Diseño y Prototipado de un sistema de entrenamiento basado en réplicas inertes de la pistola BROWNING GP – 35 para la instrucción militar de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea.

Condor Guamán, José Luis y Delgado Huera, Jefferson Ronaldo

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología Superior Universitaria en Ciencias Militares Aeronáuticas

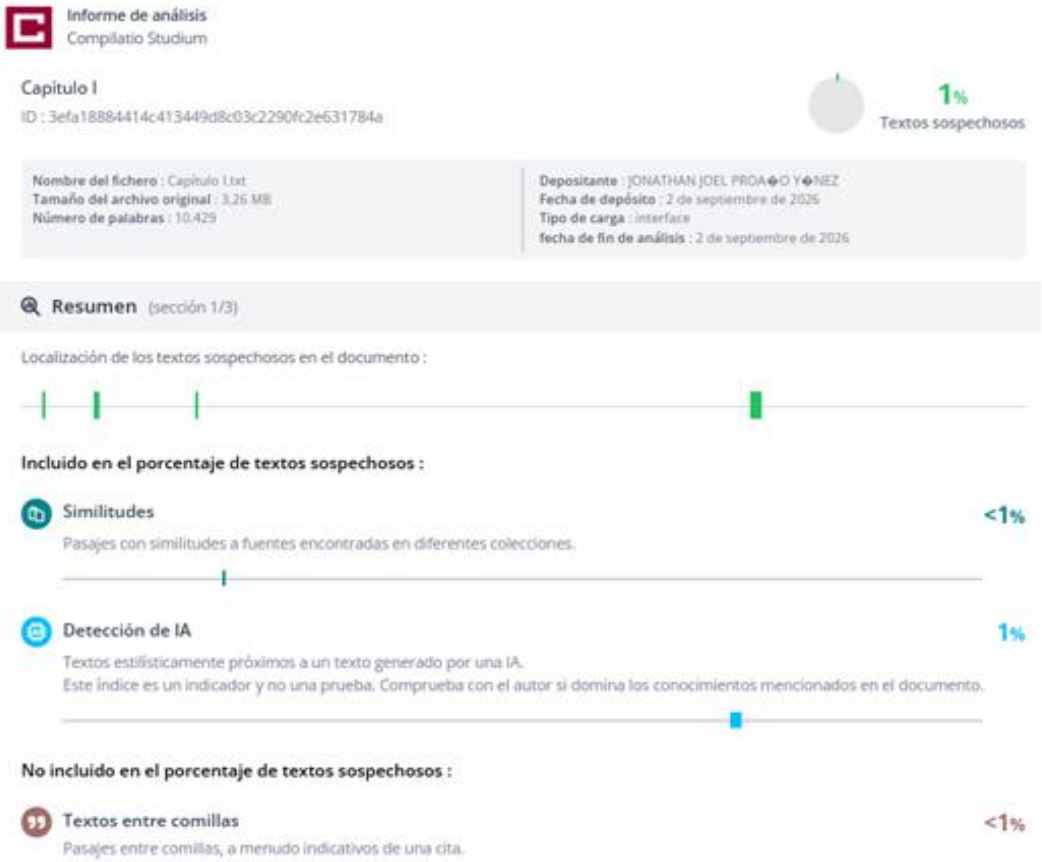
Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior Universitario en Ciencias Militares Aeronáuticas

Tcrn. Emt. Avc. Jaramillo Enríquez, Luis Santiago.

03 de septiembre de 2026

Latacunga

Reporte de verificación de contenidos



Informe de análisis
Compilatio Studium

Capítulo I
ID : 3efa18884414c413449d8c03c2290fc2e631784a

1%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : Capítulo I.txt
Tamaño del archivo original : 3,26 MB
Número de palabras : 10.429

Depositante : JONATHAN JOEL PROA◆O Y◆NEZ
Fecha de depósito : 2 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 2 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :

Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes <1%
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Detección de IA 1%
Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas <1%
Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

LUIS SANTIAGO
JARAMILLO ENRIQUEZ

Tcrn. Emt. Avc. Jaramillo Enríquez, Luis Santiago.

Director

C.C. 1712427580

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología superior Universitaria en ciencias militares aeronáuticas

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "**Diseño y Prototipado de un sistema de entrenamiento basado en réplicas inertes de la pistola BROWNING GP – 35 para la instrucción militar de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea.**" fue realizado por los señores **Cóndor Guamán, José Luis y Delgado Huera, Jeferson Ronaldo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Además, fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de septiembre del 2026

Luis Santiago Jaramillo Enriquez

Tcrn. Emt. Avc. Jaramillo Enríquez, Luis Santiago.

Director

C.C. 1712427580

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología superior Universitaria en ciencias militares aeronáuticas

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Cóndor Guamán, José Luis y Delgado Huera, Jeferson Ronaldo**, con cédulas de ciudadanía n°1754456109 y n°1728449305, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Diseño y Prototipado de un sistema de entrenamiento basado en réplicas inertes de la pistola BROWNING GP – 35 para la instrucción militar de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de septiembre del 2026

Cóndor Guamán José Luis

C.C.:1754456109

Delgado Huera Jeferson Ronaldo

C.C.:1728449305

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Seguridad y Defensa

Carrera de Tecnología superior Universitaria en ciencias militares aeronáuticas

Autorización de Publicación

Nosotros **Cóndor Guamán José Luis y Delgado Huera Jeferson Ronaldo**, con cédulas de ciudadanía n°1754456109 y 1728449305, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular:" **Diseño y Prototipado de un sistema de entrenamiento basado en réplicas inertes de la pistola BROWNING GP – 35 para la instrucción militar de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 03 de septiembre del 2026

Cóndor Guamán José Luis

C.C.:1754456109

Delgado Huera Jeferson Ronaldo

C.C.:1728449305

Dedicatoria

Quiero dedicar este resultado, en primer lugar, a mi familia, quienes han sido el motor y la razón que me impulsan a seguir adelante cada día.

A mi madre, María del Carmen Guamán por ser la mujer que siempre ha confiado en mí, incluso en los momentos en que yo mismo dudaba. Ha sido el pilar fundamental en cada paso de mi vida, la mujer que me enseñó que con esfuerzo, disciplina y fe siempre es posible seguir adelante.

A mi padre, Luis Alfredo Cóndor quien con su trabajo constante me enseñó que las cosas verdaderamente valiosas no se consiguen con facilidad. Gracias a él entendí que el sacrificio, la constancia y la fortaleza son esenciales para alcanzar cualquier meta.

Y, finalmente, a mi hermana, Erika Condor Guamán una mujer a quien le debo muchísimo. Ha sido como una segunda madre para mí, brindándome su apoyo de manera incondicional, incluso cuando no se lo pedía.

Este logro también les pertenece a ustedes. Gracias por creer en mí, por acompañarme en cada etapa de mi vida y por ser la fuerza que me impulsa a seguir luchando por mis sueños. Todo lo que soy y todo lo que he alcanzado lleva una parte de cada uno de ustedes.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por el don de la vida, por guiar cada uno de mis pasos y brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada desafío y alcanzar esta meta.

Mi más profundo agradecimiento es para mi familia, el mayor regalo que la vida me ha dado. Me siento inmensamente afortunado de haber crecido junto a unos padres unidos, quienes con su ejemplo me enseñaron que una familia se construye sobre los valores del amor, el respeto, la unión y el apoyo incondicional. Gracias por creer siempre en mí, por sus sacrificios y por impulsarme a nunca renunciar a mis sueños.

Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a mis abuelitos, tíos y primos, quienes han formado parte fundamental de mi vida desde mi infancia. Nunca me dejaron solo y, en cada etapa de mi camino, estuvieron presentes con una palabra de aliento, un consejo oportuno o un gesto de cariño que fortaleció mi confianza y mi determinación.

Agradezco profundamente el privilegio de pertenecer a una familia unida, que siempre me respaldó en cada decisión que tomé y que me enseñó que el verdadero éxito no se alcanza solo, sino acompañado por el amor, la confianza y el apoyo de quienes más nos quieren.

Este logro no es únicamente mío; también es de cada una de las personas que, con su cariño, paciencia y apoyo incondicional, hicieron posible que hoy pueda alcanzar esta importante meta. A todos ustedes, mi más sincero y eterno agradecimiento.

Índice de contenidos

Carátula 1

Reporte de verificación de contenidos 2

Certificación 3

Responsabilidad de autoría 4

Autorización de Publicación 5

Dedicatoria 6

Agradecimiento 7

Índice de contenidos 8

Índice de tablas 12

Índice de figuras 13

Resumen 14

Abstract 15

Capítulo I 16

Introducción 16

Planteamiento del Problema 18

Objetivos 20

Objetivo general *20*

Objetivos específicos *20*

Justificación 21

Capitulo II 23

Estado del arte 23

Marco teórico 26

Armas de fuego *26*

Armas cortas *27*

Pistola Browning GP-35 ..... *28*

Características técnicas, ergonómicas, funcionales y materiales de la Browning GP-35.....29

Réplicas y armas de entrenamiento militar.....34

Fidelidad física y ergonomía en armas de entrenamiento 35

Modelado tridimensional de la Browning GP-35 para una réplica.....36

Manufactura aditiva aplicada a réplicas de entrenamiento 37

Marco conceptual.....38

Browning GP-35.....38

Caracterización técnica.....39

Ergonomía 39

Caracterización ergonómica.....39

Réplica de entrenamiento 40

Fidelidad física.....40

Geometría externa 40

Modelado tridimensional 40

Diseño asistido por computadora.....41

SolidWorks.....41

Fabricación por deposición de material fundido 41

Prototipo 42

Entrenamiento militar 42

Seguridad del prototipo.....42

Capítulo III 43

Metodología.....43

Enfoque de la investigación 43

Tipo de investigación 43

Alcance de la investigación.....43

Diseño de la investigación 44

Unidad de análisis....44
Fuentes de información....44
Criterios de selección documental....45
Técnicas de recolección de información....45
Instrumentos de recolección....46
Categorías de análisis....46
Procedimiento....47
Análisis de la información....47
Validación de la información....48
Consideraciones éticas y de seguridad....48
Capítulo IV....49
Análisis y discusión de los resultados....49
Caracterización técnica de la Browning GP-35....49
Comparación de dimensiones entre ejemplares documentados....51
Identificación de componentes principales....52
Caracterización ergonómica....54
Correspondencia visual entre el ejemplar de referencia y el modelo CAD....56
Caracterización de materiales....60
Características funcionales generales....61
Discusión integrada....62
Limitaciones....63
Capítulo V....64
Conclusiones y recomendaciones....64
Conclusiones....64
Recomendaciones....66
Referencias....68

Apéndice.....72

Índice de tablas

Tabla 1 Características técnicas documentadas de la Browning GP-35/Hi-Power 49

Tabla 2 Comparación dimensional de ejemplares Browning Hi-Power registrados por el Smithsonian Institution 51

Tabla 3 Identificación de componentes principales visibles de la Browning GP-35 52

Tabla 4 Características ergonómicas relevantes de la Browning GP-35 55

Tabla 5 Materiales documentados en variantes de la Browning Hi-Power 60

Tabla 6 Características funcionales generales documentadas de la Browning Hi-Power 61

Índice de figuras

Figura 1 Arma de fuego portátil de finales del siglo XIV 27

Figura 2 Empuñadura de la pistola Browning GP-35 ……..31

Figura 3 Despiece básico de la pistola Browning Hi-Power.....54

Figura 4 Vista lateral del modelo tridimensional de la Browning GP-35.....56

Figura 5 Comparación del modelo tridimensional con la plantilla física de referencia.....57

Figura 6 Superposición del modelo CAD sobre el ejemplar físico utilizado como referencia 58

Figura 7 Medición directa de una dimensión externa de la Browning GP-35.....59

Resumen

La siguiente investigación tiene como objetivo analizar las características técnicas, ergonómicas y funcionales de igual manera reconocer materiales de la pistola Browning GP-35, con el fin de establecer estándares técnicos para la fabricación de una réplica funcional que ayude en la instrucción y entrenamiento militar dentro de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea. El estudio es parte de la necesidad de disponer de un elemento de formación para las futuras promociones, permitiendo el desarrollo de prácticas relacionadas con la familiarización, manipulación y reconocimiento de partes y características específicas de la pistola, sin emplear un sistema funcional, para la fabricación de la réplica funcional se realiza un análisis documental y técnico de la Browning GP-35, considerando configuración, dimensiones, partes del sistema, materiales y características funcionales que la hacen diferente a otras pistolas. A partir de esta investigación se determinará los requerimientos que se debe tener en cuenta al momento de la fabricación de la réplica funcional conservar cada detalle, conservando así todas sus características externas, ergonómicas representativas, la seguridad y resistencia, facilitando el uso de material pedagógico o didacta al momento de instrucción, destinada a establecer parámetros técnicos con fichas comparativas de ergonomía y funcionamiento orientadas a reconocer los elementos relevantes que deben ser considerados y orientados a la fabricación de una réplica funcional segura, resistente y adecuada para fines de instrucción o didácticos, contribuyendo al fortalecimiento de la formación militar, reconocimiento y familiarización controlada durante las actividades de instrucción.

