

TECNOLOGÍA BÉLICA MEDIEVAL

Giro en la historia de la tecnología

CARLOS
EDUARDO
SIERRA C.

Punto de partida: la base racional del arte de la guerra

Si deseamos humanizar la guerra algún día, hemos de conocerla a fondo, dado que es parte de nuestra naturaleza. De hecho, hubo un tiempo en el que el arte de la guerra tuvo, hasta donde cabe concebirla, una dimensión ética. Por supuesto, esto no significa que las guerras de antes fueran placenteras o llevaderas, como cabe colegir al leer, por ejemplo, sobre la guerra del Peloponeso en la Antigua Grecia, sino que, al reparar en las guerras actuales, tal dimensión es evanescente. En parte, esto obedece al sofisticado desarrollo tecnocientífico aplicado a la guerra, lo cual ha hecho casi que desaparecer el combate cuerpo a cuerpo y la posibilidad consecuente de sentir remordimientos al matar a alguien.

En la obra célebre de Sun Zi, *El arte de la guerra*, que sigue vigente en la educación militar de la oficialidad, podemos detectar cierto talante ético de base racional. Al respecto, el coronel Gustavo E. Brozia, en una conferencia dada en el Ateneo de Montevideo en 2005, destacaba que los principios y conceptos de tal obra son de gran actualidad y valor práctico, y no solo en la guerra, puesto que son de uso en el comercio, el deporte, la administración

Estatua de Robin Hood en Nottingham con su arco largo inglés



de empresas, etc. Ahora bien, lo ético aflora, por ejemplo, en el código aceptado en forma general en la Antigua China hacia el año 500 a.C., habida cuenta de que las hostilidades estaban prohibidas durante los meses de siembra y cosecha.

De otro lado, Sun Zi no trata el vocablo *virtud* en su acepción ética, sino en el sentido político, esto es, el conjunto de instituciones que condicionan las costumbres de una nación y le dan su fuerza moral. Después de todo, la guerra es el asunto más importante para el Estado. No obstante, no faltan en dicha obra los pasajes de índole ética, como estos: “Trata bien a los prisioneros, y dales lo que necesitan”; “Prohíbe la adivinación y las prácticas supersticiosas, y libera al ejército de las incertidumbres”; “En la guerra es mejor conquistar un Estado intacto. Devastarlo significa conseguir peor resultado”. En suma, el arte de la guerra es racional. Y esto importa para entender la evolución de la tecnología bélica.

El giro tecnológico medieval: el fundíbulo y el arco largo inglés

Carl Mitcham, al revisar los aportes de Lewis Mumford a la filosofía de la tecnología, destaca que la forma autoritaria de la tecnología moderna no surgió en la Revolución Industrial, sino que se remonta a cinco milenios atrás, cuando nació una rígida organización social jerárquica que Mumford denominó *megamáquina*, entre cuyos ejemplos están los grandes ejércitos y las cuadrillas de trabajo organizado, como las que construyeron las pirámides y la Gran Muralla China. Desde luego, la megamáquina trae enormes beneficios materiales, pero a expensas de una restricción de las actividades y aspiraciones humanas, lo cual es deshumanizante. Ahora bien, la megamáquina ha crecido en poder y sofisticación tecnológica desde sus orígenes, lo cual la Edad Media muestra bien a fuer del giro tecnológico que se presentó en esos siglos. Veamos esto con la ayuda de dos artefactos notables: el fundíbulo y el arco.

En lo fundamental, el fundíbulo es un artefacto bélico de la familia de las catapultas, cuya clasificación conviene precisar, puesto que abunda la bibliografía sobre los nombres con los que se las ha conocido, circunstancia que dificulta el reconocimiento y la clasificación de las mismas, pues, dependiendo del tipo de proyectil



Fundíbulo y arcos compuestos en un asedio mongol

que lanzaban, el tamaño, el lugar geográfico, el tiempo, etc., variaba su denominación. En todo caso, se facilita bastante el reconocimiento correspondiente si las clasificamos de acuerdo con su sistema de almacenamiento de la energía. Así, encontramos catapultas que funcionan con la energía suministrada por la tensión, la torsión, el contrapeso y la tracción.

