

Balística forense: ciclo de disparo en armas de fuego cortas elaboradas con tecnología de impresión tridimensional

Forensic ballistic: Firing cycle on short guns made with three-dimensional printing technology

Alberto Stalin Gutiérrez Tigse¹
Danilo Wilfrido Campoverde Dueñas²

Recibido: 5 de marzo de 2021

Aceptado: 24 de mayo de 2021

Publicado: 28 de junio de 2021


Resumen

La tecnología de impresión tridimensional (3D) ha significado un cambio de paradigma en la fabricación de objetos; No se trata de identificar un producto que es necesario y producirlo en masa para venderlo en el mercado, al contrario, este tipo de fabricación tiene su nicho en aquellos usuarios contemporáneos que buscan productos personalizados que se ajusten a sus necesidades y expectativas particulares. La impresión en 3D ofrece esta alternativa. Su acelerado desarrollo hizo posible que en el año 2013 se imprimiera bajo esta tecnología la primera arma corta totalmente funcional. Esto representa un verdadero reto para la balística forense, ciencia que puede aplicar técnicas digitales a modelos de armas estándar, o de materiales similares y de fabricación masiva. El propósito de este trabajo es describir el ciclo de disparo de un arma corta tipo pistola modelo *liberator* elaborada con tecnología de impresión en 3D y los mecanismos de acción de las diferentes piezas que conforman el arma.

Palabras clave: impresión en 3D, balística forense, armas cortas, pistola, modelo *liberator*

Abstract

3D printing technology has changed the paradigm about the manufacture of objects, it is no longer about identifying a need to produce it on mass and sell it to the highest possible demand in the market, this manufacturing kind take place in contemporary users that just are looking customized products that meet their particular needs and expectations. Three-dimensional printing brings us this alternative and the fastest development of it has made it possible for the first handgun to be printed entirely with additive manufacturing technology on 2013. This represents a real challenge for forensic ballistics, a science built around standard weapons models, similar materials and mass production. The purpose

1 Licenciado en Criminalística y docente del Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional. asgutierrez@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0001-7382-5052>

2 Sargento Primero de Policía, Tecnólogo de Investigación de Policía Judicial, Diplomado en Lucha Contra el Crimen Organizado. Coordinador de la Carrera Criminalística Instituto Superior Tecnológico Policía Nacional.
dannycampoverde@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-6486-2767>

of this work will be to describe the firing cycle of a handgun made with three-dimensional printing technology and the action mechanisms within the different parts that make up the weapon.

Key words: 3D printing, forensic ballistic, handguns, weapons, Liberator model

Introducción

La criminalística, sobre la base del método científico, ha desarrollado las técnicas que rigen el proceder de las ciencias forenses, entre ellas la balística, la cual, de manera paralela a la evolución de las armas, ha desarrollado las técnicas necesarias para dar respuesta a los interrogantes periciales planteados por la justicia. La balística forense es la ciencia que estudia los fenómenos tanto físicos como químicos relacionados con la mecánica y funcionamiento de un arma y el comportamiento del proyectil en el proceso.³

La ciencia evoluciona, la tecnología avanza a grandes pasos y surgen nuevos retos que desafían constantemente la manera de explicar los hechos relacionados con los fenómenos que rodean al ser humano. Este es el caso de las impresoras en 3D, tecnología que por sus características digitales ha irrumpido en varios sectores de la economía como la industria, la medicina, la educación y el arte. Su método de fabricación aditiva crea objetos al intercalar capas de material y siguiendo el patrón de modelos digitales diseñados previamente según las necesidades y los gustos individuales de cada usuario mediante el uso de un software para dibujo asistido por computadora, también denominado CAD.⁴

La industria armamentística no ha sido la excepción, se ha demostrado la posibilidad de crear un arma de fuego mediante el uso de esta tecnología. Este es el caso de la pistola *liberator* (libertador, en idioma español), denominada así por su creador, el estadounidense Cody Wilson quien en el año 2013 creó un arma 100 % funcional con

la totalidad de las piezas impresas bajo la tecnología de fabricación aditiva. El proyecto consistió en diseñar y ofrecer al público los archivos de una pistola, innovadora que en la actualidad se encuentra disponible en la web y con acceso libre. Cualquier persona que tenga una impresora 3D doméstica y con los materiales mínimos pueda imprimir un arma, así la ciudadanía no solo es libre para comprar, sino también, para fabricar sus propias armas.⁵