Palabras clave: BROWNING GP35, réplica funcional, ergonomía.

Abstract

The following research aims to analyze the technical, ergonomic, and functional characteristics, as well as identify the materials, of the Browning GP-35 pistol, in order to establish technical standards for the manufacture of an inert replica to aid in military instruction and training at the Air Force Technical School. This study addresses the need for a training tool for future graduating classes, allowing them to practice familiarizing themselves with, handling, and recognizing the pistol's specific parts and characteristics without using a live system. To manufacture the inert replica, a documentary and technical analysis of the Browning GP-35 was conducted, considering its configuration, dimensions, system components, materials, and functional characteristics that distinguish it from other pistols. This research will determine the requirements that must be considered when manufacturing the inert replica, preserving every detail and thus maintaining all its representative external and ergonomic characteristics, as well as its safety and resistance. This will facilitate the use of pedagogical or didactic materials during instruction. The aim is to establish technical parameters with comparative ergonomic and functional data sheets, oriented towards identifying the relevant elements that must be considered and guided in the manufacture of a safe, resistant, and suitable inert replica for instructional or didactic purposes. This will contribute to strengthening military training, recognition, and controlled familiarization during training activities.

Keywords: BROWNING GP35, functional replica, ergonomics.

Capítulo I

Introducción

En la escuela técnica de la fuerza Aérea donde se forman soldados en el ámbito académico, militar y profesional es esencial en el proceso de formación desarrollar habilidades y conocimiento que garanticen el empleo de recursos, seguros, eficientes y acordes a las necesidades institucionales. En este contexto es de gran ayuda el empleo de recursos didácticos siendo fundamental adquirir competencias relacionadas al reconocimiento, familiarización y uso de replicas funcionales, siendo un recurso que representa alternativas para mejorar la formación militar que favorece al entrenamiento convirtiéndolo más eficiente, reduciendo riesgos, optimizando recursos económicos realizando bajo condiciones controladas.

La investigación se enfoca en determinar cuáles son las características técnicas, ergonómicas, funcionales dentro de esto ingrese materiales, peso, tamaño, fichas técnicas y manuales de uso de la pistola que deber ser consideradas para la fabricación de una réplica funcional destinada a la adaptación al entrenamiento militar recibido dentro de la escuela técnica de la fuerza aérea. Surge la necesidad de contar con un recurso didáctico que facilite la familiarización de un arma de dotación con las características físicas y ergonómicas del arma, reduciendo costos y evitando riesgos optimizando así el proceso de enseñanza mediante un entorno seguro y apropiado para actividades de instrucción.

La pistola Browning GP-35 constituye un modelo histórico y técnico relevante dentro del armamento corto militar. Según el manual técnico BROWNING “La Browning GP-35 es una pistola semiautomática de simple acción. Este sencillo sistema utiliza la energía generada por el cartucho disparado para desplazar la corredera hacia atrás, provocando la abertura del mecanismo y la eyección del casquillo” (Browning, 2026).. Este modelo se desarrolla a partir del trabajo del inventor de armas de fuego estadounidense John Browning hasta 1926 donde completo Dieudonne Saive. Su diseño se caracteriza por una configuración compacta, teniendo

un funcionamiento semiautomático y una elevada capacidad de alimentación para la época. Por estas razones, se realiza un análisis de sus características técnicas, ergonómicas y funcionales, siendo la base principal del desarrollo de una réplica destinada a actividades de entrenamiento.

Siendo esta la base del desarrollo de la réplica funcional de la pistola BROWNING GP-35 orientada exclusivamente al entrenamiento, empleando proyectiles o balas de hidrogel como elemento de simulación a balas reales, la finalidad del proyecto no consiste en reproducir las cualidades o capacidades reales del arma de fuego, ni hacer modificaciones al modelo, sino en el desarrollo de un dispositivo de entrenamiento militar que permita representar condiciones controladas, determinadas características externas y de manipulación en base al modelo referente, planteando así escenarios prácticos en los que el alumno pueda desenvolverse de gran manera, mejorado sus respuestas operacionales, cumpliendo con la misión.

En respuesta a esta problemática el objetivo general se centra en la investigación de dichas características para encontrar criterios técnicos que orienten la fabricación de una réplica funcional destinada a la formación militar. La implementación de este sistema de entrenamiento de la pistola BROWNING GP35 que emplea balas de hidrogel. Dentro de ello se encuentra el análisis de dimensiones generales, ergonomía, distribución de componentes, materiales, resistencia estructural, sistema de alimentación de proyectiles de entrenamiento y mecanismos necesarios para lograr un funcionamiento controlado.

De esta manera, la investigación abarca conocimientos relacionados con diseño mecánico, materiales, ergonomía, sistemas funcionales y formación militar del arma real. Su desarrollo permitirá evaluar la viabilidad de utilizar una réplica funcional que sirve para entrenamiento siendo una herramienta útil, ya que de igual manera ayuda al conocimiento ya siendo personal antiguo de las utilización y características de la pistola ayudando a las posibles aplicaciones en un entorno académico militar.

El presente trabajo se encuentra estructurado en cinco capítulos. El Capítulo I: introducción comprende lo que va a tratar la investigación, planteamiento del problema, formulación de problema o pregunta de investigación, los objetivos y la justificación, estableciendo la sustentación del estudio. El Capitulo II: Estado del arte, marco teórico y marco conceptual presentando los antecedentes y e investigaciones relacionadas a manuales técnicos, así como fundamentos teóricos y principales conceptos de la investigación. El Capitulo III: Metodología describiendo el enfoque y tipo de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de información, de igual manera la recopilación de validación y confiabilidad, Capitulo V: Conclusiones y recomendaciones dando conclusiones derivados de los resultados de la investigación, estableciendo recomendaciones, para el desarrollo del proceso de fabricación y el modelo de simulador de entrenamiento de la pistola Browning GP-35.

Planteamiento del Problema

Actualmente, la formación militar necesito un proceso de instrucción militar basada en el manejo, manipulación y familiarización de armas a corto alcance como son las Browning, ya que las fuerzas armadas del Ecuador cada vez cumplen misiones apegadas al ámbito de seguridad según el artículo 158 de la república del Ecuador la cual establece “que las funciones de coordinación serán subordinadas a las disposiciones del Presidente de la República y se ceñirá a los delitos de narcotráfico, lavado de activos, tráfico de armas y de personas, terrorismo, minería ilegal, extorsión e intimidación, delincuencia organizada. De igual forma, el apoyo complementario podrá brindarse cuando exista grave conmoción interna en el sistema penitenciario”. Así las fuerzas Armadas realizan un apoyo complementario. Para alcanzar estas competencias es de gran valor contar con métodos y recursos de entrenamiento que permitan procedimientos dentro de zonas internas del país.

Dentro de este contexto, las réplicas o herramientas de simulación de disparo y entrenamiento como es la Browning, constituyen una alternativa viable que permite complementar procesos de instrucción, sin embargo, el desarrollo y fabricación de un replica de entrenamiento requiere la identificación de características que deben ser reproducidas y aquellas que deben ser modificadas de acuerdo a la finalidad del proyecto.

De este modo, surge la gran necesidad de realizar investigaciones que permitan establecer datos técnicos, ergonómicos y funcionales y de materiales para el desarrollo de prototipos destinados a entrenamiento militar. La ausencia de información organizada y comparativa de modelos replicas Browning GP35 Es una gran limitante para cumplir con el objetivo, la búsqueda de materiales, dimensiones y características externas, elementos necesarios como el despiece de componentes, modelado 3D preciso en SolidWorks de la Browning GP35, rediseño del mecanismo interno de disparo adaptado para las balas de hidrogel y ensamblaje e impresión digital completo.

En un ámbito especifico la presente investigación, busca ser la base que constituya el objeto de estudio de la Browning GP35, para determinar parámetros técnicos que permitan plantear la construcción de una réplica de entrenamiento funcional. De tal Modo es necesario realizar levantamientos y revisiones de manuales, fichas técnicas y documentación especializada como la búsqueda de manuales de mantenimiento y uso.

El problema se centra en la necesidad de disponer información sistematizada respecto a dimensiones, peso, componentes, materiales, características ergonómicas y funcionamiento general.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las características técnicas, ergonómicas, de materiales y funciones de la pistola Browning GP- 35, por medio de la revisión de manuales de uso, documentación técnica, fuentes especializadas, despiece de componentes, durante el proceso de investigación paras establecer una base de datos técnicos para el desarrollo de levantamiento 3D y modelado CAD (SolidWorks).

Objetivos específicos

Recopilar información técnica de la pistola Browning GP-35 mediante levantamiento de datos técnicos provenientes de manuales, fichas técnicas, despiece de componentes, con la finalidad de identificar sus características, dimensiones, peso, componentes y características principales.

Caracterizar los aspectos ergonómicos, textura, y funcionalidades de la Browning GP-35 mediante la elaboración de fichas técnicas y matrices comparativas, estableciendo características relevantes que deberán considerarse como referencia para el diseño de la réplica de entrenamiento.

Establecer parámetros técnicos y geométricos obtenidos del análisis de la Browning GP-35 mediante la sistematización de información y su desglose de componentes con el fin de desarrollo del modelado 3D preciso en SolidWorks, rediseño del mecanismo interno de disparo adaptado a balas de hidrogel.

Justificación

Se justifica por la necesidad de disponer de información técnica organizada y confiable, viable para el desarrollo o fabricación de la réplica funcional de la pistola cubriendo la problemática de la falta de entrenamiento militar en armas de corto alcance, al levantar información de características siendo referencias del estudio que contempla la revisión de manuales. Documentación técnica y fuetes especializadas (Manuales de mantenimiento, manuales de uso), así identificar las dimensiones, peso, componentes, materiales, características ergonómicas y aspectos funcionales, de este modo establecer parámetros de referencia para posteriormente la fabricación y diseño de impresiones 3D.

La investigación aporta conocimiento técnico sistematizado sobre las características, dando aportes teóricos organizados y relacionados a la pistola Browning GP-35 entrarse dispersa en diferentes manuales y fuentes técnicas generando una base documental que facilite la compresión del modelo estudiado.

El resultado de la investigación reduce la incertidumbre durante las posteriores etapas del diseño en SoldWords ya que se fundamentan en información previamente recopilada, analizada y sistematizada, ayudando a realizar modificaciones o ajustes del diseño de manera más objetiva, de igual manera, esto ayudara a prevenir accidentes, minimizar los riesgos de seguridad y los costos usados en municiones reales, considerando que el valor aproximando de cada munición en Ecuador es de $1.40 o $1,80 por bala, lo que significa que por cada practica varía según la cantidad de disparos, representaría un valor de $55 dólares por persona en la práctica de tiro suponiendo que se utilizaron 30 balas; generalmente en una hora se realiza alrededor de unas cinco prácticas y al día se emplean seis horas en grupos de 6 personas, con esto el costo podría variar entre $9.900 dólares, tomando en cuenta que abarca la constancia de nivel de preparación, entrenamiento, realización de pruebas o balas de fogueo y mantenimiento de los elementos de la pistola Browning.