En primera instancia, las catapultas de tensión son las que funcionan mediante el almacenamiento de su energía gracias a la tensión de un arco de metal, madera o cuerno, y fueron las primeras en aparecer, dado que descienden directamente de los arcos manuales. Algunas catapultas de asalto romanas usaban este sistema desde el siglo I a.C., con algunas variantes. En segundo lugar, las catapultas de torsión son aquellas que están accionadas por la energía almacenada al retorcer una madeja de cuerdas, tendones o crin de caballo, según la época de que se trate. Los antiguos romanos perfeccionaron este tipo de catapulta, entre cuyos ejemplos están las ballistas romanas, los onagros y el escorpión.

Seguimos con las catapultas de contrapeso, un invento reciente al parecer. Estas funcionaban gracias a un contrapeso con una masa muy superior a la masa del proyectil. Un ejemplo excelente a este respecto es el fundíbulo o trabuquete, cuya relación de masas entre contrapeso y proyectil iba de 80 a 100. La ventaja de este tipo de máquina bélica, con respecto a las anteriores, estribaba en que podía almacenar la energía sin cambios ni fugas, algo que las anteriores no podían hacer, ya que, con el tiempo, iban perdiendo su fuerza y elasticidad, o incluso se dañaban si no se las

disparaba con frecuencia. Por último, las catapultas de tracción fueron un invento chino, llamadas *hsuan feng* y utilizadas hacia el año 200 d.C. Estas catapultas funcionan con base en el impulso humano y su principio es parecido al del fundíbulo. Esto es, emplean la palanca y la honda para aumentar la fuerza de salida del proyectil. De hecho, estas fueron sin duda el antepasado del fundíbulo, máxime que la extensión geográfica del mismo es mucho más que una mera casualidad, puesto que fue el producto de una tradición tecnológica que comenzó en la antigua China, avanzó luego en las civilizaciones tecnológicamente sofisticadas del Islam y Bizancio, y llegó a su máximo desarrollo en Europa Occidental. En suma, esta máquina fue un logro colectivo de cuatro civilizaciones conspicuas y constituye uno de los más grandes logros multiculturales en el campo de la tecnología. Además, el fundíbulo dejó su huella no solo en la guerra, sino también en las instituciones políticas, la tecnología y la ciencia pura, a pesar de que sus orígenes y su desarrollo temprano sigan aún en una relativa oscuridad.

Con mayor detalle, cabe decir que el fundíbulo es una máquina sencilla basada en el principio del balancín, lo cual le confiere un aspecto tosco, lo que no era óbice para que fuese un artilugio eficaz. Consta de un brazo pivotante gigantesco, incluso hay algunos de 18 metros de longitud que

Réplica a escala de una ballista romana



Fundíbulos en el castillo de Castelnaud en el Périgord Negro francés

en un extremo tienen un gran contrapeso de hasta seis toneladas, y en el otro una cuchara o una gran honda, en donde se pone el proyectil. Con la ayuda de poleas, se levanta el contrapeso que, una vez liberado el gatillo, se dejaba caer de golpe. En el Medioevo, un fundíbulo podía lanzar proyectiles de hasta 500 kilogramos a más de 200 metros, si bien las cargas habituales no debían superar los 100 kilogramos. Tenía como función batir muros o el interior de las ciudades. Además, los proyectiles empleados incluían estiércol y cadáveres en descomposición para causar epidemias, lo mismo que cabezas de prisioneros o mensajeros capturados con el fin de desalentar a los defensores. De este modo, estamos ante un antecedente relevante de la guerra biológica y psicológica, si bien el propio Sun Zi, siglos antes, usaba una expresión que equivale, para efectos prácticos, a la actual de guerra psicológica: crear discrepancias en el Estado adversario.