En este artículo se describe el ciclo de disparo, los mecanismos de acción y piezas que conforman un arma corta tipo pistola modelo *liberator* elaborada con tecnología de fabricación aditiva. También se realiza un análisis respecto a la aptitud para el disparo de esta arma para así, tener conocimiento sobre su factibilidad. Se prevé que en el mediano o largo plazo este tipo de tecnología pueda ser utilizada por las redes del tráfico ilegal de armas y, eventualmente, se conviertan en herramientas para el cometimiento de delitos.

Ilustración 1

Mecánica y funcionamiento de un arma de fuego y el comportamiento del proyectil en el proceso



Elaboración: por el autor.

Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación es mixta, parte del abordaje cualitativo para la comprensión del fenómeno a tratar (la tecnología de impresión en 3D) mediante un proceso inductivo, no lineal e interactivo que permite

3 C. Guzmán, *Manual de criminalística* (Buenos Aires: Ediciones La Rocca, 2013).

4 K. Hausman & R. Horne, *3D printing for dummies* (Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2014).

5 Según Defense Distributed <https://defdist.org/about/>. Página oficial de la organización

ampliar y profundizar los resultados. Paralelo a esto, se realiza un planteamiento específico (impresión en 3D aplicada a las armas cortas) mediante un proceso deductivo orientado a la realidad objetiva que permita una mayor representatividad y generalización de los resultados⁶.

El material utilizado para crear un arma corta tipo pistola modelo *liberator* consiste en quince piezas impresas íntegras con tecnología de fabricación aditiva FDM, (Fused Deposition Modeling). Creada el arma, se realizarán las descripciones pertinentes a su ciclo de disparo y expondrán los resultados.

La impresión en 3D

Tradicionalmente la fabricación de un objeto se realizaba mediante varias operaciones destinadas a retirar capas de material a partir de un bloque, hasta obtener el diseño requerido, haciendo uso generalmente, de un torno mecánico. Este método de producción mecanizado ha sido desde la Revolución industrial del siglo XVIII el procedimiento básico para la fabricación de objetos en masa. En las armas de fuego el ejemplo más representativo es la fabricación del cañón del arma, donde una barra metálica y sólida es perforada longitudinalmente, de modo que se extraen virutas que le dan forma, tubo por el cual pasará el proyectil.

La impresión en 3D es un proceso inverso a la fabricación de las armas convencionales. Para este tipo de impresión se añaden, capas de material superpuestas hasta alcanzar el modelo deseado lo cual se denomina *fabricación aditiva*. Los objetos diseñados digitalmente en tres dimensiones son almacenados en un computador que dan origen a una serie de capas muy finas que se convierten en objetos tangibles al intercalar una capa de material tras otra hasta que esté terminado. De este modo es posible la producción desde un pequeño juguete de plástico hasta un auto completo.⁷

El proyecto del estadounidense Cody Wilson, quién diseñó e imprimió la primera

arma funcional construida íntegramente bajo la tecnología FDM de impresión en 3D, en el año 2012, si bien fue el más mediático, su caso no fue el único. En la web se encuentra comunidades de profesionales y aficionados a las armas que promueven la impresión en 3D, comparten sus diseños CAD de código abierto, así como sus trabajos de adaptación a nuevas tecnologías de impresión, hardware o materia prima; En el portal web de la organización *Free Open Source Software & Computer Aided Design* (Fosscad)⁸ por ejemplo, se ofrecen diseños creativos de piezas para ser acopladas a armas convencionales creando híbridos de armas metálicas con piezas plásticas impresas con tecnología en 3D.

Ilustración 2

Pieza *lower receiver* impresa íntegramente con tecnología 3D funcional.



Fuente: Fosscad 2015

Observación: esta pieza es acoplada a un fusil ligero semiautomático AR-15. Es uno de los fusiles más vendidos en EE.UU.

Modelado por deposición fundida FDM

La tecnología de modelado por deposición fundida o FDM⁹ es una técnica de manufactura por adición de capas que produce piezas con geometrías complejas mediante la extrusión y deposición de polímeros sensibles a la temperatura¹⁰ que, al atravesar una boquilla calentada a altas

6 R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, *Metodología de la Investigación* (México: Mc Graw Hill, 2018).