De igual manera el aspecto social, beneficia de gran manera a los alumnos y personal militar profesional que necesitan instrucción en manejo de armas a corto alcance, una herramienta de entrenamiento adecuadamente caracterizada para la familiarización con diseño y ergonomía, dentro de condiciones controladas y bajo las normas de seguridad de polígono.

En consecuencia, el estudio no solo constará de un levantamiento de datos, sino que busca una metodología de investigación y sistematización que permitirá transformar información técnica en parámetros para la fabricación, diseño y modelado de la réplica

Capitulo II

Estado del arte

La investigación sobre sistemas de simulación aplicados a la formación militar muestra una orientación hacia entornos controlados que reproducen condiciones de manipulación, toma de decisiones y respuesta operativa sin recurrir de forma exclusiva al empleo de armamento convencional, enfoque respaldado por Dias et al. (2025), quienes efectuaron una revisión sistemática sobre simulación en enseñanza militar y señalaron su utilidad para actividades con costos elevados, riesgos ocupacionales y exigencias técnicas específicas dentro de los procesos formativos de las Fuerzas Armadas.

Dentro de la formación militar, los sistemas de simulación integran elementos físicos y virtuales con el propósito de representar tareas asociadas al manejo de equipos, reconocimiento de escenarios y ejecución de procedimientos, criterio identificado por Rincón et al. (2025) en un estudio sobre entornos virtuales para entrenamiento ante amenazas híbridas, cuyos resultados señalaron que la inmersión y la representación de situaciones operativas contribuyen al desarrollo de competencias asociadas con la doctrina, la respuesta táctica y la toma de decisiones.

En el entrenamiento de tiro con armas individuales, Barbaran (2023) analizó la relación entre el uso de simuladores y la formación de cadetes de cuarto año de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” mediante un estudio cuantitativo, descriptivo-correlacional, no experimental y transversal aplicado a 77 cadetes, cuyos resultados identificaron una asociación positiva y estadísticamente significativa entre ambas variables, con un coeficiente de Spearman de 0,740 y un valor de $p = 0,001$, hallazgo que respalda la incorporación de tecnologías de simulación como recursos complementarios para la preparación técnica dentro de la instrucción militar.

La utilidad pedagógica de los entornos simulados también fue estudiada por Calderón et al. (2025) dentro de la educación militar, donde se identificó que las herramientas de representación virtual favorecen el aprendizaje de procedimientos, el análisis de escenarios y la adquisición de destrezas vinculadas con la planificación operacional, hallazgo pertinente para proyectos que incorporan dispositivos de entrenamiento como recurso didáctico dentro de instituciones castrenses.

El grado de semejanza física entre el dispositivo de entrenamiento y el equipo de referencia constituye otro componente relevante, debido a que la interacción entre usuario, masa, geometría, distribución de cargas y forma de sujeción influye sobre la respuesta biomecánica durante la manipulación, aspecto estudiado por Cofré et al. (2023b) en soldados equipados con una réplica de arma, donde el análisis mediante acelerometría identificó modificaciones en la estabilidad del tronco asociadas con la presencia del objeto durante la marcha con carga militar.

Desde la perspectiva del aprendizaje bajo presión, Cooper et al. (2024) efectuaron una revisión sistemática con metaanálisis sobre desempeño en escenarios simulados de uso de fuerza y encontraron que la exposición contextual durante el entrenamiento se relacionó con resultados favorables en la transferencia de habilidades frente a métodos convencionales, dato que respalda el empleo de recursos de simulación como complemento para actividades donde el reconocimiento del equipo, la manipulación segura y la respuesta frente a estímulos forman parte del proceso educativo.

La incorporación de réplicas dentro de estudios experimentales sobre toma de decisiones fue documentada por Olma et al. (2024), quienes desarrollaron un ensayo controlado aleatorizado con personal policial y utilizaron una réplica accionada por gas de la pistola Heckler & Koch SFP9 durante escenarios de decisión de disparo y no disparo,

dispositivo descrito por los autores como prácticamente equivalente al arma de servicio respecto a características, peso y materiales procesados, excepto por el tipo de munición, condición que favoreció una interacción física cercana al equipo habitual dentro de un ambiente experimental controlado.

La relación entre fidelidad física y experiencia de entrenamiento también aparece en sistemas militares con seguimiento de postura y orientación del arma, como el modelo propuesto por Tong et al. (2025), quienes desarrollaron un entorno adaptativo basado en marcadores y cámaras para identificar la posición corporal y la orientación del dispositivo empleado por el usuario, propuesta que reconoce la relevancia de conservar movimientos naturales y reducir interferencias físicas durante actividades de simulación militar.

Los estudios revisados coinciden en reconocer la simulación como recurso asociado con el desarrollo de habilidades técnicas, toma de decisiones, respuesta frente a presión y familiarización con equipos dentro de contextos militares y policiales, aunque sus enfoques metodológicos presentan particularidades, debido a que Dias et al. (2025) abordaron el fenómeno mediante revisión sistemática, Barbaran (2023) examinó asociaciones entre simuladores y formación militar, Cofré et al. (2023) estudió respuestas biomecánicas vinculadas con la manipulación de una réplica y Olma et al. (2024) empleó un dispositivo físicamente semejante al arma de servicio dentro de escenarios experimentales, conjunto de antecedentes que sitúa la fidelidad física, la ergonomía y la interacción usuario-dispositivo como componentes relevantes dentro del diseño de recursos destinados a entrenamiento especializado.

A pesar de estos antecedentes, la literatura revisada se concentra principalmente en simuladores virtuales, entrenamiento de tiro, respuestas biomecánicas y réplicas empleadas dentro de escenarios experimentales, mientras que se identifica escasa producción académica

orientada a sistematizar de forma conjunta las características técnicas, ergonómicas, funcionales y materiales de un modelo específico de arma corta como referencia para una réplica funcional de entrenamiento, vacío que sustenta el análisis de la Browning GP-35 desde dimensiones externas, geométricas, de masa, agarre, materiales y configuración funcional vinculadas con su empleo como recurso didáctico militar.

Marco teórico

Armas de fuego

Las primeras armas portátiles de fuego iniciaron a utilizarse a finales de siglo XIV por el año 1300 en Europa, la cuales solían ser sistemas muy rudimentarios, como resultado de la evolución de la artillería, se veían armas hechas principalmente por un tubo metálico hueco circular, generalmente hecho en hierro, cerrada en la parte posterior, se llenaba de pólvora y con un pequeño orificio ubicada en la parte superior del cañón, se colocaba una fuente de calor externa como mecheros o mediante un sistema externo de chispas, fuego o percusión. Usando una carga de pólvora que se la denominaba como “cebo” (Żabiński et al., 2021).

Para que tenga un soporte se utilizaba una estructura de madera mediante abrazaderas u otros elementos de sujeción. Es así que estas armas tenían múltiples limitaciones en cuanto a precisión, alcance y facilidad de manejo. Teniendo en cuenta que tenían ausencia de mecanismos disparadores lo que dificultaba el alcance y la puntería. Sentando las bases para el desarrollo de funcionamiento y mecanismos, constituyendo un avance fundamental para el desarrollo de sistema de puntería, diseños ergonómicos y funcionales, mejorando características técnicas surgiendo armas de mecha, llaves de rueda, llaves de pedernal, llave a la francesa (Arias & Paredes, 2023).

Figura 1

Arma de fuego portátil de finales del siglo XIV



Nota. Representación de un arma portátil primitiva compuesta por un tubo metálico asociado con un soporte para su manipulación, configuración relacionada con las primeras etapas de evolución de las armas de fuego manuales europeas. Tomado de (Żabiński et al., 2021).

Armas cortas

Las armas cortas constituyen dispositivos portátiles diseñados para su manipulación manual y se caracterizan por dimensiones compactas, empuñadura individual y configuración orientada al control mediante una o ambas manos, características que han motivado investigaciones centradas en ergonomía, fuerza de agarre, accesibilidad de controles y adaptación entre las dimensiones de la mano y la geometría del equipo, debido a que estos factores intervienen en la interacción física entre usuario y dispositivo durante tareas de manipulación y precisión (Vivas, 2025).

Dentro de las armas cortas, las pistolas semiautomáticas integran una estructura compacta conformada por empuñadura, corredera, armazón y controles externos destinados a la manipulación manual, cuya configuración se relaciona con la accesibilidad de los

componentes, la fuerza requerida para accionar la corredera y la interacción física entre usuario y dispositivo durante tareas básicas de manejo (Stone et al., 2022).

La ergonomía de las armas cortas se relaciona con las características antropométricas del usuario, debido a que la fuerza de prensión, la dimensión de la mano y la adaptación entre esta y la empuñadura intervienen en la estabilidad, el control y la manipulación del dispositivo, por lo que estos parámetros constituyen referencias relevantes para el análisis de réplicas destinadas a entrenamiento cuando se busca conservar atributos físicos vinculados con sujeción, volumen y configuración externa (Brown et al., 2021).

El análisis técnico de una pistola semiautomática comprende la identificación de componentes estructurales, características superficiales y particularidades físicas propias de cada modelo, debido a que la documentación detallada de estas configuraciones facilita la caracterización objetiva del objeto de estudio y la comparación de sus atributos externos dentro de procesos de evaluación técnica y representación física (Ríos et al., 2024).

Pistola Browning GP-35

La Browning GP-35, también conocida como Browning Hi-Power, pertenece al grupo de pistolas semiautomáticas de 9 mm y constituye un diseño ampliamente documentado dentro de estudios técnicos y forenses sobre armas cortas, donde aparece clasificada junto con otros modelos de pistolas semiautomáticas de calibre equivalente debido a sus características estructurales generales y a su configuración como arma corta de uso institucional (Basu et al., 2022).

La configuración externa de la Browning Hi-Power responde a una arquitectura compacta propia de las pistolas semiautomáticas, con elementos visibles como empuñadura, armazón, corredera y controles manuales integrados en un conjunto diseñado para su

manipulación con la mano, características que justifican su análisis desde dimensiones, masa, geometría y distribución de superficies cuando se utiliza como referencia física dentro de un proyecto de réplica para entrenamiento (Browning, 2026).

La Browning Hi-Power continúa utilizada como modelo de referencia en investigaciones experimentales y forenses, como evidencia un estudio publicado en *Frontiers in Chemistry* donde se empleó una Browning Hi-Power de 9 mm dentro de ensayos controlados de laboratorio, hecho que confirma la identificación técnica del modelo como pistola semiautomática de calibre 9 mm dentro de literatura científica reciente (Askar et al., 2025).

Las características externas de un modelo específico de pistola adquieren relevancia dentro de una réplica destinada a formación porque la semejanza física constituye parte de la interacción entre usuario y dispositivo, por lo que parámetros como forma general, volumen, zonas de agarre, masa y distribución geométrica deben analizarse como referencias de reconocimiento y familiarización, sin trasladar al dispositivo de entrenamiento capacidades funcionales del arma original (Olma et al., 2024).

Características técnicas, ergonómicas, funcionales y materiales de la Browning GP-35

La caracterización física de la Browning GP-35 requiere registrar dimensiones generales que describan su envolvente geométrica externa, debido a que longitud, altura y ancho constituyen parámetros básicos para establecer proporciones y referencias espaciales dentro de una representación tridimensional, y los registros museográficos del Smithsonian Institution documentan un ejemplar Browning Hi-Power con dimensiones aproximadas de 19,685 cm de longitud, 12,7 cm de altura y 3,4925 cm de ancho, datos útiles como referencia documental que deben contrastarse con el ejemplar específico utilizado dentro de la investigación (Smithsonian, n.d.).