En general, el fundíbulo permitió lograr una puntería más regular y exacta que la que era posible con las catapultas de tracción. De otro lado, dada la complejidad de la dinámica de un fundíbulo, era muy difícil cambiar el alcance, y esto por no hablar de la dirección del disparo. Por su parte, las reconstrucciones modernas demuestran que, mientras más pesado sea el proyectil, más pronto se liberará la honda, pero si el proyectil es demasiado liviano,

la honda se liberará muy tarde y el proyectil golpeará el terreno a una corta distancia al frente del fundíbulo. Además, el alcance puede aumentar un poco incrementando el contrapeso. En suma, el fundíbulo significó un giro notable en el aprovechamiento de la energía asociada con la gravedad para fines bélicos, una tecnología que, así mismo, coexistió durante largo tiempo con las primeras piezas de artillería basadas en la pólvora, cuya fórmula era de conocimiento en Europa occidental a mediados del siglo XIII. En el fondo, esto significó un doble giro tecnológico bélico en el Medioevo: de las antiguas catapultas de tensión, torsión y tracción a la catapulta de contrapeso, o fundíbulo; y de esta a la artillería basada en la pólvora, una mezcla que desplazó asimismo al fuego griego en virtud de su mayor estabilidad y seguridad, sobre todo a partir de 1420, con la invención de la pólvora granular, con lo cual la explosión llegó a ser uniforme e instantánea en la práctica, lo que significó que el cañón se convirtió en una máquina eficaz para la guerra, aparte del hecho de que el cañón de mano, al ser menos complicada su carga, pasó de ser un arma psicológica a todo un instrumento de matanza.



Guerrero mongol con arco compuesto

Por su parte, el arco es muy antiguo, dado que existía, cuando menos, 17.600 años atrás, aunque no todas las culturas lo usaron, como la griega arcaica, que despreció el arco al considerar cobarde el combate a distancia con la ayuda de armas de propulsión mecánica. Esto perduró en la Edad Media en el caso de la ballesta y, en la Moderna, con las primeras armas de fuego. Con más detalle, en el Medioevo, la ballesta revolucionó las posibilidades individuales de matar al enemigo, por lo que cualquier villano inexperto podía asesinar a distancia a un consumado guerrero. Incluso, Cervantes expresó con elocuencia este atinado desprecio por tales armas en el quijotesco *Discurso de las armas y de las letras*:

Bien hayan aquellos benditos endemoniados instrumentos de la artillería, a cuyo inventor tengo para mí que en el infierno se le está dando el premio de su diabólica invención, con la cual dio causa que un infame y cobarde brazo quite la vida a un valeroso caballero, y que sin saber cómo o por dónde, en la mitad del coraje y brío que enciende y anima a los valientes pechos, llega una desmandada bala —disparada de quien quizá huyó y se espantó del resplandor que hizo el fuego al disparar de la maldita máquina—, y corta y acaba en un instante los pensamientos y vida de quien la merecía gozar luengos siglos.

En fin, por lo novedoso y amenazador de esta tecnología, el Papa Inocencio II, en el Segundo Concilio de Letrán (1139), prohibió el uso de la ballesta entre los ejércitos cristianos y, en una bula, prevenía a la cristiandad contra su empleo dado “el peligro que representaba para la humanidad un arma semejante”. En cambio, otras civilizaciones, como la egipcia, convirtieron el arco en su arma favorita, al punto que tenía un gran prestigio su manejo experto. En el Antiguo Egipto, el arco era el arma noble por excelencia, empleada incluso por el Faraón.

Para su elaboración, el arco precisa, incluso en los tipos más sencillos, de una combinación de diversos materiales, como madera, cuerda y plumas para las flechas, amén de planificación en su construcción y mucho entrenamiento para su manejo eficaz. Sobre esto último, en la Inglaterra medieval, el dominio del arco largo requería unos

quince años de duro entrenamiento. En lo que a tipología concierne, hay dos grandes categorías de arcos, a saber: el arco simple, que es el más antiguo, cuyo cuerpo está construido con una pieza de madera o dos palas unidas por la empuñadura. Su uso está extendido por todo el planeta. Además, existe el arco compuesto, con un cuerpo construido mediante el encolado entre sí de varios materiales con propiedades mecánicas precisas (madera, tendones, asta, cola). Este método proporciona arcos tan potentes como los más largos y duros arcos simples, como el célebre arco largo inglés, pero con la ventaja de que los arcos compuestos son más cortos, requieren menor distancia de tensado y son manejables desde el caballo, algo en lo cual los guerreros mongoles alcanzaron gran maestría. En contraste, la construcción de un arco compuesto es más complicada y lleva varios meses. Se considera que apareció quizás en el tercer milenio a.C. en las estepas asiáticas y en el Próximo Oriente, y jamás se extendió hasta el norte de Europa Occidental, dado que la humedad afectaba a sus piezas encoladas. Por consiguiente, aunque el arco compuesto ofrece muchas ventajas, no siempre superaba a todos los arcos simples.

