

Algunas consideraciones sobre el empleo de perdigones antidisturbios por parte de Carabineros de Chile¹

Marcos Flores, Gonzalo Gutiérrez, Judit Lisoni (*)
Santiago/Valdivia, lunes 2 diciembre 2019

Resumen

Se realiza un breve análisis sobre el uso de perdigones como elementos disuasivos de multitudes desde el punto de vista de las ciencias físicas. Se explican los elementos esenciales que gobiernan la dinámica de los perdigones, así como las características del efecto que produce su uso sobre las personas. Se muestra que es un arma inherentemente imprecisa, que puede producir daños severos, irreversibles e incluso letales a distancias cortas (0-20 metros) y, a distancias largas (20-40 metros), puede producir daños irreversibles, tales como estallido ocular. El peligro aumenta cuando los perdigones contienen plomo, pues este elemento es muy tóxico y muchas veces se hace imposible extraer el proyectil del cuerpo humano. Estas son razones suficientes para suprimir su uso. Se finaliza con una reflexión acerca de las actuaciones de altas autoridades ante una discusión de carácter técnica y se plantea la necesidad de insistir en el desarrollo de una cultura científica-técnica en nuestro país, tanto para los y las ciudadano/as como para los medios de comunicación y en especial para los y las tomadore/as de decisiones.

Introducción

En el contexto de las movilizaciones ocurridas en Chile a partir del 18 de octubre del 2019, el país ha sido testigo de una controversia sobre el uso de “perdigones de goma” (también llamados “balines” en algunas publicaciones de prensa) para el control de manifestaciones. El empleo de esta munición es un tema de grandes implicancias tanto en el ámbito político, de los derechos humanos y de salud de la población, y tiene también un aspecto científico-técnico. Las consecuencias de su uso, los efectos en las personas e incluso la composición fisicoquímica de los perdigones han sido materia de amplia discusión pública.

Respecto a este último aspecto, la Universidad de Chile, a través de su Departamento de Ingeniería Mecánica (DIMEC), realizó un Informe [Dimec2019], a solicitud de la Unidad de Trauma Ocular del Hospital del Salvador, con el objetivo de determinar la composición de dos perdigones.

¹ Informe preparado por los socios y socia que firman, a solicitud del Presidente de la Sociedad Chilena de Física. El informe recibió aportes de vario/as colegas. Agradecemos especialmente a Sergio Davis, Rodolfo Hermans, Jaime Roessler y Leopoldo Soto.

Tal Informe determinó que estos perdigones están compuestos por una mezcla de: 20% caucho y el 80% restante de sílice, sulfato de bario y plomo, y que la dureza de los dos perdigones analizados es de 96,5 Shore A, equivalente a la dureza de una rueda de *skate*. Estos datos fueron luego corroborados y ampliados por un Informe de la Universidad Austral [UACH2019] y de la Universidad de Valparaíso [UV2019].

El Informe técnico del DIMEC fue desestimado tanto por el General Director de Carabineros Mario Rozas, como por el Ministro del Interior, Gonzalo Blumel. El General Director de Carabineros insistió que los perdigones eran de “goma”, y que solicitarían un examen a entidades externas y a una universidad extranjera [Rozas2019, Carab2019a]. Por su parte el Ministro Blumel, Ingeniero Ambiental de la P. Universidad Católica, apoyó los dichos del General Director, diciendo que “ayer hubo un comunicado de Carabineros que ratifica que están hechos de goma” [Blumel2019].

Posteriormente, luego que el propio Laboratorio de Criminalística de Carabineros emitiera un Informe, Carabineros determinó limitar el uso de perdigones, restringiéndolo, señalan, sólo para situaciones “donde exista riesgo de vida de carabineros o civiles” [Carab2019b].

A continuación, damos algunas indicaciones y hacemos consideraciones que pudieran ayudar a la población, a autoridades y también a Carabineros como al Ministerio del interior, a un debate informado al respecto.

I. Algunos comentarios y aprensiones sobre el uso de perdigones antidisturbios desde el punto de vista de las ciencias físicas.

Existen numerosos estudios sobre los efectos de proyectiles de impacto cinético (*Kinetic Impact Projectil* en inglés) en el control de multitudes [Haar 2017]. Entre ellos están los proyectiles de disparo individual y los que contienen múltiples proyectiles en un cartucho. En este último caso a cada uno de esos proyectiles se les llama “perdigones”, y corresponde a lo usado por carabineros en Chile y que está en discusión entre la opinión pública.