La geometría externa de una pistola semiautomática constituye un elemento de identificación física porque integra contornos, superficies, proporciones y relaciones espaciales que diferencian visualmente cada modelo, de modo que la caracterización de la Browning GP-35 requiere describir la forma general del armazón, la empuñadura, la corredera, el guardamonte y los controles externos desde una perspectiva de reconocimiento y representación geométrica, sin trasladar al análisis procedimientos vinculados con capacidad ofensiva (Basu et al., 2022).

La empuñadura representa la principal zona de sujeción que tiene la mano referente a la pistola, siendo que las características físicas que tiene, afecta de gran manera el manejo y sensibilidad del usuario, estas características como textura, forma, volumen, envergadura, longitud de contacto, la posición del dedo con referencia al distancia del disparador, inclinación y volumen generan condiciones de afección a la comodidad, estabilidad y percepción del objeto durante el uso o prácticas en polígonos. Desde un análisis ergonómico estos aspectos deben guardad relación y se toman en cuenta dimensiones antropométricas de la población objetivo, ya que el cambio de tamaño que se presenta en la empuñadura, genera puntos de presión, distribución poco uniforme e incomodidad. En el desarrollando la réplica funcional se consideran tanto sus dimensiones, envergadura, textura y la interacción mano – empuñadura. De igual manera la evaluación de usuario ayuda a la obtención de información objetiva y subjetiva mediante la toma de medidas antropométricas. Estos elementos son un guía de datos ergonómicos adecuados y si se cumplen la correspondencia física fundamental para mejorar su utilidad siendo indispensable para entrenamiento.

Este análisis entra las partes que forman parte del cuerpo de la empuñadura como es la muesca de seguridad de la empuñadura de la pistola y la cacha que llegan a ser los principales puntos de sujeción, e indirectamente el cargador que proporciona el peso.

Figura 2

Empuñadura de la pistola BROWNING GP-35



Nota. Registro fotográfico utilizado como evidencia de la empuñadura y zonas de presión del arma real para análisis ergonómico.

La ergonomía aplicada a armas cortas requiere considerar la interacción entre dimensiones de la mano, fuerza de prensión, geometría de la empuñadura y postura de la extremidad superior, debido a que estas variables forman parte del contacto físico entre usuario y dispositivo y guardan relación con la estabilidad durante actividades de manipulación técnica (Brown et al., 2021).

Las dimensiones antropométricas de la mano constituyen referencias relevantes para valorar la relación entre usuario y empuñadura, debido a que variables como longitud y anchura

de la mano se relacionan con la capacidad de prensión y con la adaptación física entre la mano y objetos de manipulación, fundamento que respalda la incorporación de criterios antropométricos dentro del análisis ergonómico de dispositivos destinados a entrenamiento (Zea et al., 2025).

La fuerza de prensión constituye una capacidad biomecánica vinculada con la estabilidad manual durante la interacción con una pistola, debido a que una fuerza de agarre adecuada se relaciona con el desempeño en pruebas de tiro y con la manipulación de armas cortas, por lo que este parámetro adquiere relevancia dentro del análisis ergonómico de dispositivos destinados a familiarización y entrenamiento (Fantecelle et al., 2026).

La relación entre antropometría y fuerza manual adquiere relevancia adicional en personal vinculado con tareas operativas debido a que la anchura y longitud de la mano presentan correlación con la capacidad de prensión, aspecto que sustenta la necesidad de considerar la adaptación entre dimensiones del usuario y geometría de la empuñadura durante la evaluación ergonómica de un recurso formativo (Zea et al., 2025).

La masa constituye otra variable técnica relacionada con la experiencia de manipulación porque modifica la carga aplicada sobre la mano y la extremidad superior, mientras que su distribución dentro del volumen del dispositivo interviene en la percepción de equilibrio y estabilidad corporal, razón por la cual una réplica destinada a familiarización física requiere registrar este atributo como parte de su caracterización técnica y ergonómica.

La interacción entre arma, usuario y carga corporal adquiere especial importancia dentro del contexto militar, debido a que el transporte de equipos modifica las exigencias biomecánicas durante la marcha y la estabilidad postural, por lo que conservar una distribución

física coherente dentro de un dispositivo formativo aporta una referencia más cercana a la sensación de manipulación del equipo representado (Cofré et al., 2023).

La fidelidad física de una réplica destinada a entrenamiento se relaciona con el grado de semejanza que conserva respecto del equipo de referencia en forma, masa, dimensiones, materiales y sensación de manipulación, criterio respaldado por investigaciones experimentales que emplearon una réplica Heckler & Koch SFP9 descrita como prácticamente equivalente al arma institucional respecto de características físicas, peso y materiales, salvo por la naturaleza del sistema utilizado dentro del escenario controlado. La correspondencia física entre réplica y objeto de referencia resulta relevante dentro de actividades de familiarización porque la interacción motora se construye a partir de señales táctiles, geométricas y visuales derivadas del contacto con el dispositivo, por lo que conservar proporciones, empuñadura, volumen y masa contribuye a establecer una experiencia formativa centrada en reconocimiento y manipulación controlada sin trasladar funciones ofensivas al prototipo (Olma et al., 2024).

Las características funcionales que interesan dentro de una réplica funiconalo se relacionan con aquellas acciones externas vinculadas con identificación visual, sujeción, postura, localización de componentes y familiarización con la disposición física del modelo, debido a que estos elementos forman parte del aprendizaje motor y del reconocimiento técnico sin requerir la reproducción de sistemas compatibles con munición de servicio (Olma et al., 2024).

La superficie externa del dispositivo también forma parte de la experiencia ergonómica debido a que la textura y el contacto táctil intervienen en la interacción entre mano y empuñadura, por lo que el análisis de un prototipo de entrenamiento requiere registrar acabados, zonas de contacto y características superficiales que influyen en la percepción física del objeto dentro de condiciones de manipulación formativa (Brown et al., 2021).

La selección de materiales para una réplica de la Browning GP-35 debe fundamentarse en propiedades mecánicas y dimensionales de polímeros empleados en manufactura aditiva, debido a que la literatura científica disponible documenta diferencias en rigidez, resistencia, estabilidad y acabado entre materiales como PLA, ABS y PETG, mientras que no se identificaron estudios científicos recientes centrados específicamente en la fabricación de una réplica de este modelo de pistola (Algarni & Ghazali, 2021).

Réplicas y armas de entrenamiento militar

Las réplicas físicas y las armas desactivadas constituyen recursos de apoyo para la instrucción cuando el ejercicio requiere conservar referencias corporales y espaciales asociadas con el equipo de servicio dentro de un ambiente controlado, debido a que la presencia de un objeto manipulable integra postura, orientación, sujeción y relación entre el usuario y el escenario de práctica sin depender exclusivamente de representaciones visuales en pantalla (Fedaravičius et al., 2020).

La incorporación de una réplica física dentro del entrenamiento militar conserva la interacción entre el movimiento corporal y el objeto representado, debido a que la manipulación de un arma de entrenamiento modifica la distribución de la carga y forma parte de las condiciones biomecánicas asociadas con desplazamiento, postura y sujeción durante tareas de interés militar, aspecto que respalda la necesidad de considerar la presencia física del dispositivo dentro de actividades formativas orientadas a familiarización y manejo controlado del equipo (Vickery et al., 2025).

La condición constituye un criterio de seguridad dentro de actividades formativas centradas en reconocimiento, manipulación y familiarización física con el equipo, debido a que las armas destinadas exclusivamente a instrucción conservan referencias de apariencia,

dimensiones y masa sin incorporar capacidad de disparo convencional, característica que favorece su utilización bajo condiciones controladas de entrenamiento. La representación física de un arma dentro de un recurso de entrenamiento debe conservar los atributos necesarios para la tarea educativa definida, puesto que la utilidad del dispositivo se relaciona con la posibilidad de reconocer su configuración exterior, establecer contacto manual coherente con el equipo de referencia y ejecutar movimientos asociados con la instrucción sin trasladar al prototipo las capacidades ofensivas del arma original (Olma et al., 2024).

Dentro del contexto de la Browning GP-35, estos fundamentos orientan la réplica hacia la conservación de características externas vinculadas con identificación, dimensiones generales, configuración de la empuñadura, zonas de contacto, masa de referencia y elementos visibles necesarios para la familiarización física, mientras que la ausencia de capacidad ofensiva delimita su función como recurso pedagógico de entrenamiento. (Olma et al., 2024)

Fidelidad física y ergonomía en armas de entrenamiento

La fidelidad física en un arma de entrenamiento se relaciona con el grado de correspondencia entre el dispositivo de práctica y el equipo utilizado como referencia, debido a que características como forma, tamaño, masa, equilibrio y sensación de manipulación intervienen en la familiarización del usuario con el objeto empleado durante la instrucción, condición especialmente relevante cuando el propósito formativo incluye reconocimiento, sujeción y manejo seguro de un arma representada físicamente (Fedaravičius et al., 2020).

La correspondencia física también se vincula con la facilidad de manipulación y con la integración del dispositivo al equipamiento utilizado durante la práctica, puesto que una réplica con configuración exterior próxima al arma de servicio conserva referencias asociadas con

agarre, ubicación corporal y compatibilidad con elementos de porte, características relevantes para mantener continuidad entre el recurso de entrenamiento y el equipo utilizado en actividades institucionales (Olma et al., 2024).

La ergonomía de un arma de entrenamiento comprende la relación entre las características físicas del dispositivo y la respuesta corporal del usuario, por lo que la forma de sujeción, la posición del arma respecto del cuerpo, la carga sostenida y la interacción manual constituyen elementos relevantes dentro de actividades militares que requieren manipulación física de un arma o réplica durante desplazamientos y tareas operativas. La masa constituye un componente de fidelidad física porque interviene en la percepción del objeto durante sujeción, porte y cambio de posición, razón por la cual una réplica destinada a representar una pistola de servicio requiere que este atributo forme parte de la caracterización previa al desarrollo del prototipo, sin que ello implique reproducir los sistemas internos vinculados con su capacidad ofensiva (Cofré et al., 2023).

La configuración de la empuñadura posee especial relevancia dentro de una réplica Browning GP-35 porque constituye la principal zona de contacto entre la mano y el dispositivo, de modo que contorno, longitud, anchura, superficie de apoyo y relación con la mano requieren documentación durante la caracterización ergonómica, debido a que la interacción entre usuario y arma de entrenamiento depende de una sujeción físicamente coherente con el objeto representado (Fedaravičius et al., 2020)

Modelado tridimensional de la Browning GP-35 para una réplica

El modelado tridimensional de la Browning GP-35 constituye el medio de representación digital de las características externas identificadas durante su caracterización técnica y ergonómica, por lo que la estructura CAD debe concentrarse en contornos, proporciones,

dimensiones generales, configuración de la empuñadura y elementos visibles vinculados con reconocimiento y manipulación formativa, sin reproducir componentes internos asociados con capacidad de disparo (Patents, 2024).

La geometría externa constituye un componente de la fidelidad física porque define la apariencia, las superficies de contacto manual, la relación espacial entre usuario y dispositivo y la compatibilidad con elementos de porte, de modo que su conservación adquiere relevancia cuando una réplica física se destina a ejercicios de reconocimiento, manipulación y familiarización con el equipo de referencia (Olma et al., 2024).

La información dimensional de la Browning GP-35 debe organizarse mediante registros correspondientes a longitud, altura, anchura, contornos externos, configuración de empuñadura y relaciones entre superficies visibles, debido a que estos parámetros constituyen la referencia geométrica para estructurar un modelo digital destinado exclusivamente a la representación física del arma estudiada (Browning, 2026).

Manufactura aditiva aplicada a réplicas de entrenamiento

La manufactura aditiva constituye una alternativa de materialización para réplicas físicas de entrenamiento porque transforma una geometría digital en un objeto manipulable y facilita la conservación de atributos externos definidos durante el modelado, mientras que en dispositivos destinados a formación militar o policial la fabricación debe mantener coherencia con criterios de apariencia, ergonomía, resistencia frente a manipulación y diferenciación respecto de un arma funcional (Patents, 2024).