Merece la pena destacar dos famosas batallas de la Edad Media tardía, en plena Guerra de los Cien Años: Crécy (26 de agosto de 1346) y Agincourt (25 de octubre de 1415). En ambas, el arco largo inglés tuvo un papel destacado. Este célebre arco estaba constituido por una pieza de tejo, fresno u olmo de 1,80 m de longitud. Solo se le ponía la cuerda en el momento de usarlo, y un arquero experto podía encordarlo en menos de tres segundos. Además, la cuerda debía usarse seca, por lo que se la transportaba en una bolsita de tela impermeable.

La batalla de Crécy significó el principio del fin del código de caballería, ya que el ideal de piedad y solidaridad del caballero quedó deshecho al darse la orden de asesinar a la mayoría de los prisioneros y de rematar a los heridos. Además, la caballería demostró no ser invencible ante un ataque de infantería decidido y bien coordinado. Y el arma del infante medieval inglés es el arco largo. En el caso del ejército inglés, al mando de Eduardo III, su arma secreta eran los arqueros, bien provistos de sus arcos largos, quienes se



El maestro Heon Kim demostrando el uso de un arco compuesto coreano

establecieron en una formación en uve a lo largo de la cresta de una pequeña colina. Durante la espera subsiguiente, los ingleses construyeron así mismo un sistema de fortificaciones defensivas compuesto de zanjas, hoyos y estacas afiladas para detener y derribar la caballería enemiga y proteger por ahí derecho a los arqueros. En marcado contraste, como décadas después también les pasó en Agincourt, un gran problema de los franceses era su enorme soberbia. Al sentirse seguros debajo de sus armaduras de 40 kg y montados en sus enormes y poderosos caballos de guerra, los caballeros franceses creían que un ataque a la carga contra los arqueros ingleses sería devastador y definiría el combate en pocos minutos. Craso error, puesto que Felipe VI de Valois, el monarca francés, no organizó sus tropas en forma debida, esto es, dispuso delante de su caballería a 6.000 mercenarios genoveses armados con ballestas, lo cual, llegado el momento, estorbó la carga de caballería. Para colmo de estupidez, dejó a los ballesteros a la intemperie, con lo que, a causa de las fuertes lluvias que cayeron durante la espera, las cuerdas de sus armas se mojaron y quedaron inútiles. En cambio, los comandantes ingleses repartían bolsas impermeables a sus arqueros para proteger las armas de la temida humedad. Así las cosas, la infantería inglesa llevaba las de ganar.

En Agincourt, como en Crécy, los arqueros y el arco largo fueron la clave para que los ingleses ganasen la batalla. De hecho, el mejor alcance de sus arcos (365 m de alcance total, 180 m de alcance efectivo y 50 m de letalidad segura) y el

