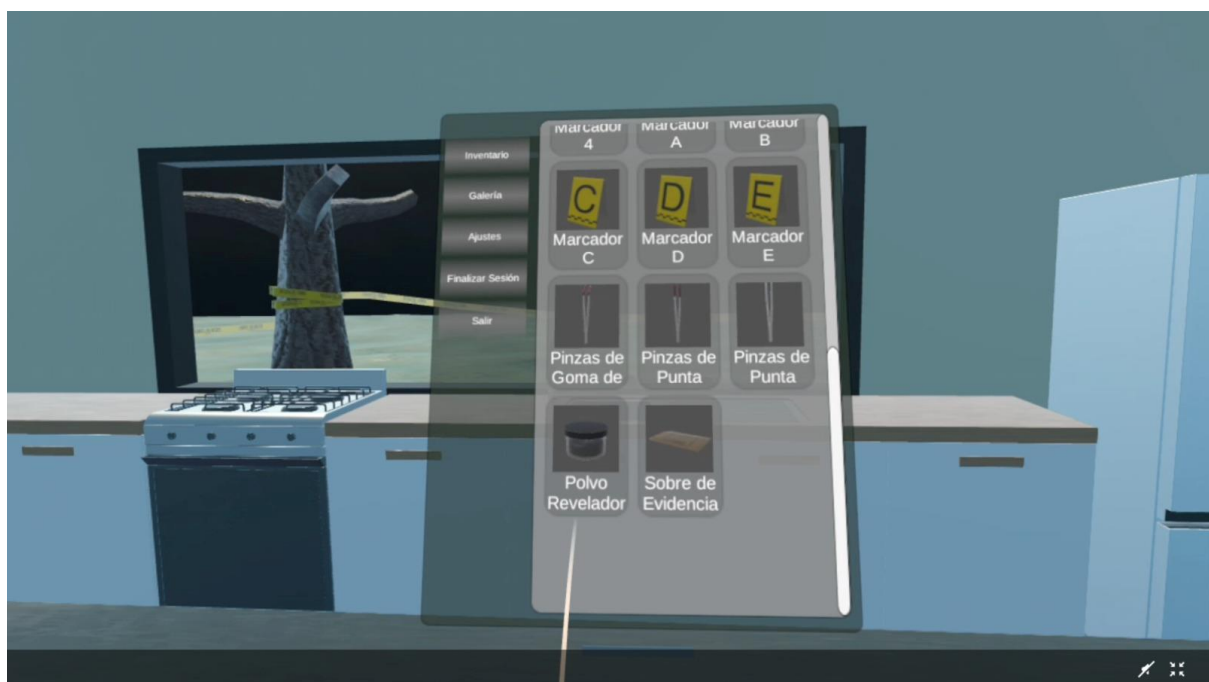
Anexo 22

Presentación sobre los objetivos del juego antes de la realización de la práctica.



Anexo 23

Escena del crimen simulado mediante el entorno de realidad virtual.



Anexo 24

Profesor de criminalística realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.

**Anexo 25**

Profesor de criminalística realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.



Anexo 26

Profesor de ingeniería realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.