La selección del proceso de fabricación para una réplica debe guardar relación con las características físicas definidas para el prototipo, especialmente geometría exterior, zonas de contacto manual, masa de referencia, resistencia frente a manipulación y reconocimiento

visual, debido a que una herramienta de entrenamiento requiere conservar atributos perceptibles del equipo representado sin incorporar capacidad de disparo (Olma et al., 2024).

La elección del material para una réplica debe responder a la resistencia requerida durante manipulación formativa, estabilidad de la geometría exterior y conservación de las superficies de contacto, puesto que las armas de entrenamiento impresas mediante manufactura aditiva requieren materiales capaces de soportar uso repetido sin comprometer la integridad física del dispositivo (Cofré et al., 2023).

La calidad externa del prototipo adquiere relevancia porque deformaciones, irregularidades geométricas o alteraciones superficiales modifican la correspondencia entre el objeto físico y la geometría definida en el modelo digital, situación que afecta los atributos visuales y táctiles utilizados durante reconocimiento y manipulación formativa (Neacșa et al., 2025).

La resistencia estructural requerida para una réplica debe asociarse con manipulación, transporte y uso formativo del dispositivo, debido a que su finalidad consiste en conservar integridad física como recurso pedagógico y no en reproducir las solicitaciones vinculadas con el funcionamiento ofensivo del arma de referencia (Patents, 2024).

Marco conceptual

Browning GP-35

La Browning GP-35, también denominada Browning Hi-Power o M1935 High Power, corresponde a una pistola semiautomática de calibre 9 mm fabricada por FN y asociada con el diseño de John M. Browning, cuya configuración externa constituye el objeto físico de referencia para la caracterización técnica, ergonómica y geométrica desarrollada dentro de esta investigación, mientras que registros del Smithsonian Institution documentan ejemplares de

este modelo con dimensiones próximas a 20 cm de longitud, 12,7 cm de altura y 3,49 cm de anchura general.

Caracterización técnica

La caracterización técnica se entiende dentro de esta investigación como el proceso sistemático de identificación, registro y organización de los atributos físicos relevantes de la Browning GP-35, entre ellos dimensiones generales, masa, configuración exterior, componentes visibles, superficies de contacto y relaciones geométricas necesarias para documentar el objeto de referencia y establecer los parámetros destinados a su representación tridimensional.

Ergonomía

La ergonomía corresponde a la disciplina orientada al estudio de las interacciones entre las personas y los elementos de un sistema, con especial atención a características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas cuando se analiza la relación física entre usuario y objeto, fundamento que dentro de este estudio se vincula con empuñadura, superficies de contacto, masa, dimensiones externas y forma de manipulación de la Browning GP-35.

Caracterización ergonómica

La caracterización ergonómica corresponde al registro de los atributos externos que intervienen en la interacción entre la mano y el objeto de referencia, de modo que dentro de la Browning GP-35 comprende principalmente configuración de la empuñadura, contornos, zonas de contacto, dimensiones asociadas con la sujeción, masa y disposición de elementos exteriores que participan en la manipulación física del dispositivo.

Réplica de entrenamiento

Una réplica de entrenamiento corresponde a un dispositivo físico destinado a reproducir características perceptibles de un arma utilizada como referencia con fines formativos, por lo que atributos como forma, masa, materiales y configuración exterior adquieren relevancia cuando el usuario necesita mantener una interacción semejante con el objeto durante actividades de instrucción, principio documentado en investigaciones con réplicas físicas de pistolas empleadas en entrenamiento policial.

Fidelidad física

La fidelidad física se refiere al grado de correspondencia perceptible entre un dispositivo de entrenamiento y el equipo representado, relación que comprende características como configuración exterior, masa, materiales y sensación de manipulación, debido a que estos atributos intervienen en la interacción corporal desarrollada durante la práctica con réplicas físicas de armas.

Geometría externa

La geometría externa comprende el conjunto de dimensiones, contornos, proporciones, superficies y relaciones espaciales visibles que configuran la forma exterior de un objeto, por lo que dentro de la Browning GP-35 incluye longitud general, altura, anchura, perfiles laterales, configuración de la empuñadura y demás referencias necesarias para establecer su representación digital sin reproducir mecanismos internos.

Modelado tridimensional

El modelado tridimensional corresponde a la representación digital de la geometría de un objeto mediante entidades espaciales que reproducen su forma y relaciones dimensionales,

mientras que en procesos de ingeniería inversa la reconstrucción CAD parte de la geometría del objeto de referencia con el propósito de obtener una representación digital coherente con sus características físicas.

Diseño asistido por computadora

El diseño asistido por computadora, identificado mediante las siglas CAD, comprende el uso de sistemas digitales para organizar geometrías, dimensiones y relaciones espaciales dentro de una representación técnica, por lo que en esta investigación constituye el medio utilizado para trasladar las características externas documentadas de la Browning GP-35 hacia el modelo tridimensional de la réplica funcional.

SolidWorks

SolidWorks se entiende dentro del estudio como el entorno CAD seleccionado para estructurar y organizar la representación tridimensional externa de la Browning GP-35 a partir de las dimensiones, contornos y relaciones geométricas obtenidas durante la caracterización técnica, por lo que su función corresponde a la construcción digital del modelo destinado a la réplica funcional.

Fabricación por deposición de material fundido

La fabricación por deposición de material fundido, conocida como FDM, corresponde a una modalidad de manufactura aditiva basada en extrusión de materiales termoplásticos para formar objetos mediante incorporación sucesiva de capas según una geometría digital, técnica empleada para prototipos, visualización, desarrollo conceptual y componentes físicos dentro de sectores de ingeniería y aplicaciones militares.

Prototipo

El prototipo se entiende como la representación física obtenida a partir de la información técnica y geométrica recopilada durante la investigación, cuya finalidad consiste en reproducir las características externas seleccionadas de la Browning GP-35 para valoración dimensional, reconocimiento y manipulación formativa dentro de una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

Entrenamiento militar

El entrenamiento militar se entiende dentro de esta investigación como el conjunto de actividades formativas orientadas al desarrollo de familiarización, reconocimiento y manipulación controlada del equipamiento utilizado dentro de la instrucción, contexto en el que una réplica física actúa como recurso pedagógico cuando la tarea requiere interacción corporal con un objeto representativo sin trasladar al ejercicio las capacidades ofensivas del arma original.

Seguridad del prototipo

La seguridad del prototipo corresponde al conjunto de condiciones de diseño orientadas a mantener su uso exclusivo dentro del entrenamiento con proyectiles de hidrogel, por lo que dentro de este estudio se considera la incompatibilidad con munición de servicio, la diferenciación respecto del arma original y la restricción de su funcionamiento al sistema de simulación definido para actividades de reconocimiento, ergonomía, manipulación y formación militar.

Capítulo III

Metodología

Enfoque de la investigación

La investigación adopta un enfoque mixto debido a que integra información cuantitativa correspondiente a dimensiones, masa y parámetros físicos de la Browning GP-35 con información cualitativa relacionada con configuración ergonómica, componentes, materiales y características funcionales externas, cuya integración facilita la caracterización técnica del objeto de estudio y la organización de parámetros de referencia para una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

Tipo de investigación

La investigación que se realizo es de tipo aplicada, documenta y de campo. La información obtenida como son dimensiones, envergadura, diseño y ergonomía son conocimientos que se utilizan para el desarrollo de la réplica funcional por lo cual es de tipo aplicativa, documental por la recopilación de información de manuales técnicos de la propia BROWNING GP-35, artículos científicos y fichas técnicas. Adicional corresponde a una investigación de campo ya que se realizó la observación directamente del modelo físico real, mediante el cual sirvió para reconocer características externas y toma de medidas. Estas investigaciones nos ayudaron a constatar información documental, experimental y aplicada, disponiendo así de estudios técnicos para el desarrollo de la réplica.

Alcance de la investigación

El alcance de la información es descriptivo, se centra en la identificación de datos, registro y caracterización de condiciones esenciales como son físicas, dimensiones y

ergonomía del modelo. Realizando observaciones directas y tomas de medida de una pistola real, complementando con la recaudación y verificación de fuentes documentales. Permitiendo establecer fichas técnicas de parámetros como dimensiones generales, volumen, envergadura, diseño, superficies externas. Utilizando para caracterizar datos relevantes para actividades de reconocimiento y familiarización.

Diseño de la investigación

El diseño es no experimental y documental debido a que las características de la Browning GP-35 son examinadas a partir de información existente y registros técnicos sin intervención sobre su configuración ni modificación de sus componentes, mientras que el análisis se concentra en organizar la evidencia disponible dentro de fichas técnicas y matrices comparativas relacionadas con la finalidad formativa de una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde a la pistola Browning GP-35 como objeto técnico de referencia y a la documentación relacionada directamente con sus características físicas, ergonómicas, materiales y funcionales, por lo que no se establece población humana ni cálculo de muestra debido a que el estudio no incorpora participantes ni evalúa resultados sobre personas.

Fuentes de información

Las fuentes de información estarán constituidas por manuales técnicos del fabricante, documentación institucional, fichas técnicas, registros museográficos, artículos científicos y publicaciones especializadas relacionadas con la Browning GP-35, ergonomía de armas cortas,

características de réplicas físicas de entrenamiento y criterios de fidelidad física, priorizando documentos cuya información guarde relación directa con las categorías analizadas.

Criterios de selección documental

Se prioriza documentos con fuentes confiables los cuales identifiquen de manera clara el modelo de la pistola Browning GP-35 o Browning Hi-Power donde se describan información específica y verídica, obteniendo artículos y publicaciones científicas y manual real Browning relacionando aspectos relacionadas con ergonomía, interacción física y réplicas de armas cuando se analicen fundamentos formativos, documentos con gran nivel de verificabilidad y referencias cuya susceptible contrastando con análisis aplicada.

Técnicas de recolección de información

La revisión documental constituye la técnica principal de recolección debido a que mediante ella se extraerán datos relacionados con dimensiones generales, masa, componentes, materiales, características de la empuñadura, configuración externa y funciones documentadas de la Browning GP-35 a partir de fuentes técnicas y académicas seleccionadas.

El análisis de contenido técnico se utilizará para clasificar la información obtenida según categorías previamente definidas, con énfasis en características técnicas, ergonómicas, materiales y funcionales externas que tengan relación con reconocimiento, familiarización y representación física del modelo.

El análisis comparativo se empleará para contrastar datos procedentes de varias fuentes cuando existan valores o descripciones sobre una misma característica, de modo que cada parámetro registrado conserve identificación de procedencia y observaciones respecto de coincidencias o variaciones documentales.

Instrumentos de recolección

La ficha de caracterización técnica registrará identificación del modelo, fuente consultada, longitud, altura, anchura, masa, componentes principales, materiales documentados, características externas y observaciones relacionadas con cada dato recopilado.

La ficha de caracterización ergonómica nos registra y organiza información obtenida durante el análisis del modelo referencias y real. Se presentan aspectos importantes como son la configuración de empuñadura, áreas y dimensiones, al contacto con la mano, envergadura y texturas externas. Sin olvidar la masa e interacción de medidas entre la persona y la pistola. Facilita la comparación, análisis y evaluación de las características ergonómicas fundamentales para el desarrollo de la réplica funcional.

La matriz comparativa reúne y contrasta la información ergonómica, técnica y materiales, obtenida de diferentes fuentes unas de ellas las secundarias. Abre las puertas a la recolección de un registro de cada una de las características, de este modo sea posible comparar datos de la revisión documentas, observaciones y mediciones realizados en el modelo real, estableciendo métricas que contribuyan al desarrollo de la réplica funcional de proyectiles de hidrogel.