gran número de arqueros expertos que los ingleses habían venido entrenando desde los días de Enrique II (siglo XIV) diezmaron al ejército francés. Con más detalle, conviene aclarar que, a 50 m, la flecha del arco largo inglés podía atravesar a un hombre y su armadura y salir limpiamente por la espalda, pero, la mayoría de las veces, esto no hacía falta, habida cuenta de que varios cientos de arqueros ingleses, con su impresionante cadencia de disparo de 10 a 12 flechas por minuto, podían aterrorizar a un ejército francés completo, espantar a sus cabalgaduras y desmoralizar a cualquiera que quedase sometido a una lluvia de estos proyectiles letales. Así mismo, los arcos largos tenían potencias de disparo de entre 80 y 150 libras, desempeño que solo quedó superado a mediados del siglo XIX, lo que significa que un hombre encenque no era capaz de manejar un exigente arco largo inglés. Por potencia de disparo de un arco, cabe entender la cantidad de fuerza, expresada en libras o kilogramos, necesaria para poner la cuerda en la posición óptima para disparar, normalmente a la distancia que separa la mano que sostiene el arco del ojo del arquero. Así, en un arco con, digamos, una potencia de 130 libras, tirar la cuerda hacia atrás equivalía a levantar un peso de 130 libras hasta una altura equivalente, casi como levantar a un hombre adulto con un solo brazo y con todo el peso concentrado en los dos o tres dedos que sostenían el arco. Así las cosas, para usar un arco con buena puntería, hacía falta tener mucha fuerza física. Y, por lo demás, contrario a lo que se cree, el alcance de una ballesta normal no superaba el de un arco largo o un buen arco compuesto, pero sí era igual o mayor su capacidad de penetración a distancias prácticas de combate.

En suma, el fundíbulo, el arco largo inglés y la artillería basada en la pólvora incrementaron sobremanera el poder de la megamáquina bélica con respecto a los tiempos antiguos.

Funcionalidad y estética en la tecnología bélica medieval

El que un artefacto esté concebido para fines bélicos no es sinónimo de falta de estética, habida cuenta de que, a lo largo de la historia, han abundado las armas que son bellas y funcionales a la vez. Botón de muestra, reparemos en una pistola alemana Luger, un objeto bello, sin duda, que contrasta sobremanera con los objetos industriales producidos a partir de las postrimerías del siglo XVIII. En el caso de la Edad Media, pensemos en las magníficas espadas y los cuchillos de acero de Damasco, al igual que, en el ámbito literario, en las espléndidas armas y armaduras de las fuerzas de la luz en la obra magna de John Ronald Reuel Tolkien, *Lord of the Rings*, todo un portal para adentrarse en el mundo medieval, máxime que la Tierra Media de Tolkien no es otra cosa que Europa, como han demostrado los investigadores de la obra tolkieniana. Es decir, el armamento de las nobles razas de la Tierra Media: elfos, gondorianos, rohirrim y enanos, que el cine ha plasmado bajo la dirección de Peter Jackson.

El filósofo español Carlos París brinda un excelente análisis de los múltiples aspectos de la tecnología bélica o, con más precisión, de la polemotecología. Para comenzar, aclara que las armas no actúan solas, que la influencia de estas sobre la conducta, la psicología y la concepción misma de lo humano es un ejemplo llamativo de la sinergia existente entre el ser humano y el mundo artificial, un rasgo siempre presente en nuestra historia. Sirva de ejemplo sobre esto, desde la literatura, el episodio, relatado por Apolodoro, en el que Aquiles, recluido en el gineceo por su madre para evitar su muerte en el campo de batalla, se lanzó sobre las armas ofrecidas por Odiseo, a diferencia de sus compañeras de reclusión, apenas atentas a los objetos de adorno femenino. En otras palabras, este relato ilustra la influencia del instrumento sobre la conducta humana en la forma de afición e, incluso, amor por las armas. Así las cosas, en la historia de la cultura, tal afición y amor explican bien la tendencia constante a embellecer



Cuchillo de acero de Damasco

los objetos representativos de la tecnología bélica, de lo cual la Edad Media es bastante ilustrativa. De esto, la obra magna de Tolkien recoge bien lo antedicho. Veamos.