**Anexo 27**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.

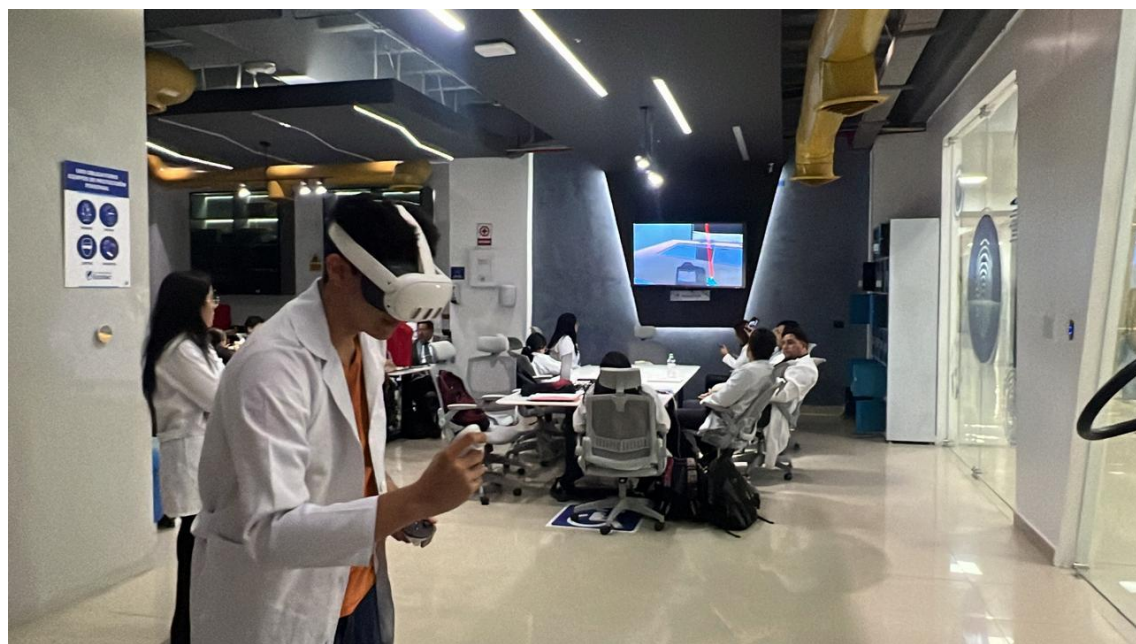


Anexo 28

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.

**Anexo 29**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.



Anexo 30

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.

**Anexo 31**

Estudiante de la materia de Inspección Ocular Técnica realizando la práctica en el entorno de realidad virtual.



Anexo 32

Rúbrica de evaluación a los profesores.

1. JUGABILIDAD

¿Qué tan intuitivos considera que son los controles del juego y sus mecánicas? *

1 2 3 4 5

Muy poco intuitivos, requiere mucho tiempo para aprender

Extremadamente intuitivos, se pueden aprender y usar con facilidad

¿Considera que el videojuego ofrece retroalimentación de manera clara y oportuna sobre su desempeño? *

1 2 3 4 5

La retroalimentación es confusa y no ayuda a mejorar

La retroalimentación es clara y facilita la corrección y el aprendizaje

¿Cómo calificaría la interacción con los objetos virtuales en términos de realismo y fluidez? *

1 2 3 4 5

La interacción es poco realista y se dificulta la realización de tareas

La interacción es realista y fluida, se realiza las tareas con facilidad

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

2. CERCANIA A LA REALIDAD

¿Qué tan realistas y detallados considera que son los gráficos y los modelos 3D del juego? *

	1	2	3	4	5	
Los graficos son de baja calidad y los modelos son poco detallados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Los gráficos son de alta calidad y los modelos son muy detallados y realistas

¿Qué tan bien se alinean los procedimientos de inspección ocular técnica del juego con los protocolos utilizados en situaciones reales? *

	1	2	3	4	5	
Los procedimientos del juego no se asemejan a los protocolos reales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Los procedimientos del juego son muy similares a los protocolos reales

¿Qué tan realista le parece el entorno virtual de la escena del crimen? *

	1	2	3	4	5	
El entorno virtual es poco realista y no refleja adecuadamente una escena del crimen real	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	El entorno virtual es muy realista y refleja con precisión una escena del crimen real

3. EXPERIENCIA DEL USUARIO

¿Considera que el juego mantiene al usuario motivado y comprometido con las tareas que ofrece? *

1 2 3 4 5

El juego no logra mantener al usuario motivado ni comprometido

El juego incentiva la participación continua manteniendo al usuario muy motivado y comprometido con las tareas

¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción general con la experiencia de usuario en el juego?