Categorías de análisis

Las características técnicas comprenderán dimensiones generales, masa, configuración exterior y componentes principales documentados de la Browning GP-35, mientras que las características ergonómicas incluirán empuñadura, zonas de contacto, superficie, geometría externa y relación física con la mano.

Las características materiales comprenderán los materiales identificados documentalmente en los componentes analizados, mientras que las características funcionales se limitarán a funciones generales y elementos externos pertinentes para reconocimiento y familiarización técnica sin desarrollar mecanismos internos destinados a capacidad de disparo.

Procedimiento

El procedimiento iniciará con la identificación de las categorías derivadas del objetivo específico, seguida de la búsqueda y selección de documentación técnica y científica relacionada con la Browning GP-35, después se extraerán los datos pertinentes mediante las fichas de caracterización y finalmente la información será organizada dentro de matrices comparativas orientadas a establecer los atributos relevantes para una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

La información recopilada durante la investigación será analizada y comparada entre las diferentes fuentes de consulta, con el fin de verificar datos presentados en aspectos como dimensiones, masa, materiales y diseño externo, registrará la fuente de origen para mantener la trazabilidad. Tomando en cuenta que existen deferentes modelos de la Browning GP-35 siendo que estas correspondan exclusivamente al modelo referencial.

Análisis de la información

Los datos numéricos obtenidos mediante la revisión y mediciones serán clasificados de acuerdo a su tipo o naturaleza. Estas dimensiones, volumen y masa se presentarán tablas descriptivas, presentando índices de valor registrado, unidad de medida con su fuente o método de obtención. Así este procedimiento nos dará datos ordenados y claros para tener parámetros técnicos fidedignos considerados para la elaboración de la réplica funcional.

Cuando se identifiquen valores distintos para una misma característica en fuentes confiables, estos serán presentados por separado junto con la identificación del ejemplar o variante correspondiente, evitando establecer un valor único para toda la familia Browning GP-35 cuando la documentación no sustente dicha generalización.

Validación de la información

La consistencia de la información será examinada mediante triangulación documental entre manuales, fuentes institucionales y literatura científica, de modo que los datos específicos de la Browning GP-35 sean respaldados preferentemente por documentación propia del modelo y los fundamentos ergonómicos o formativos sean sustentados mediante estudios científicos relacionados con el aspecto analizado.

Consideraciones éticas y de seguridad

La investigación no involucra participantes humanos ni recopila información personal, debido a que se concentra en documentación técnica y características físicas de la Browning GP-35, mientras que el análisis se restringe a información necesaria para reconocimiento, ergonomía, caracterización y familiarización con una futura réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

El estudio excluye procedimientos destinados a reproducir la capacidad ofensiva del arma original, compatibilidad con munición de servicio o mecanismos internos propios de la Browning GP-35, debido a que el alcance establecido corresponde exclusivamente a la caracterización técnica y ergonómica necesaria como fundamento documental de un recurso funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

Capítulo IV

Análisis y discusión de los resultados

Caracterización técnica de la Browning GP-35

La revisión documental permitió identificar características técnicas correspondientes a la Browning Hi-Power o GP-35 a partir del manual oficial de Browning y registros museográficos del Smithsonian Institution, cuyas fuentes confirman su clasificación como pistola semiautomática de acción simple y aportan medidas generales asociadas con ejemplares específicos fabricados por FN en Bélgica.

Tabla 1

Características técnicas documentadas de la Browning GP-35/Hi-Power

Característica	Resultado documentado
Denominación	Browning Hi-Power / Browning M1935 High Power / GP-35
Fabricante del ejemplar museográfico	FN
Lugar de fabricación del ejemplar	Bélgica
Tipo	Pistola semiautomática
Sistema general	Acción simple
Calibre documentado	9 mm Luger/Parabellum

Característica	Resultado documentado
Capacidad del cargador 9 mm	13 cartuchos
Longitud, ejemplar nmah_415758	19,685 cm
Altura, ejemplar nmah_415758	12,7 cm
Anchura, ejemplar nmah_415758	3,4925 cm
Longitud, ejemplar nmah_415759	20,0025 cm
Altura, ejemplar nmah_415759	12,7 cm
Anchura, ejemplar nmah_415759	3,4925 cm
Longitud, ejemplar nmah_1693840	20,32 cm
Altura, ejemplar nmah_1693840	12,7 cm
Anchura, ejemplar nmah_1693840	3,4925 cm

Nota. Los valores corresponden a ejemplares específicos registrados por el Smithsonian Institución y no representan una medida universal aplicable a todas las variantes de la familia Hi-Power.

Los resultados muestran una longitud general comprendida entre 19,685 y 20,32 cm en los ejemplares museográficos examinados, con coincidencia de 12,7 cm de altura y 3,4925 cm de anchura en los tres registros seleccionados, resultado que evidencia estabilidad en determinadas proporciones externas y variación en la longitud según el ejemplar o configuración documentada, razón por la cual el desarrollo

El manual oficial de Browning identifica la Hi-Power como una pistola semiautomática de acción simple y documenta para la versión de 9 mm una capacidad estándar de 13 cartuchos en el cargador, datos que complementan la caracterización dimensional con información técnica propia del fabricante y respaldan la identificación general del modelo analizado.

Comparación de dimensiones entre ejemplares documentados

Tabla 2

Comparación dimensional de ejemplares Browning Hi-Power registrados por el Smithsonian Institution

Registro	***Longitud (cm)***	***Altura (cm)***	***Anchura (cm)***
nmah_415758	19,685	12,700	3,4925
nmah_415759	20,0025	12,700	3,4925
nmah_1693840	20,320	12,700	3,4925

Nota. Registros museográficos del Smithsonian Institution.

La comparación evidencia una variación máxima de 0,635 cm entre las longitudes documentadas, equivalente a 6,35 mm, en contraste con la coincidencia observada en altura y anchura, aspecto que respalda el uso de registros comparativos en lugar de adoptar una única medida como representación absoluta de todas las versiones de la Browning GP-35.

Este resultado guarda relación con el marco teórico, donde la fidelidad física se vinculó con forma, dimensiones, masa y configuración exterior, debido a que una representación destinada al entrenamiento requiere definir previamente cuál ejemplar o variante actúa como referencia geométrica para evitar la combinación de valores procedentes de configuraciones independientes.

Identificación de componentes principales

El manual oficial de Browning incorpora figuras de nomenclatura general para la Hi-Power y una representación de sus conjuntos principales, información que sirve como referencia documental para identificar los elementos visibles necesarios en la caracterización técnica sin reproducir procedimientos internos de funcionamiento.

Tabla 3

Identificación de componentes principales visibles de la Browning GP-35

Componente	Caracterización dentro del estudio	Relevancia para la réplica de entrenamiento
Corredera	Conjunto superior longitudinal	Define gran parte del perfil externo
Armazón	Estructura principal inferior	Establece la configuración general
Empuñadura	Zona principal de contacto manual	Relevante para ergonomía y sujeción
Guardamonte	Elemento externo que rodea el disparador	Referencia geométrica visible
Disparador	Elemento ubicado dentro del guardamonte	Reconocimiento visual y manipulación formativa
Martillo externo	Elemento visible en la zona posterior	Identificación del perfil posterior
Mira delantera	Referencia superior frontal	Reconocimiento de la configuración exterior

Componente	Caracterización dentro del estudio	Relevancia para la réplica de entrenamiento
Mira trasera	Referencia superior posterior	Reconocimiento de la configuración exterior
Seguro manual	Control externo visible	Familiarización con la disposición del modelo
Retén de corredera	Control lateral externo	Identificación de controles
Cargador	Elemento asociado con la empuñadura	Reconocimiento general del conjunto

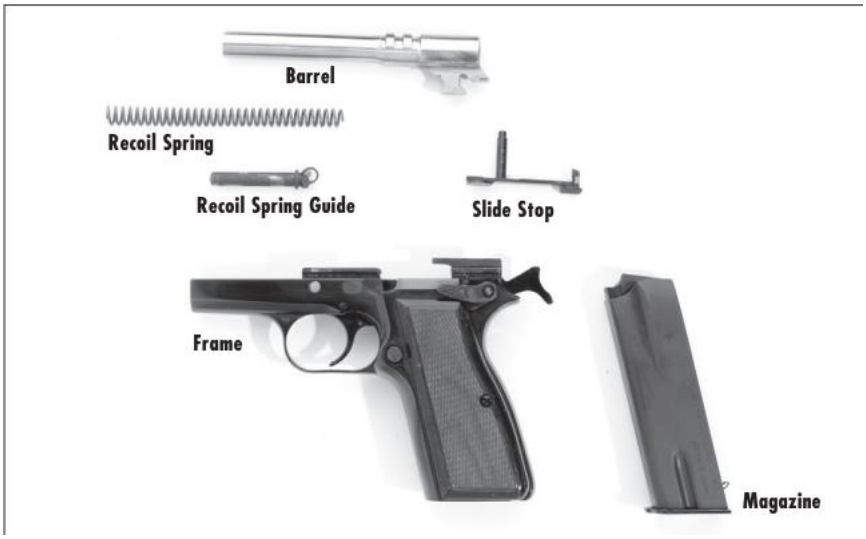
Nota. Clasificación elaborada a partir de la nomenclatura general del manual oficial Browning Hi Power y de la observación visual del ejemplar del modelo CAD y análisis de la pistola real proporcionados para el proyecto.

Se identificaron componentes en el desglose de piezas que permitió reconocer elementos los cuales ayudan al modela en SolidWorks, para proceder con un ensamblaje piezas importantes como corredera, armazón, empuñadura, guardamonte, controles laterales, miras y cargador.

Piezas que influyen en la percepción, forma y configuración del dispositivo, dando aspectos de volumen, geometría, zonas de contacto o precisión, permitiendo evaluar correspondencias físicas y ergonómicas.

Figura 3

Despiece básico de la pistola Browning Hi-Power



Nota. Tomado del Hi Power Pistol Owner's Manual de Browning; la figura presenta los conjuntos principales separados utilizados como referencia documental para la identificación técnica de componentes.

La figura muestra la separación básica de los principales conjuntos de la Browning Hi-Power, lo que facilita la identificación documental de componentes relevantes para la caracterización técnica del modelo y su posterior comparación con la representación tridimensional desarrollada dentro del proyecto.

Caracterización ergonómica

La caracterización ergonómica identificó a la empuñadura como la principal zona de interacción entre usuario y dispositivo, junto con la masa, superficie de contacto, geometría externa y ubicación de controles, categorías previamente establecidas en la metodología y

respaldadas por los estudios sobre fuerza de prensión, antropometría de la mano y manipulación de armas incluidos en el marco teórico.

Tabla 4

Características ergonómicas relevantes de la Browning GP-35

Característica	Hallazgo	Aplicación en el proyecto
Empuñadura	Principal superficie de contacto manual	Referencia para sujeción
Perfil de la empuñadura	Geometría inclinada respecto del eje superior	Referencia de forma
Superficie lateral	Zona de contacto con palma y dedos	Fidelidad táctil
Guardamonte	Referencia dimensional cercana a la mano	Reconocimiento exterior
Masa	Variable relacionada con sensación de manipulación	Parámetro de fidelidad física
Contorno exterior	Define la interacción espacial con la mano	Correspondencia geométrica
Controles externos	Distribuidos en zonas laterales accesibles	Familiarización física

Nota. Revisión documental y de las categorías de análisis establecidas en la metodología.