Comencemos con las espadas. En dicha obra, hay ciertas espadas famosas, como Andúril y Glamdring, pertenecientes a Aragorn y Gandalf, respectivamente. Es obvio que Tolkien cuidó todos los detalles, dado que las armas de las fuerzas de la luz combinan funcionalidad y estética. En cuanto a las espadas, su funcionalidad implica que la hoja sea ligera, algo bueno para el puño; que la empuñadura se ajuste al puño del guerrero y sirva de guarda entre la mano y la hoja; que, si un enemigo golpea el brazo de la espada con su escudo, no pueda aplastarle los nudillos al portador de la misma; que, si la guarda tiene forma de cruz, sea imposible que la hoja enemiga se deslice hasta la mano del guerrero. Además, el pomo sirve de contrapeso y de arma contundente a la vez. Y no puede ser demasiado grande para que no estorbe al combatiente si dobla la muñeca, puesto que se le podría enganchar el pomo con el brazo. Pero, desde luego, no falta la función decorativa al tener el pomo incrustaciones, grabados y joyas. En general, la espada era siempre un arma de prestigio y símbolo de alto rango. En el caso de los elfos de Lórien, el filo de sus singulares y bellas espadas, mitad hoja y mitad empuñadura, se curvaba hacia la punta en vez de disminuir de grosor como en una espada normal, lo cual permitía que la hoja no perdiera potencia a la par que extendía el borde cortante. Así mismo, estas espadas eran capaces de resistir el impacto de una armadura a gran velocidad. En fuerte contraste, entre las feas espadas orcas, las de los soldados uruks eran propiamente un bracamarte brutal, que parecía un cuchillo de carnicero con una punta detrás de la hoja para enganchar y apuñalar.

Sigamos con los arcos. En la historia, el arco fue la primera arma sofisticada capaz de atacar más allá del alcance físico normal del guerrero, si bien su uso principal era la caza. En el campo de combate, permitía que el guerrero golpeará a su enemigo antes de que este fuera una amenaza para él. Por tanto, el bando con mejores arcos obtenía casi siempre la victoria, como se vio antes con el arco largo inglés. Así, los arqueros podían reducir la hueste enemiga, por lo que su



Lord of the Rings: Arco, flechas y espada de los elfos

bando, cual megamáquina, contaba con una fuerza mayor cuando llegaba la fase de lucha cuerpo a cuerpo. En especial, los arcos más bellos de la obra magna de Tolkien son aquellos de los elfos silvanos de Lórien, los galadhrim, arcos caracterizados por su gran potencia. En marcado contraste, están los feos arcos de los orcos.

De otro lado, en la épica andalusí medieval, las espadas también recibían su nombre. En especial, en las espadas cuyo nombre empieza por la sílaba *du* hay una etimología árabe, como es el caso de *Durendal* en la *Chanson de Roland*, habida cuenta de que Roland ganó a Durendal al vencer a Yaumont, de acuerdo con el cantar de *Aspremont*, y era incapaz de romperla contra una roca a fin de evitar que cayese en manos del enemigo. Antes bien, quedó hendida la roca de marras sin conseguir mellar la espada, lo cual sugiere su buena factura de acero de Damasco. Lo mismo le pasó al Cid, quien le ganó la espada *Colada* al conde don Remont; y, a Bucar, la espada *Tizona*. Por el estilo, Mahoma adquirió la espada *Ḍū-l-Faqār* al morir su dueño, al-ʿĀṣ b. Munabbih, en la batalla de Badr. Otras veces, el héroe recibe la espada cual recompensa por sus hazañas, como cuando Aimeri obsequia a su hijo

La ballesta revolucionó las posibilidades individuales de matar al enemigo, por lo que cualquier villano inexperto podía asesinar a distancia a un consumado guerrero.

Bovon la espada de Grebe la Belle, o cuando el Cid regala una espada a cada yerno, al igual que cuando Mahoma donó Dū-l-Faqār a su yerno 'Ali durante la batalla de Uḥud. En suma, estos episodios no son exclusivos de la caballería occidental y están bien representados en la literatura popular islámica.

En síntesis, la ornamentación y los nombres dados a las espadas son buenos indicios de la afición y el amor que las armas provocan en los seres humanos, máxime cuando no se renuncia a su funcionalidad. No lo olvidemos: el arte de la guerra es racional y su racionalidad no es antagonica respecto a la estética. Es decir, sin un proceder racional, un ejército sólo puede desembocar en la derrota, cuestión que está bastante clara desde la Antigüedad, como bien lo demuestra la obra de Sun Zi, al igual que las prestaciones que las bellas artes brindan a los guerreros para sobrellevar la tensión propia de la guerra. Aparte de todo lo dicho, la obra de Sun Zi, un filósofo metido a estratega militar, posee un rasgo que refleja así mismo el nexo existente entre funcionalidad y estética en lo tocante a la tecnología bélica, manifiesto en las notas a pie de página disponibles en la edición de Mestas. En efecto, a lo largo de las centurias, fue típico que filósofos y literatos chinos aportasen al tema, como son los casos de Tu Mu (803-853 d.C.), Chia Lin (618-907 d.C.) y Chiang Yu (960-1079 d.C.). Es decir, los chinos no escindían en forma tajante el ámbito marcial del pensamiento y las bellas artes. De manera que, si consideramos esta pista, estaremos mejor preparados para comprender el fenómeno de la guerra con el fin de humanizarla lo más posible, no tanto superarla a causa del hecho de que el cerebro del reptil, base misma de la territorialidad y la agresión, sigue siendo parte consustancial de nuestro cerebro. ■