En general, la literatura distingue tres tipos de perdigones, de acuerdo con su composición: 1) de goma o plástico; 2) compósitos de plástico y metal; 3) metálicos recubiertos de plástico [INCLC]. En Chile, de acuerdo con los estudios realizados por tres laboratorios independientes, uno de la Universidad de Chile [DIMEC2019], otro de la Universidad Austral [UACH2019] y otro de la Universidad de Valparaíso [UV2019], los perdigones usados por carabineros corresponden a la categoría 2) compósitos de plástico y metal. Esto es, se trata de un compuesto o mezcla compacta y homogénea a escala milimétrica, que contiene aproximadamente, en peso, 18-20% de caucho y 23-35% de plomo, además de sílice, sulfato de bario y otros elementos.

Cabe señalar que en el comercio se encuentran disponibles diferentes tipos de proyectiles de impacto cinético, incluidos cartuchos de escopeta calibre 12, bajo nombres como *balas plásticas* o de *goma*, *bolsas de balines*

o *perdigones de goma*. En general en estos casos la palabra “plástico” y “goma” no es una declaración técnica de la composición sino una clasificación y nombre de productos. Notablemente algunos de estos productos incluyen la advertencia de que contienen plomo [KIP].

El uso de proyectiles en una manifestación tiene como objetivo disuadir ésta a partir de causar daño físico a los manifestantes. El principio físico con que operan los proyectiles, en particular los perdigones, es la transferencia de energía cinética de los perdigones -depositada en ellos por el arma- hasta el cuerpo de un individuo.

Los perdigones salen de cartuchos que contienen múltiples unidades, 12 en el caso chileno. Por las características del arma, los perdigones al salir del cañón se distribuyen aleatoriamente en forma cónica, es decir, tienen una **dispersión inherente**, que es mayor a mayores distancias. Por ejemplo, a pocos metros el diámetro de la zona de impacto podría ser de 15-20 cm, mientras a muchos metros esta podría llegar a ser 200-300 cm, como se observa en el Informe que realizó Carabineros el año 2012 [Carab2012]. Por otra parte, el perdigón va perdiendo velocidad a mayores distancias debido al roce con el aire. Así, la energía cinética depositada en el blanco es mayor a distancias cortas, y menor a distancias largas.

Los aspectos relevantes para determinar el daño causado por el perdigón en las personas, y su capacidad para penetrar los tejidos, son:

a) la **energía cinética**, dada por la velocidad y la masa del proyectil, b) la **dureza** del perdigón c) su **sección eficaz** (el área efectiva, o sección transversal que impacta contra el blanco). Para una misma energía cinética, mientras más duro y más pequeña es la sección transversal del proyectil, con mayor facilidad atraviesa el tejido humano.

En el caso de los perdigones usados en Chile, de acuerdo con los informes de Carabineros, del fabricante de perdigones, así como a las mediciones de la U. de Chile, la velocidad de salida es aproximadamente de 270 m/s. Cada perdigón tiene una masa aproximada de 0,7 g y una forma esférica con un diámetro de 8 mm, resultando una densidad de aproximadamente 2,6 g/cm³, con una dureza similar a una rueda de skate [Carab2017a,b; DIMEC2019; Scott2019]. Estos son los datos relevantes para determinar los daños que puede producir su uso sobre las personas.

Para dimensionar los efectos de perdigones en un blanco, es útil el Informe de Carabineros del año 2012 [Ciper2019], según el cual “perdigones de goma”, hasta 25 metros de distancia, son capaces de traspasar una plancha de madera terciada de 9 mm de espesor. El mismo Informe indica que en el caso del cuerpo humano el impacto de un perdigón podría producir estallido ocular incluso a la distancia de 30 m.

Así, se puede inferir que su efecto a distancias cortas (0-20 m) es comparable con una munición tradicional, siendo capaz de producir daño a órganos vitales, mientras que lanzados a distancias largas (20-40 m), al tenerse una alta dispersión de los perdigones, **su uso cobra carácter indiscriminado**, pudiendo causar daño también a personas distintas del objetivo. En esta situación, el impacto del perdigón igualmente puede causar

daño irreversible a tejidos blandos, como es el caso de los ojos. Esto es precisamente lo ocurrido en Chile este último mes.