Los resultados ergonómicos coinciden con Brown et al. (2021) y Zea et al. (2025), citados en el marco teórico, quienes relacionan fuerza de prensión, dimensiones de la mano y características de agarre con la interacción física entre usuario y dispositivo, aspecto que

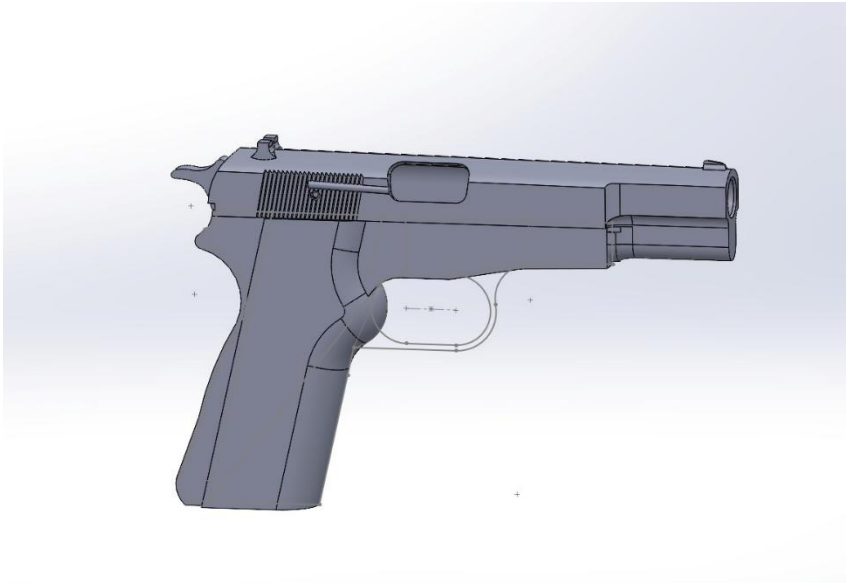
sustenta la inclusión de la empuñadura y las superficies de contacto como parámetros relevantes dentro de la caracterización de la Browning GP-35.

Correspondencia visual entre el ejemplar de referencia y el modelo CAD

Las figuras adjuntadas permiten observar el modelo tridimensional elaborado en base a características externas del ejemplar de la Browning GP-35, donde se identifica piezas o elementos importantes como la corredera, armazón, empuñadura, seguro de la empuñadura, guardamonte y miras, sim embargo la similitud visual no confirma que exista una precisión en dimensiones exactas con las obtenidas de la pistola real. Es necesario determinar la fidelidad del modelado CAD. Comparando posibles referencias y determinar la precisión o similar a las características físicas del arma mencionada.

Figura 4

Vista lateral del modelo tridimensional de la Browning GP-35



Nota. Representación tridimensional empleada como evidencia visual del modelado CAD de la Browning GP-35.

Figura 5

Comparación del modelo tridimensional con la plantilla física de referencia



Nota. Imagen utilizada para la valoración visual del contorno y las proporciones externas del modelo CAD de la Browning GP-35.

Figura 6

Superposición del modelo CAD sobre el ejemplar físico utilizado como referencia



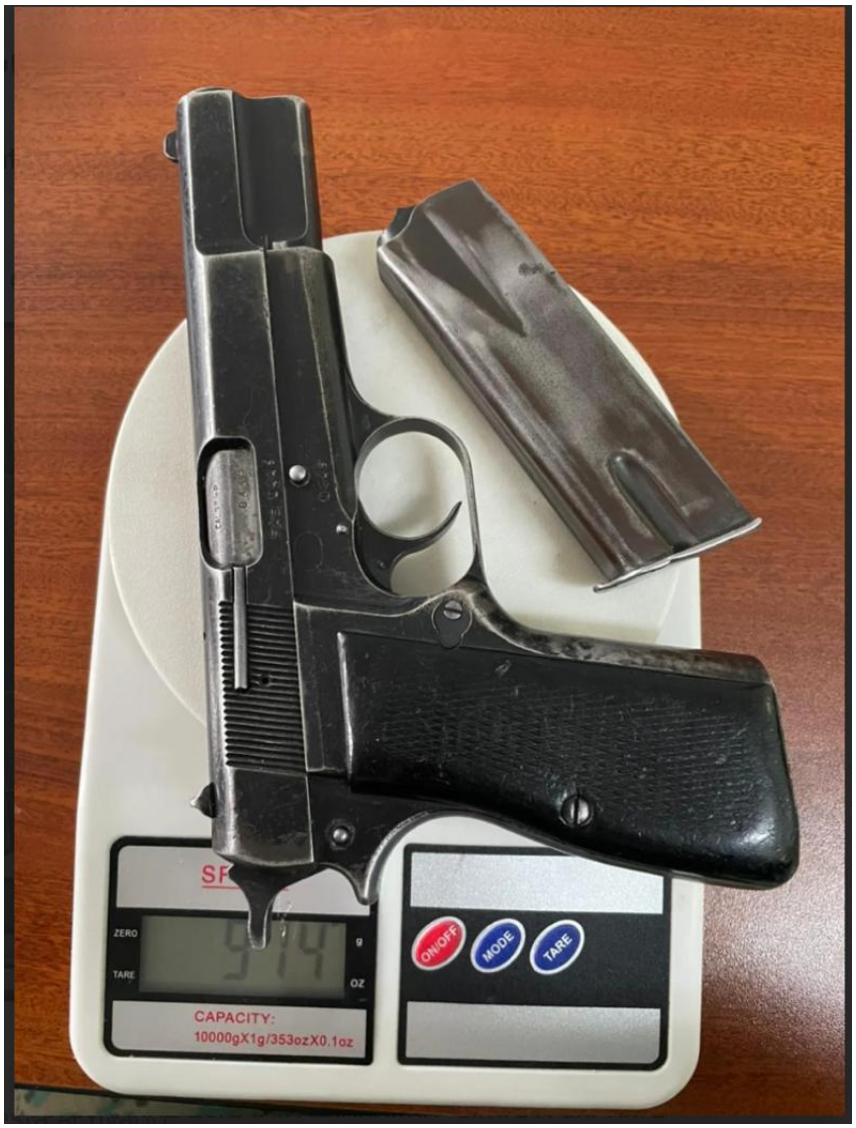
Nota. Imagen evidencia de correspondencia visual del diseño en base al ejemplar físico de la Browning GP-35**.**

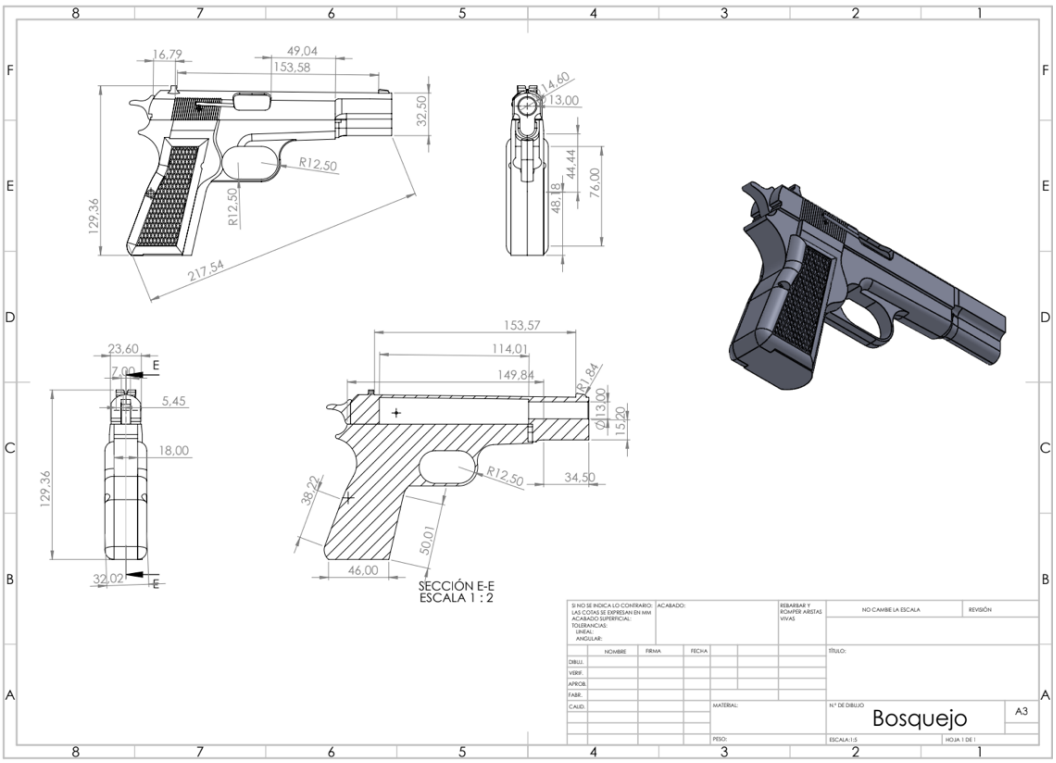
La imagen representa la similitud con la réplica real como se va modelando tridimensionalmente el ejemplar de la Browning GP-35, se observan las siluetas que guían al modelado siendo una referencia representando las principales partes la inclinación de la empuñadura, la ubicación del guardamonte y la forma del diseño o perfil frontal. Características que muestran el diseño en SolidWorks, siendo netamente el diseño ya que la imagen únicamente permite tener textura externa de la pistola porque no es suficiente para la geometría, muestra solamente la apariencia. Para establecer dicha correspondencia es

necesario establecer cotas con dimensiones reales. Por tal motivo, los resultados muestran una similitud geométrica visual, no una métrica absoluta.

Figura 7

Medición directa de una dimensión externa de la Browning GP-35





Nota. Registro fotográfico utilizado como evidencia de la medición directa de una dimensión externa del ejemplar físico de referencia.

Caracterización de materiales

Tabla 5

Materiales documentados en variantes de la Browning Hi-Power

Componente	Material documentado
Armazón	Acero pavonado
Corredera	Acero pavonado
Cachas	Nogal cuadriculado

Componente	Material documentado
Cachas	Polímero, nogal o G10

La revisión documental identificó el uso de acero pavonado en armazón y corredera, junto con cachas de nogal cuadriculado en la variante Hi-Power Standard, aunque otras configuraciones de la familia High Power emplean polímeros, nogal o G10 en las superficies de empuñadura, resultado que demuestra que la composición material debe asociarse con la variante específica y no generalizarse a todos los ejemplares de la Browning GP-35.

Características funcionales generales

Tabla 6

Características funcionales generales documentadas de la Browning Hi-Power

Característica	Resultado documentado
Tipo	Pistola semiautomática
Sistema general	Accionada por retroceso
Acción	Simple
Calibre documentado	9 mm Luger/Parabellum
Capacidad del cargador	13 cartuchos
Configuración	Corredera, armazón, cargador y controles externos identificables

La documentación oficial identifica a la Browning Hi-Power como una pistola semiautomática accionada por retroceso y de acción simple, con capacidad de 13 cartuchos en el cargador para la versión de 9 mm, características que sustentan la clasificación funcional general utilizada en este estudio sin recurrir a la reproducción detallada de mecanismos internos.

La variante Hi-Power Standard documentada presenta cachas de nogal con superficie cuadriculada, característica relevante para la descripción ergonómica de la zona de contacto manual, aunque este resultado corresponde a una configuración específica y no debe extrapolarse a versiones que emplean polímero, G10 u otros materiales de empuñadura.

Discusión integrada

Los resultados obtenidos confirman que la caracterización técnica de la Browning GP-35 requiere integrar datos dimensionales, componentes externos, ergonomía y configuración física en lugar de utilizar una única ficha genérica, debido a que los ejemplares del Smithsonian presentan longitudes entre 19,685 y 20,32 cm y mantienen valores coincidentes de altura y anchura en los registros analizados, variación que sustenta la necesidad de seleccionar una referencia concreta para el desarrollo tridimensional.

La relevancia de la geometría y la ergonomía coincide con los fundamentos desarrollados en el marco teórico sobre fidelidad física y manipulación, debido a que la forma de la empuñadura, distribución del volumen, zonas de contacto y disposición de controles forman parte de la interacción usuario-dispositivo y constituyen características pertinentes para una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel.

La comparación entre documentación y evidencia CAD muestra que el modelo proporcionado representa de forma visual varios rasgos externos característicos de la Browning

GP-35, aunque la ausencia de cotas visibles dentro de las fotografías impide establecer equivalencia dimensional objetiva, por lo que la validación final requiere incorporar al análisis las medidas exportadas desde SolidWorks o las mediciones directas realizadas sobre el ejemplar físico.