Carlos Eduardo Sierra C. (Colombia)

Magíster en Educación Superior de la Pontificia Universidad Javeriana e Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor Asociado de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia y autor de publicaciones sobre bioética, historia de la ciencia y la tecnología y educación en medios de Colombia, Venezuela, México, Argentina, Estados Unidos, España y Gran Bretaña.

Bibliografía

- Bradbury, Jim (1999). *The Medieval Archer*. Suffolk: The Boydell Press.
- Bradbury, Jim (2005). *The Routledge Companion to Medieval Warfare*. New York: Routledge.
- Cervantes Saavedra, Miguel de (1999). *Don Quijote de la Mancha*. Bogotá: Intermedio Editores.
- Cowell, Andrew (2007). *The Medieval Warrior Aristocracy: Gifts, Violence, Performance and the Sacred*. Cambridge: D. S. Brewer.
- Chevedden, Paul E. (2000). "The Invention of the Counterweight Trebuchet: A Study in Cultural Diffusion". *Dumbarton Oaks Papers*, Vol. 54, pp. 71-116.
- DeVries, Kelly y Smith, Robert D. (2007). *Medieval Weapons: An Illustrated History of their Impact*. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Mitcham, Carl (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- Nicolle, David y Turner, Graham (2002). *Crécy 1346: Triumph of the Longbow*. Oxford: Osprey Publishing.
- Nicolle, David y Thompson, Sam (2008). *Medieval Siege Weapons (1): Western Europe AD 585-1385*. Oxford: Osprey Publishing.
- París, Carlos (2012). *Ética radical: Los abismos de la actual civilización*. Madrid: Tecnos.
- Quesada Sanz, Fernando (2001). "Fuego griego". *La aventura de la historia*, Año 3, N° 27, pp. 91-92.
- (2002). "Un arma diabólica: la ballesta medieval". *La aventura de la historia*, Año 4, N° 48, pp. 97-99.
- (2008). "El arco en el antiguo Egipto". *La aventura de la historia*, Año 11, N° 121, pp. 176-178.
- (2008). "Cañones gigantes, potencia real". *La aventura de la historia*, Año 11, N° 127, pp. 90-91.
- Settia, Aldo A. (1999). "Creadas para destruir". *La aventura de la historia*, Año 1, N° 6, pp. 78-83.
- Smith Chris (2003). *El Señor de los Anillos: Armas y batallas*. Barcelona: Minotauro.
- Tarver W. T. S. (1995). "The Traction Trebuchet: A Reconstruction of an Early Medieval Siege Engine". *Technology and Culture*, Vol. 36, N° 1, pp. 136-167.
- Tolkien, John Ronald Reuen (2002). *El Señor de los anillos*. Barcelona: Minotauro.
- Toms, Ron (2010). *The Big Book of Catapult and Trebuchet PLANS!* New Braunfels: RLT Industries.
- Turnbull, Stephen y Reynolds, Wayne (2001). *Siege Weapons of the Far East (1): AD 612-1300*. Oxford: Osprey Publishing.
- Vara Thorbeck, Carlos y García Aránguez, Luisa (2008). "Las normas del asedio: ¡Cercados!". *La aventura de la historia*, Año 10, N° 118, pp. 54-60.
- Vernet, Juan (2006). *Lo que Europa debe al Islam de España*. Barcelona: Acantilado.
- Zi, Sun (2010). *El arte de la guerra*. Madrid: Mestas Ediciones.