Más todavía, los perdigones utilizados por Carabineros, de acuerdo con lo reportado por tres estudios independientes [DIMEC2019, UACH2019, UV2019], contienen plomo en cantidades tóxicas para el cuerpo humano. Esto representa un peligro adicional a los ya mencionados, pues en muchos de los casos observados los perdigones que se han alojado en los tejidos no han podido ser extraídos por los servicios médicos.

II. ¿Cómo se determinan las propiedades físicas y químicas de un material?

Aunque no es un tema principal, también surgió en el debate el punto acerca de la composición de los perdigones. Sorprendentemente, fue en este aspecto donde la falta de cultura científica en algunos casos, o simplemente ignorancia en otros, ha quedado más al descubierto en el reciente debate. Tal vez la máxima expresión lo constituye la determinación del General Director de Carabineros en el sentido de encargar a una “universidad extranjera” la determinación de la composición y propiedades físico-químicas de los perdigones.

Ciertamente, tratándose de ensayos típicos de materiales, hay laboratorios profesionales en condiciones de hacerlos y, por tanto, no es necesario encargarlos a laboratorios en el extranjero: a lo largo de Chile son muchos los grupos o centros que cuentan con personal, equipamiento e infraestructura para realizar estas pruebas.

Existe una gran variedad de técnicas experimentales, apoyadas muchas de ellas por modelamientos teóricos y computacionales, que permiten determinar las propiedades de materiales, tales como su densidad, propiedades mecánicas, ópticas, magnéticas, de conducción, composición química, ordenamiento atómico, topografía por mencionar algunas. Entre estas se incluyen técnicas tan simples como el análisis a partir de una inspección visual, pasando por pruebas mecánicas de esfuerzo-deformación y dureza, hasta las más sofisticadas espectroscopías (XPS, FTIR, Raman, EDS); difracción de rayos-X, de neutrones, de electrones; técnicas de análisis térmicos (DSC, DTA, TG); o microscopías (óptica, SEM, TEM, AFM, STM, fluorescencia), así como técnicas de análisis químico molecular cualitativo y cuantitativo, por mencionar solo algunas.

En Chile existen muchos laboratorios con las capacidades técnicas y profesionales para realizar estos análisis, incluyendo los que están dedicados a la investigación científica como aquellos que prestan servicios a la comunidad, acreditados con sus respectivas certificaciones. Como ejemplo, aquí va una lista no exhaustiva de dichos laboratorios:

- IDIEM, Universidad de Chile.
- DICTUC, Universidad Católica de Chile.

- Unidad de Equipamiento Científico, MAINI – U. Católica del Norte.
- Centro de Investigación en Nanotecnología y Materiales Avanzados, CIEN – U. Católica de Chile.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas, IIT- U. de Concepción.
- Unidad de Microscopía Electrónica, UME – U. Austral de Chile (UACH).
- Laboratorios de Cristalografía, U. Chile, UCh.
- Centro de Estudios para el Desarrollo de la Química (CEPEDEQ), Universidad de Chile.
- Laboratorio de Criminalística de Carabineros de Chile, así como los diferentes laboratorios que poseen las ramas de las FF. AA del país: Ejército, Armada y Fuerza Aérea.

También algunas iniciativas científicas:

- Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología, CEDENNA.
- Núcleo Milenio de Materiales Multifuncionales para la Ciencia Aplicada de Superficies, MultiMat.

A lo anterior se agregan los laboratorios e investigadores en las diferentes universidades nacionales, a saber: Universidad de Tarapacá, Universidad de Antofagasta, Universidad Católica del Norte, Universidad de Atacama, Universidad de La Serena, Universidad de Chile, Universidad de Santiago, P. Universidad Católica de Chile, Universidad Santa María, Universidad de Valparaíso, P. Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Concepción, Universidad Austral de Valdivia, Universidad de Magallanes. Todos ellos podrían realizar muchos de los ensayos nombrados dado que son equipos de trabajos con personal altamente calificado, que no sólo desarrollan procedimientos estándares sino también metodologías no existentes que permiten avanzar en el conocimiento científico.

III. Sobre la necesidad de una cultura científica

En el marco del debate sobre las implicancias políticas y sus graves consecuencias en los Derechos Humanos, la controversia sobre el uso de perdigones y sus propiedades físico-químicas deja al desnudo una carencia profunda y transversal en la sociedad chilena. En efecto, todavía en nuestro país no es común observar el ejercicio de un pensamiento crítico basado en evidencias y con un nivel mínimo de conocimiento científico. Hechos objetivos y opiniones personales parecen intercambiarse indistintamente. Esta falta de cultura científica básica le hace mal al país, y es particularmente perniciosa cuando se encuentra en dirigentes, medios de prensa, autoridades y en los tomadores de decisiones.