Limitaciones

La principal limitación de la investigación corresponde a la variación existente entre ejemplares y versiones de la familia Browning Hi-Power, debido a que los registros museográficos consultados presentan diferencias de longitud y anchura entre determinados ejemplares, situación que exige identificar con precisión la variante adoptada como referencia para evitar la combinación de dimensiones procedentes de modelos independientes.

Otra limitación corresponde a la ausencia de mediciones visibles dentro de las capturas del archivo SolidWorks proporcionado por el estudiante, debido a que las imágenes respaldan la semejanza visual del modelo, pero no aportan valores numéricos suficientes para calcular desviaciones entre la geometría digital y las dimensiones documentadas.

La información sobre masa y materiales específicos requiere una fuente técnica correspondiente al ejemplar o variante seleccionada, razón por la cual estos valores no deben incorporarse como definitivos hasta disponer de un registro documental o una medición física trazable.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La recopilación documental y técnica de la Browning GP-35 permitió establecer una caracterización sustentada en manuales, registros museográficos y evidencia física, con identificación de dimensiones generales comprendidas entre 19,685 y 20,32 cm de longitud, 12,7 cm de altura y 3,4925 cm de anchura en los ejemplares documentados, además de una masa de 914 g obtenida mediante medición directa del ejemplar físico de referencia y del reconocimiento de componentes externos como corredera, armazón, empuñadura, guardamonte, miras, martillo, seguro manual, retén de corredera y cargador, resultados que responden al primer objetivo específico al organizar los parámetros técnicos principales requeridos para la descripción del modelo.

La caracterización ergonómica identificó a la empuñadura, el contorno exterior, las superficies de contacto, la disposición de controles y la configuración de la zona de sujeción como elementos relevantes para la interacción física con el dispositivo, mientras que la revisión de las fuentes permitió reconocer variaciones en materiales y textura de acuerdo con la versión documentada, por lo que estas características deben asociarse con el ejemplar específico de referencia y no generalizarse a toda la familia Browning Hi-Power, resultado que responde al segundo objetivo específico mediante la sistematización de atributos ergonómicos, superficiales y funcionales vinculados con el diseño de la réplica de entrenamiento.

La sistematización de la información técnica y geométrica permitió establecer una base documental para el levantamiento tridimensional en SolidWorks, constituida por dimensiones generales, masa, perfil exterior, configuración de la empuñadura, identificación de componentes y correspondencia visual entre el ejemplar físico y el modelo CAD, aunque la

ausencia de cotas directas dentro de las capturas del archivo tridimensional impidió comprobar cuantitativamente la equivalencia entre el modelo digital y las dimensiones documentadas, razón por la cual el tercer objetivo específico se cumplió en lo referente a la organización de parámetros de referencia para el modelado 3D, sin establecer una validación metrológica del archivo CAD.

El análisis integrado de los resultados permitió consolidar una base técnica organizada sobre la Browning GP-35 a partir de información que se encontraba distribuida entre fuentes documentales, evidencia física y representación tridimensional, con incorporación de parámetros técnicos, ergonómicos, funcionales y geométricos que sustentan la caracterización del modelo como referencia para una réplica funcional de entrenamiento con proyectiles de hidrogel, sin que los resultados obtenidos acrediten por sí mismos el desempeño del sistema de propulsión, la resistencia del prototipo o la eficacia del dispositivo dentro de actividades de instrucción.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar una única variante o ejemplar de la Browning GP-35 como referencia principal para las siguientes etapas del modelado tridimensional, debido a que la revisión documental identificó variaciones de longitud y configuración entre registros de la familia Hi-Power, criterio que evitaría combinar parámetros procedentes de ejemplares independientes dentro de una misma representación geométrica.

Se recomienda incorporar al archivo CAD las cotas de longitud, altura y anchura del ejemplar físico seleccionado y conservar un registro trazable de dichas mediciones junto con la masa de 914 g obtenida, con el propósito de contrastar documentalmente la representación tridimensional con el objeto de referencia y registrar las desviaciones geométricas identificadas durante su evaluación.

Se recomienda dar detalles con mayor claridad de los materiales a utilizar y características que corresponden a las superficies de la pistola. Debido a los diferentes modelos que presenta la marca Browning GP-35, donde se tiene que tener en cuenta las cachas, el diseño y acabados y determinar las configuraciones externas. Siendo importante evitar tomar datos de otros ejemplares que no coincidan con la pistola investigada.

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar estudios más profundos y completos, considerando aspectos de entrenamiento, dimensiones, datos ergonómicos y despliegue de componentes. Estas investigaciones tendrían que estar basadas en procedimientos más completos ya establecidos bajo normas y expertos en el tema, de igual manera criterios de evaluación por el cual fue desarrollado.

Finalmente, se recomienda realizar una investigación hacia la pedagogía de los procesos de instrucción, elaborando protocolos de evaluación. Estos estudios sirvan como

indicadores relacionados a la identificación de componentes principales y funcionales para realizar los disparos de proyectiles, familiarización con la configuración externa y la percepción ergonómica de los usuarios. Así obtener datos adicionales de los que no han sido estudiados.

Referencias

Algarni, M., & Ghazali, S. (2021). Comparative Study of the Sensitivity of PLA, ABS, PEEK, and PETG's Mechanical Properties to FDM Printing Process Parameters. *Crystals 2021, Vol. 11, Page 995*, *11*(8), 995. https://doi.org/10.3390/CRYST11080995

Arias, J., & Paredes, F. (2023). El porte y tenencia de armas como mecanismo de defensa en el Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *6*(2), 33–42. https://doi.org/10.62452/J6TMC796

Askar, A. M., Alblooshi, R. A., Alobeidli, H. A., Alremeithi, R. H., & Shah, I. (2025). Comparative SEM/EDS analysis of gunshot residue from non-toxic and traditional ammunitions employed by Dubai police. *Frontiers in Chemistry*, *13*, 1670901. https://doi.org/10.3389/FCHEM.2025.1670901/TEXT

Barbaran, J. (2023). *Los simuladores de tiro de armas individuales y el entrenamiento de los cadetes de cuarto año de infantería de la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi", 2023* [En el entrenamiento de tiro con armas individuales, Barbaran Peralta (2023) analizó la relación entre el uso de simuladores y la formación de cadetes de cuarto año de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi"]. https://hdl.handle.net/20.500.14803/1440

Basu, N., Bolton-King, R. S., & Morrison, G. S. (2022). Forensic comparison of fired cartridge cases: Feature-extraction methods for feature-based calculation of likelihood ratios. *Forensic Science International: Synergy*, *5*, 100272. https://doi.org/10.1016/J.FSISYN.2022.100272

Brown, A., Baldwin, S., Blaskovits, B., & Bennell, C. (2021). Examining the impact of grip strength and officer gender on shooting performance. *Applied Ergonomics*, *97*, 103536. https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2021.103536

Browning. (2026). *Bedienungsanleitung-Owner's Manual*. www.browning.eu

Calderón, M., Tacha, J., & Ortiz, M. (2025). Realidad Virtual como Herramienta de Aprendizaje en la Educación Militar: Revista Científica y Académica. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 5*(1), 3064–3084. https://doi.org/10.61384/R.C.A.V5I1.1036

Cofré, L., Wheat, J., Slattery, P., & Middleton, K. (2023). ¿Puede el manejo de armas hacer que los soldados sean más inestables?: Ergonomía: Vol. 66, n.° 9 - Acceder. *Ergonomía*, *66*(9). https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2143906

Cooper, D., Fuller, J., Wiggins, M. W., Wills, J. A., Main, L. C., & Doyle, T. (2024). Negative Consequences of Pressure on Marksmanship May be Offset by Early Training Exposure to Contextually Relevant Threat Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Human Factors*, *66*(1), 294–311. https://doi.org/10.1177/00187208211065907;WEBSITE:WEBSITE:SAGE;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:HFSA;ISSUE:ISSUE:DOI

Dias, R., Filho, W., Ceolin, S., Preigschadt, R., Marchi, O., & Santos, D. (2025). La simulación en la educación militar: una revisión sistemática. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, *23*(9), e11438–e11438. https://doi.org/10.55905/OELV23N9-064

Fantecelle, A., Sampaio, G., Vetoraci, M., Amaral, M., Fortes, P., Rica, R., Bullo, V., Gobbo, S., Bergamin, M., & Sales, D. (2026). Correlation between physical fitness, psychophysiological parameters and performance in a firearm proficiency test in military police officers. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1736902. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2025.1736902/TEXT

Fedaravičius, A., Pilkauskas, K., Slizys, E., & Survila, A. (2020). Research and development of training pistols for laser shooting simulation system. *Defence Technology*, *16*(3), 530–534. https://doi.org/10.1016/J.DT.2019.06.018

Neacșa, A., Diniță, A., & Iacob, Ștefan V. (2025). Can the Dimensional Optimisation of 3D FDM-Manufactured Parts Be a Solution for a Correct Design? *Materials 2025, Vol. 18, Page 408*, *18*(2), 408. https://doi.org/10.3390/MA18020408

Olma, J., Sutter, C., & Sülzenbrück, S. (2024). Blended police firearms training improves performance in shoot/don't shoot scenarios: a systematic replication with police cadets. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1495812. https://doi.org/10.3389/FPSYG.2024.1495812/TEXT

Patents. (2024). *Solicitud de patente estadounidense para armas de fuego de entrenamiento inertes y métodos para su fabricación mediante procesos de fabricación aditiva (Solicitud n.° 20250237461, emitida el 24 de julio de 2025) - Búsqueda de patentes de Justia*. https://patents.justia.com/patent/20250237461?utm_source

Rincón, J., Torres, J., García, C., & Molina, D. (2025). Realidad virtual como herramienta para el entrenamiento ante amenazas híbridas en el Ejército Nacional de Colombia. *Revista EIA*, *22*(43), 4315 pp. 1–24. https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1816

Ríos, E., Otero, N., & Spotorno, M. (2024). Características de subclase en espaldones de pistolas semiautomáticas Bersa Thunder 9. *Minerva*, *2*(8), 74–82. https://editorialiupfa.com/ojs/index.php/minerva/article/view/174/170

Stone, R., Kim, J., Xu, C., Mgaedeh, F., Fales, C., & Westby, B. (2022). Effects of semi-automatic pistol slide pull device on lawenforcement racking process. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, *66*(1), 903–907. https://doi.org/10.1177/1071181322661456;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:PROE;ISSUE:ISSUE:DOI

Tong, H., Kim, S., Yoon, H., Kim, J., Lee, S., Park, S., Vladimirov, B., & Lee, S. (2025). Marker-based adaptive virtual military training system for enhanced immersion and realism. *ETRI*

Journal, *47*(3), 393–409. https://doi.org/10.4218/ETRIJ.2024-0456;JOURNAL:JOURNAL:22337326;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Vickery, D., Drain, J. R., Clarke, A. C., Dascombe, B. J., Hoolihan, B., & Middleton, K. J. (2025). The effect of weapon handling during load carriage across a range of military-relevant walking speeds. *Ergonomics*, *68*(8), 1260–1273. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2400125

Vivas, N. (2025). *Diseño e implementación de un dispositivo de pruebas de disparo de armas de corto alcance* [Universidad Nacional de Colombia]. https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/e49b77ff-1261-43f1-b089-6ecef6097ea4/content

Żabiński, G., Strzyż, P., Goryczka, T., Aniołek, K., & Miśta-Jakubowska, E. (2021). A copper alloy light cannon from Grodno: an example of early firearms from Eastern Europe. *Heritage Science 2021 9:1*, *9*(1), 67-. https://doi.org/10.1186/s40494-021-00534-z

Zea, C., Medina, M., Monroy, M., & Jimenez, J. (2025). An Analysis of Hand Size and Grip Strength in a Working Population in Bogotá, Colombia. *Iranian Journal of Public Health*, *54*(5), 1003–1013. https://doi.org/10.18502/IJPH.V54I5.18635

Apéndice