7 K. Hausman & R. Horne, *3D printing for dummies*

8 Grupo descentralizado de personas y *bots* dedicados a los datos CAD, CNC, ECM de código abierto, impresión 3D y armas de fuego. Consultar: <https://fosscad.org/fc/about/>

9 Esta es una de las siete tecnologías estándar de fabricación aditiva o 3D reconocidas por la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas (ASTM, por sus siglas en inglés).

10 También conocidos como termoplásticos.

temperaturas, es fundida y depositada en una plataforma. Esta boquilla extrusora se mueve mediante el plano con movimientos rectilíneos en los ejes de coordenadas establecidas en x, y, z depositando el material de línea por línea y construyendo la forma de la pieza a medida que el material se solidifica al disminuir la temperatura ambiente.¹¹

Ilustración 3

Impresora de la marca Makerbot Industries, modelo replicator



Fuente: MakerBot Industries, 2016

Observación: está impresora utiliza tecnología FDM.

El objeto impreso digitalmente es el resultado de una estructura compuesta por láminas. Esto es importante ya que permite entender de qué manera esto influye en el resultado final con respecto a las configuraciones iniciales de impresión como son; el espesor de las capas, la dirección de la deposición del material fundido, la cantidad de capas superficiales, la distancia entre extrusor y plataforma, el porcentaje de relleno, entre otras. En el modelado por deposición fundida estos parámetros varían porque se permite un mayor control de

las propiedades finales del objeto impreso. Esta situación es parecida a una persona que desea imprimir un documento utilizando una impresora clásica: primero debe configurar las opciones de impresión antes de enviar el archivo como, por ejemplo: el tamaño del papel, orientación, márgenes, doble o simple faz, entre otros. Esto mismo ocurre en la impresión tridimensional. En el caso de las armas cortas y sus componentes los resultados se traducen en una característica muy importante, que es *la resistencia mecánica*.¹²

Diseño computarizado

Antes de proceder a la impresión es necesario que el diseño digital del objeto esté almacenado en un medio digital y bajo un formato que la impresora pueda descifrarlo en el momento de comenzar la impresión. Esta característica de almacenamiento digital hace de la tecnología de impresión en 3D algo revolucionario y novedoso ya que otorga a las personas la capacidad de crear y compartir abiertamente sus diseños, pero también de mejorar los diseños de otros y ajustarlos a sus necesidades.

Hasta hace poco para realizar diseños en 3D era indispensable tener una computadora con alta capacidad y software especializado compatibles con el dibujo asistido por computadora (*computer aided drafting*) como por ejemplo Autodesk, que fue usado por aquellos grupos de profesionales dedicados al diseño. Sin embargo, en la actualidad se han desarrollado alternativas amigables con el usuario común, fáciles de usar y fáciles de conseguir, tales como Tinkercad o SketchUp. La mayoría de los programas de diseño y modelado en 3D permite a los usuarios imprimir, compartir e incluso vender sus diseños. De este modo, la impresión en 3D se convierte en un mecanismo mediante el cual los diseñadores puedan compartir sus ideas con el público sin las limitaciones que presenta la manufactura tradicional.¹³

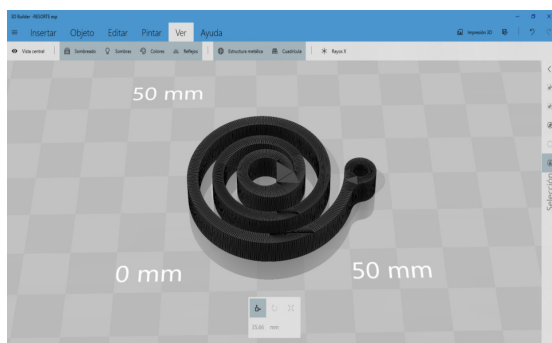
11 C. K. Álvarez, C. R. Lagos & M. Aizpun, "Influencia del porcentaje de relleno en la resistencia mecánica en impresión 3D, por medio del método de Modelado por deposición Fundida (FDM) Ingeniare", *Revista Chilena De Ingeniería*, 24(Especial).