Es preocupante y alarmante que un General Director de Carabineros no sepa interpretar un informe técnico, ni identificar la necesidad de ser asesorado por alguien que si posea esa competencia. Del mismo modo, dada

la envergadura de su cargo, sería esperable que tuviera un conocimiento más general de las capacidades científico-técnicas instaladas en nuestro país. La situación del Ministro del Interior es igualmente grave, o quizás más, toda vez que el Sr. Blumel posee formación de ingeniero, cursando asignaturas de física, de forma tal que debería tener los elementos básicos para una evaluación preliminar, luego de la cual podía convocar a cualquiera de sus profesores de física de la P. Universidad Católica para que le dieran una explicación más pormenorizada sobre el tema. Con esa información y un mínimo de honestidad intelectual seguramente no habría respaldado las palabras del General Director de Carabineros.

Este evento, y sus dramáticas consecuencias, es un llamado de alerta acerca de la necesidad de promover una cultura científica en nuestro país, y permite entender el papel que la ciencia y tecnología tiene en una sociedad moderna y los aportes que puede hacer al país y al espacio público. El año 2005, nuestra Sociedad Chilena de Física debió llamar la atención sobre otro fraude que estaba en ciernes: un robot, bautizado por la sabiduría popular como “Arturito”, que supuestamente podía identificar cualquier objeto hasta decenas de metros de distancia [Ibarra2005]. Hasta el entonces Presidente de la República de la época se pronunció al respecto. Nuestra Sociedad y sus socios desenmascararon ese fraude. Hace un par de años Carabineros mismo se vió envuelto en otro escándalo, el “Caso Huracán” y un supuesto “experto informático”, que podría haber sido evitado con una mínima cultura científica y consultando con chilenos que saben del tema, en ese caso la Sociedad Chilena de Ciencias de la Computación (<https://sccc.cl/>), así como los diferentes grupos de investigación que existen en nuestro territorio. Esto llama a una reflexión a nivel del país, y pone en perspectiva, ahora que discutiremos una nueva Constitución para un nuevo Chile, cuál debería ser el papel de la ciencia en el país que queremos.

Conclusiones

A partir del 18 de octubre, nuestro país ha sido remecido con una explosión social sin precedentes, que se ha expresado en manifestaciones masivas, extendidas por todo el territorio y prolongadas en el tiempo. Para controlar a las multitudes, la fuerza pública ha empleado diversas armas disuasivas, que van desde la represión directa mediante golpes de bastón, bombas lacrimógenas, gas pimienta, carros lanzaguas, hasta el uso de proyectiles de impacto cinético, conocidos popularmente como perdigones. El uso de estos últimos ha sido de tal magnitud, que ha dejado cientos de heridos graves, y más de doscientas personas con pérdida de visión por estallidos oculares. Esto ha generado un debate nacional acerca del empleo de estas armas, que ha tocado también aspectos científico-técnicos.

El uso de perdigones para dispersar multitudes es inherentemente impreciso, puede producir daños severos e incluso letales a corta distancia, y a distancias largas de hasta 40 metros, daños irreversibles, tales como

estallido ocular. Es por esta razón que se ha suprimido su uso en la gran mayoría de los países del mundo.

Finalmente, respecto al debate de los perdigones, queremos ser enfáticos: más allá de consideraciones científico-técnicas, lo que debe estar al centro son las y los compatriotas que han sufrido daños, leves y severos, por el empleo de estas armas. Nos preocupan las dramáticas consecuencias que ha tenido en las personas el uso de los perdigones por parte de Carabineros, que, en demasiados casos, ha terminado con daños irreversibles y permanentes. Nos duele la ceguera de un ojo en más de doscientos ciudadanos(as), y la ceguera en ambos ojos en un estudiante universitario. Este es un hecho incalificable cometido por agentes del estado, que merece el más amplio repudio ciudadano. Por ello, nos alarma conocer que luego de varios días que se anunciara limitar el uso de perdigones, Carabineros siga empleando este medio antidisturbios [Uso0212209].

Referencias

[Blumel2019]

<https://www.latercera.com/politica/noticia/blumel-composicion-perdigones-ayer-hubo-comunicado-carabineros-ratifica-estan-hechos-goma/904588/>

[Carab2012] Informe se puede descargar desde aquí:

<https://ciperchile.cl/2019/11/21/ya-en-2012-informe-de-carabineros-advirtio-que-escopetas-antidisturbios-provocan-lesiones-letales-y-estallido-ocular/>

Este Informe es muy revelador no solo sobre la dinámica de los perdigones, sino sobre todo respecto de los daños que pueden causar en el cuerpo humano.

