

ELS SISTEMES TECNOLÒGICS A LES GUERRES I ALS CONFLICTES ACTUALS

Pere Brunet Crosa

Catedràtic jubilat de la Universitat Politècnica de Catalunya i investigador del Centre Delàs d'Estudis per la Pau. pere@cs.upc.edu

Resum: En els sistemes militars que veiem a les guerres i als conflictes armats del segle XXI trobem una gran varietat de noves tecnologies relacionades amb la robòtica, l'ús d'Internet, els nous sistemes de posicionament i comunicació, la intel·ligència artificial i altres tecnologies. En aquest article presentem i caracteritzem els principals sistemes robòtics militars, les armes de resposta automàtica, els drons i vehicles no tripulats, els sistemes amb autonomia constructiva i els sistemes letals autònoms, així com les principals tècniques que estan sent utilitzades a les anomenades *ciberguerres*. Acabem amb algunes reflexions ètiques i amb alguns advertiments i propostes que ens arriben de la ciència.

Paraules clau: sistemes militars robòtics, drons, sistemes letals autònoms, ciberguerra, noves tecnologies militars, tecnologia i ètica, reptes globals.

TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN TODAY'S WARS AND CONFLICTS

Abstract: The military systems of the wars and armed conflicts of the 21st century are marked by a wide variety of new technologies related to robotics, the use of the Internet, new positioning and communication systems, artificial intelligence, and other technologies. In this article we present and characterize the main military robotic systems, automatic response weapons, drones and unmanned vehicles, systems with constructive autonomy, and lethal autonomous systems, as well as the main techniques that are being used in the so-called *cyberwars*. We end with some ethical reflections and some warnings and proposals based on science.

Keywords: military robotic systems, drones, lethal autonomous systems, cyberwar, novel military technologies, technology and ethics, global challenges.

1. Introducció

En els sistemes militars que veiem a les guerres i als conflictes armats del segle XXI trobem una gran varietat de noves tecnologies bàsicament relacionades amb la robòtica, amb l'ús d'Internet, amb els nous sistemes de posicionament i comunicació, i amb la intel·ligència artificial. Es tracta d'uns sistemes que estan canviant radicalment els plantejaments de les guerres i que afecten cada vegada més la població civil i el planeta.

En aquest article presentem i caracteritzem els principals sistemes robòtics militars, començant amb una reflexió sobre les noves guerres i continuant amb els sistemes militars no tripulats i els drons. Dediquem un apartat als sistemes d'atac a distància per totes les implicacions ètiques i legals que poden i podran tenir.

En un segon bloc tractem dels nous sistemes que fan un ús extensiu de les noves tecnologies d'Internet i d'intel·ligència artificial (IA), parlant dels ciberatacs i

les ciberguerres, dels problemes que pot comportar l'ús de la IA en sistemes de combat i de les noves armes autònomes.

Acabem amb una mirada a la situació d'Europa en aquest àmbit, parlant de diversos aspectes de l'anomenat *complex militar industrial*¹ que integra l'anomenada *recerca militar*, la fabricació europea d'armament i material de doble ús i el comerç d'armes. Abans de les conclusions, el darrer apartat presenta algunes reflexions ètiques, així com alguns advertiments i propostes que ens arriben des de la ciència.

1. El complex militar industrial dels diferents països és l'entramat que formen el sistema militar i la indústria militar, i que condiciona fortament les decisions dels governs. És un terme que va expressar per primera vegada el president Dwight Eisenhower en el discurs de traspàs de la presidència dels Estats Units a John F. Kennedy el gener de 1961. Vegeu, per exemple, William HARTUNG (2001), «Eisenhower's warning the military-industrial complex forty years later», *JSTOR, World Policy Journal* (en línia), vol. 18, 1, <<https://www.jstor.org/stable/40209730>> (consulta: 3 maig 2025).

2. Les noves guerres

Les guerres han anat canviant radicalment des de fa un segle a una velocitat mai vista fins ara, en una espiral d'interacció amb les tecnologies que les ha anat enfortint unes i altres i ha anat fent evolucionar els conflictes. També han anat canviant els escenaris de guerra, que han passat de concentrar-se en objectius militars i estratègics a atacs que acaben afectant greument la població civil no involucrada. Abans de la Primera Guerra Mundial, les guerres eren entre militars i la població civil en quedava més o menys al marge.² Però les guerres actuals ataquen zones urbanes, on els combatents es poden confondre entre la població civil. L'evolució és clara: a la Primera Guerra Mundial hi va haver entre un 42 % i un 59 % de víctimes civils, mentre que a la Segona Guerra Mundial els morts civils van ser entre un 60 % i un 75 %, i a les guerres actuals aquest percentatge arriba al 90 %.⁴