1 2 3 4 5

El juego proporciona una experiencia insatisfactoria y frustrante

El juego proporciona una experiencia agradable y envolvente. Los usuarios están completamente inmersos y comprometidos

Borrar selección

¿En qué medida considera usted que el juego logra sumergir al usuario en el rol de perito de IOT?

1 2 3 4 5

El juego no logra una inmersión efectiva en el rol de perito de IOT y no se obtiene una comprensión del trabajo y responsabilidades asociadas

El juego logra completamente sumergir al usuario en el rol de perito de IOT, facilitando la práctica y comprensión del rol

Borrar selección

4. OBJETIVOS ACADÉMICOS

¿En qué medida considera usted que el juego contribuye al desarrollo de habilidades prácticas en inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

El juego no contribuye al desarrollo de habilidades prácticas ni mejora la competencia en inspección ocular técnica

El juego facilita el desarrollo de habilidades prácticas y aumenta la competencia en inspección ocular técnica

¿En qué medida considera que el juego mejora la comprensión de los conocimientos teóricos sobre inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

El juego mejora muy poco la comprensión de los conocimientos teóricos sobre inspección ocular técnica. No contribuye al entendimiento del tema.

El juego mejora la comprensión de los conocimientos teóricos sobre inspección ocular técnica y facilita un entendimiento profundo y claro del tema

¿Qué tan útil considera que ha sido el juego en la preparación para las prácticas reales de inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

El juego no ha sido útil para prepararse para enfrentar los desafíos de una práctica de inspección ocular técnica real

El juego ha sido de utilidad para la preparación de prácticas reales mejorando la habilidad del usuario

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

5. Retroalimentación

Nos gustaría conocer su opinión sobre su experiencia en el juego Crime Scene Simulator, destacando tanto los aspectos que considera que podrían mejorarse como los puntos fuertes que ha observado. *

Tu respuesta

[Atrás](#)

[Enviar](#)

[Borrar formulario](#)

Anexo 33

Encuesta proporcionada a los estudiantes.

1. JUGABILIDAD

¿Qué tan intuitivos consideras que son los controles del juego y sus mecánicas? *

	1	2	3	4	5	
El juego es muy difícil de entender y jugar. Las mecánicas no son claras y el jugador pierde interés fácilmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	El juego es fácil de entender y jugar. Las mecánicas son intuitivas y el jugador se siente motivado en todo momento.

¿Cómo evaluarías la integración de las características del juego con los pasos de inspección ocular técnica? *

	1	2	3	4	5	
La integración entre las características del juego y los pasos de inspección ocular técnica es muy deficiente; no se reflejan adecuadamente los pasos en el juego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	La integración es excelente; las características del juego reflejan de manera precisa y efectiva los pasos de inspección ocular técnica, facilitando el aprendizaje experiencial.

¿Qué tan fácil consideras que fue realizar tareas de inspección ocular técnica dentro del juego? *

	1	2	3	4	5	
Realizar las tareas de inspección ocular técnica dentro del juego fue complicado y desafiante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Realizar las tareas de inspección ocular técnica fue muy fácil; el juego facilitó significativamente el proceso.

[Atrás](#)

[Siguiete](#)

[Borrar formulario](#)

2. CERCANIA A LA REALIDAD

¿Qué tan efectiva te parece la simulación del entorno del crimen en el juego para prepararte para posibles situaciones reales que podrías enfrentar en el futuro? *

1 2 3 4 5

La simulación no es efectiva en absoluto para prepararse para situaciones reales

La simulación es muy efectiva para prepararse para situaciones reales.

¿Cómo calificarías la fidelidad de los objetos y herramientas utilizadas en el juego en comparación con los reales usados en inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

Los objetos y herramientas en el juego tienen poca o ninguna semejanza con los reales utilizados en el proceso de inspección de la escena del crimen.

Los objetos y herramientas en el juego son fieles a los reales utilizados en inspección de la escena del crimen, replicando con gran precisión su apariencia y funcionalidad.