12 La resistencia mecánica es una propiedad de los materiales que hace referencia a la capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo. Para mayores detalles, consultar a: A. Bedford, K. Liechti, H. García y M. A., Infante, *Mecánica de materiales* (Colombia: Editorial Pearson Educación, 2002).

13 K. Hausman & R. Horne, *3D printing for dummies*

Ilustración 4

Vista en el plano de trabajo de 3D Builder, Resorte espiral del martillo



Elaboración: por los autores.

Descripción del arma y sus componentes

El proceso de impresión del arma comienza con el seccionado del diseño CAD en capas o *slicing*. Para ello es necesario el uso de un software especializado en el que se configuren los parámetros de impresión y se conecte con la impresora. Así, se da inicio a la construcción de las 15 piezas que conforman el arma, piezas que se ensamblan manualmente. De ser necesario se realiza un poco antes un posprocesado o *break away support material*, en el cual se elimina de forma manual los excesos o material que queda en los soportes de las piezas.

La pistola ensamblada, se trata de un arma de fuego portátil, de puño o corta, tipo pistola, calibre .32 AUTO (7,65 mm *browning*), sin marca ni modelos diferenciables, sin número ni ningún otro símbolo de identificación.

Por sus características, es un arma cuyo sistema de carga y accionamiento es tiro a tiro, es decir, que al no poseer un cargador donde se almacenen varios cartuchos el tirador debe repetir manualmente la recarga del arma en cada disparo.

Su sistema de disparo es de simple acción y su sistema de carga manual tiene capacidad para alojar en su recámara un solo cartucho de bala directamente desde el cañón del arma. Esta es una

pieza independiente que se acopla mediante un sistema de encastre vertical en la parte superior anterior del armazón. Su sistema de percusión es de fuego central.

Todas las piezas que conforman el arma son impresas con material termoplástico ABS (acrilonitrilo butadieno estireno). Posee un martillo expuesto con un perfil anterior plano que golpea la aguja percutora flotante (única pieza metálica del arma). El arma no cuenta con sistemas de seguro ni mira. En el sector inferior anterior del armazón se encuentra un espacio de forma cúbica de dimensiones 30 x 25 x 28 mm que puede albergar un pedazo de metal de similares dimensiones para cumplir la disposición del Gobierno Federal de Estados Unidos para la detección de armas.

El largo del cañón, que es de 64 mm, no posee estrías. El largo total del arma es de 176 mm, altura de 158 mm, ancho de 41 mm y su peso es de 195,63 gramos (descargada).

El acabado superficial del arma presenta un entramado en el cual se aprecia las capas impresas de su elaboración.

No posee un almacén cargador. Su empuñadura consiste en una pieza hueca con un agujero en su parte inferior. Externamente no posee mayores particularidades debido a sus acabados simples en la que predominan ángulos rectos.

Ilustración 5

Vista lateral del arma *liberator*



Elaboración: por los autores.

Ciclo de disparo

- Una medida de seguridad consiste en comprobar que el arma se encuentre descargada. Para ello el cañón del arma se debe desacoplar girándola levemente en sentido contrario de las manecillas del reloj. Así se libera la traba del sistema de encastre y después se lo eleva de forma vertical.
- Se carga la munición en el sector posterior del cañón desacoplado, se pone en su lugar y se gira en el sentido de las manecillas del reloj hasta que encastre.
- Por tratarse de un arma de acción simple, el martillo debe montarse manualmente por el tirador desplazándose hacia atrás y trasladando consigo al perno de unión de los muelles del martillo y con ese movimiento comprimiendo estos muelles a la vez. El martillo, al llegar a su punto máximo de desplazamiento, quedará sujetado por el brazo superior de la cola del disparador que hace de fiador del arma, mediante la compresión/descompresión del muelle. El arma queda lista para realizar el disparo.
- Al accionar la cola del disparador, la parte superior se desplaza hacia atrás y comprime, a la vez, su muelle recuperador. Se libera el martillo violentamente hacia adelante por la acción de sus muelles espirales tensores ubicados a cada lado del mismo, mientras que, con su zona de golpe chocará contra el talón de la aguja percutora que se desplazará en forma rectilínea hacia adelante golpeando su punta contra la cápsula fulminante. Se produce, así, la ignición de la misma e inicia el disparo. Los gases actuantes separan a la bala de la vaina (proyectil) y la impulsa por el interior del cañón con movimiento de traslación.
- Una vez efectuado el disparo es necesario volver a desacoplar el cañón para retirar la vaina servida y cargar una nueva munición. Todo esto ocurre de forma manual y se repite, proceso de nuevo para realizar otro disparo.