[Carab2019a]

<https://twitter.com/Carabdechile/status/1195869288441233408/photo/1>

Nota: Este comunicado de Carabineros, donde da a conocer las especificaciones de los fabricantes, contiene errores como bien lo puntualiza [Scott2019].

[Carab2019b]

<https://twitter.com/Carabdechile/status/1196950642159476737/photo/1>

Nota: este Comunicado también contiene errores: a cada perdigón le asigna un “peso de 7 g”. ¿Habrán querido decir una masa de 0,7 g y por tanto un peso de 7 gramos-fuerza?

[DIMEC2019]

<http://ingenieria.uchile.cl/noticias/159328/declaracion-publica>

[Haar2017] Haar RJ, Iacopino V, Ranadive N, et al.,
Death, injury and disability from kinetic impact projectiles in crowd-control settings: a systematic review
BMJ Open 2017;7:e018154. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018154
<https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/7/12/e018154.full.pdf>

[Ibarra2005] Aquí hay una breve relación de los hechos
<http://poleras.blogspot.com/2005/10/cmo-el-mercurio-desenmascar-arturito.html>

[INCLO] Lethal In Disguise: The Health Consequences of Crowd-Control Weapons <https://www.inclo.net/issues/lethal-in-disguise/>

[KIP] Ejemplos de diferentes productos comerciales se pueden ver en
<http://www.americanspecialtyammo.com/12-ga--less-lethal.html>
https://www.ballisticproducts.com/Fiocchi-12ga-2-3_4-Rubber-Buckshot-box_25/productinfo/36512LERBK/

[Rozas2019]
<https://www.t13.cl/noticia/nacional/video-mario-rozas-anuncia-investigacion-balines-laboratorio-externo-y-universidad-extranjera>

[Scott2019]
<https://www.scottareynhout.com/blog/2019/11/19/what-exactly-are-the-carabineros-shooting-at-demonstrators-in-chile>
Traducción al castellano, con algunos comentarios más, en
<https://www.etilmercurio.com/em/goma/>

[UACH2019] Informe UACH se puede descargar desde esta noticia:
https://www.cnnchile.com/pais/informe-de-la-u-austral-confirma-que-perdigones-usados-por-carabineros-contienen-plomo_20191122/

[Uso0212209]
<https://www.24horas.cl/data/heridos-por-perdigones-siguen-aumentando-aun-despues-del-anuncio-de-carabineros-para-limitar-su-uso-3755610>
<https://tv.senado.cl/tvsenado/comisiones/permanentes/derechos-humanos/comision-de-derechos-humanos/2019-11-28/092956.html>

[UV2019]
<https://institutodequimicaybioquimica.cl/2019/11/analisis-fisicoquimico-de-proyectiles-utilizados-durante-las-manifestaciones-en-valparaiso/>

(*) Sobre los autores:

Marcos Flores Carrasco es académico de la Universidad de Chile, casa de estudios donde realiza docencia en pre y postgrado como también investigación en física del estado sólido y materiales. Su trabajo principalmente está relacionado con nanotecnología y modificación superficial.

Más información en <https://mileniomultimat.cl>
http://www.dfi.uchile.cl/en/team/marcos_flores/

Gonzalo Gutiérrez es físico teórico y académico de la Universidad de Chile, donde realiza docencia e investigación en las áreas de materia condensada y mecánica estadística. Su trabajo consiste en explicar y prever propiedades emergentes de los materiales a partir de sus componentes básicos, átomos y moléculas, usando mecánica cuántica y simulación computacional.

Más información en www.gnm.cl/gonzalo

Judit Lisoni es físico experimental y académico de la Universidad Austral de Chile en Valdivia, donde realiza docencia como también investigación en Física Aplicada vinculada a Nanotecnología. Este trabajo lo ha establecido a través del estudio de las propiedades de materiales, su forma de obtenerlos y su integración en el desarrollo de dispositivos, particularmente en el campo de las memorias no volátiles integradas en la tecnología CMOS por debajo de 100 nm y baterías de ión-litio. Más información en <http://icfm.uach.cl/personas/judit-lisoni.php>
<https://mileniomultimat.cl>

Contacto: gonzalogutierrez@uchile.cl