¿Cómo evaluarías la representación del escenario de inspección ocular técnica en términos de autenticidad y realismo? *

1 2 3 4 5

La representación del escenario en el juego es poco auténtica y no refleja adecuadamente un entorno real de escena del crimen.

La representación del escenario es completamente auténtica y realista, replicando con gran precisión un entorno real de escena del crimen.

[Atrás](#)

[Siguiendo](#)

[Borrar formulario](#)

3. Experiencia del usuario

¿Qué tan fácil te pareció identificar y entender los objetivos y metas del juego? *

	1	2	3	4	5	
Muy difícil identificar y entender los objetivos y metas del juego.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy fácil identificar y entender los objetivos y metas del juego.

¿Cómo calificarías la satisfacción general con la experiencia de usuario en el juego?

	1	2	3	4	5	
El juego ofrece una experiencia deficiente, con usuarios constantemente desconectados y desinteresados.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	El juego proporciona una experiencia agradable y envolvente. Los usuarios están completamente inmersos y comprometidos.

¿Qué tan satisfactorio fue el proceso de interacción con los elementos dentro del juego?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Atrás](#)[Siguiete](#)[Borrar formulario](#)

4. Objetivos académicos

¿En qué medida crees que el juego facilita el desarrollo de habilidades prácticas de inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

El juego no facilita en absoluto el desarrollo de habilidades prácticas en inspección ocular técnica.

El juego facilita significativamente el desarrollo de habilidades prácticas en inspección ocular técnica.

¿En qué medida crees que el juego ha mejorado tu comprensión de los conceptos clave del proceso de inspección ocular técnica? *

1 2 3 4 5

El juego no ha mejorado en absoluto mi comprensión de los conceptos clave del proceso de inspección ocular técnica.

El juego ha mejorado significativamente mi comprensión de los conceptos clave del proceso de inspección ocular técnica.

¿Qué tan bien crees que el juego refleja los procedimientos de inspección ocular técnica que se enseñan en clases? *

1 2 3 4 5

El juego refleja de manera deficiente los procedimientos de inspección ocular técnica que se enseñan en mis clases.

El juego refleja de manera muy precisa los procedimientos de inspección ocular técnica que se enseñan en mis clases.

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

5. Retroalimentación

Nos gustaría conocer su opinión sobre su experiencia en el juego Crime Scene Simulator, destacando tanto los aspectos que considera que podrían mejorarse como los puntos fuertes que ha observado. *

Tu respuesta

[Atrás](#)

[Enviar](#)

[Borrar formulario](#)

Anexo 34

Evaluación de conocimientos proporcionada a los estudiantes.

	TEST CRIME SCENE SIMULATION	Fecha de emisión: 20/07/08
	Proyecto de titulación	

Nombre:		Calificación	
Fecha:			

Temas

A.- Seleccione la opción correcta.

1. ¿Cuál es la herramienta correcta para el levantamiento de vainas servidas?
 - a) Bolsa de plástico
 - b) Pinzas punta de goma
 - c) Bolsa de papel
 - d) Con guantes
2. ¿Cuál es el procedimiento correcto para recolectar muestras de sangre fresca en objetos o superficies?
 - a) Tomar tres muestras con hisopos
 - b) Tomar una muestra con papel
 - c) Tomar una muestra con un recipiente hermético
 - d) Tomar dos muestras con hisopo
3. ¿Qué herramienta se debe utilizar para levantar huellas dactilares latentes?
 - a) Cinta adhesiva especial
 - b) Tarjeta de soporte
 - c) Reactivos o polvos
 - d) Papel absorbente
4. ¿Cuál es el embalaje correcto para dispositivos electrónicos?
 - a) Caja de cartón
 - b) Bolsa de papel
 - c) Bolsa de plástico
 - d) Funda antiestática
5. ¿Cuál es el embalaje correcto para un arma blanca?
 - a) Bolsa de papel
 - b) Bolsa de plástico
 - c) Caja de cartón
 - d) Caja metálica