Conclusiones

La pistola en cuestión es un arma de fuego corta o de puño, cañón de ánima lisa, sistema de accionamiento tiro a tiro, por lo que es necesario cargar manualmente el cartucho en la pieza cañón y después acoplarlo en su lugar correspondiente. Posee un sistema de simple acción razón por la cual se debe montar manualmente el martillo, desplazar el mismo hacia atrás hasta el final del recorrido y soltarlo. Queda sujetado, por el brazo superior de la pieza cola del disparador y de esta manera, queda lista el arma de fuego para el disparo.

El arma es una pistola del modelo *liberator* impresa íntegramente con tecnología de fabricación aditiva en calibre .32 AUTO. Es un arma de fuego portátil, de puño, sin marca ni modelos diferenciables, sin número ni ningún otro símbolo de identificación, *es apta para producir disparos*. Las quince piezas que conforman el arma presentaron integridad, ajuste y funcionamiento en condiciones normales, salvo el caso de los muelles espirales del martillo, los cuales no aportaron la energía potencial elástica suficiente para producir la percusión por lo que requiere incorporar bandas elásticas comunes que incrementen su fuerza. Este sería el único elemento externo que lo compondría.

Se concluye, además, que el arma en cuestión cuenta con un sistema de disparo de simple acción.

Si bien el arma es apta para producir disparos, su cadencia de fuego es sumamente baja. Se debe esperar un tiempo prudente para que la recámara, el cañón y el espaldón del arma reduzcan sensiblemente la temperatura y poder realizar un nuevo disparo. De lo contrario, los mecanismos que componen el arma corren el riesgo de ceder ante la fuerte presión y las altas temperaturas ocasionadas por los gases que causan la deflagración de la pólvora.

En términos generales se puede afirmar que es factible realizar disparos con este tipo de armas. No obstante, al existir varios puntos por optimizar, esta arma no puede reemplazar a ninguna arma corta de fuego convencional. Es importante realizar un seguimiento constante a este tipo de tecnologías de fabricación ya que tiene un

desarrollo y crecimiento acelerado. A largo plazo es muy factible que se puedan utilizar este tipo de armas o sus componentes a la par que las armas de fuego cortas convencionales.

Referencias bibliográficas

- Álvarez C, K., Lagos C, R., y Aizpun, M. "Influencia del porcentaje de relleno en la resistencia mecánica en impresión 3D, por medio del método de Modelado por deposición Fundida (FDM)". *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 24 (Especial). (2016): 17-24. doi: 10.4067/s0718-33052016000500003
- Bedford, A., Liechti, K., García Bustos, H., & Infante M, A. *Mecánica de materiales*. Colombia: Editorial Pearson Educación. 2002.
- Curia, H. *Manual de armas de uso policial*. Buenos Aires: Editorial Policial. 2011.
- Diosdado, R. Manual de usuario Cura 14.07 Ultimaker. Zona Maker, (2014), https://www.zonamaker.com/descargas/Impresion3D/Manual_cura.pdf (consultado el 22/06/2018).
- Ferreyro, M. *Balística*. Buenos Aires: Editorial de F, (2011).
- Goldstein, M. Department of State Confirms Prior Approval Requirement for Electronic Exports to Public Domain in Case of 3D-Printable Gun. Thomson Reuters/ https://es.scribd.com/document/156292492/DOS-Defense-Distributed#fullscreen&from_embed (consultado el 24/04/2018).
- Grupo Iberoamericano de Trabajo en Balística Forense. *Manual de buenas prácticas en balística forense*, 2011. <http://www.gitbaf.org/uploads/Archivos/Archivos/Manual.pdf> (consultado el 5/12/2017).
- Guzmán, C. Manual de criminalística. Buenos Aires: Ediciones La Rocca, 2013.
- Hausman, K., & Horne, R. *3D printing for dummies*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2014.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill, 2018.
- Larrea, C. Juan. *Manual de armas y de tiro*. Buenos Aires: Editorial Universidad, 1996.