Com a resultat dels avenços tecnològics, les guerres han incorporat el concepte de *distància*, com veurem a l'apartat 4, de manera que una bona part d'atacs es planifiquen i fins i tot s'executen des de centenars o milers de quilòmetres del front. Això comporta una altra característica de les guerres actuals, que és la de ser *asimètriques*. Moltes vegades ja no hi ha «un camp de batalla», sinó sistemes armats automàtics o comandats a distància per l'agressor, que l'agredit es veu amb moltes dificultats per a contrarestar. De fet, es parla de tres tipus d'asimetries (Brunet *et al.*, 2019, p. 12): l'asimetria de mètodes, que consisteix en l'ús de conceptes operacionals o doctrines tàctiques diferents de les de l'adversari, o quan un no respecta les lleis o regles de la guerra; l'asimetria de mitjans o tecnològica, a causa de la diferència en tecnologia, quantitat i qualitat, i l'asimetria de voluntats, que es dona quan un dels blocs en conflicte veu que els seus interessos vitals estan compromesos i, com a conseqüència, està disposat a assumir més riscos i a fer més accions contra l'altre.

Aquestes guerres asimètriques i a distància són més barates econòmicament i podríem dir que més acceptables socialment, pel fet que redueixen de manera notable el nombre de baixes del bàndol que és superior en tecnologia (mentre que incrementen, això sí, les de la població civil atacada). En aquest sentit, hi ha el perill que acabin facilitant l'escalada dels atacs militars, entrant en espirals de violència tecnològica més descontrolades que mai. Fins i tot estem presenciant batalles entre sistemes militars sense intervenció humana, en el que entenc que podríem anomenar *combats entre màquines de guerra*. Ho veiem, per exemple, en els atacs amb drons que són contrarestats parcialment per sistemes de defensa antidron.

2. Vegeu, per exemple, <https://www.sabuco.com/historia/Impacto%20en%20la%20poblacion%20civil.pdf>.

3. Segons el *civilian casualty ratio*, https://en.wikipedia.org/wiki/Civilian_casualty_ratio.

4. Vegeu United Nations Meetings Coverage (maig 2022), <<https://press.un.org/en/2022/sc14904.doc.htm>>.

Ens trobem també les guerres híbrides, que involucren, a més dels estats, determinats actors armats no estatals o no públics, ubicats en la perifèria del sistema polític mundial i que en molts casos estan vinculats a un estat fallit. I les guerres invisibles, les que no ens expliquen, i en les quals els bàndols s'enriqueixen, sovint al Sud Global, amb el gran negoci de l'extracció de recursos i de l'activitat minera. Guerres invisibles que moltes vegades són híbrides, complexes i amb una multiplicitat d'actors i interessos.⁵

Però les noves guerres tenen també una part important de desinformació i de pràctiques de ciberguerra (Brunet *et al.*, 2019, p. 12-13),⁶ com veurem més endavant. Una desinformació intencionada que penetra a la societat civil de tots els bàndols, siguin del país que siguin, siguin més democràtics o menys, que difon «allò que s'ha de dir» i silencia el que no convé. Una manipulació informativa que ha aconseguit *militaritzar les ments* de les poblacions (Calvo, 2016), que acaben normalitzant l'ús de mètodes militars per a abordar els conflictes, d'acord amb mecanismes sofisticats basats en tecnologies de la informació i la comunicació.

En altres paraules, les tecnologies que veurem als apartats que segueixen han canviat totalment els escenaris bèl·lics al món.

3. Els sistemes militars robòtics. Els drons

Els robots són màquines automàtiques capaces de manipular objectes, executar operacions i fer moviments diversos segons un programa que pot ser modificable o adaptable. Poden anar equipats amb sensors per tal de detectar els senyals d'entrada i les condicions ambientals.⁷ Tot robot té, a més, un sistema de control i un o més actuadors, que són els que actuen sobre l'entorn per a fer-hi allò per al que han estat programats. La funció del sistema de control és la de comandar els actuadors a partir de la informació en temps real que rep dels sensors i de determinades informacions preestablertes que emmagatzema a la memòria digital. Els robots programables duen a terme tasques repetitives (com els robots industrials, que fan determinades funcions a les cadenes de producció en sèrie de vehicles), tot i que poden tenir sensors per a evitar, per exemple, situacions imprevistes de perill. Els robots autocontrolables, en canvi, tenen un nivell de programació prèvia més baix, la qual cosa els permet adaptar-se i poder actuar en entorns variables i fins i tot imprevisibles. Com a exemple, podríem parlar dels robots que poden caminar per terrenys abruptes o els que ajuden a vestir-se a persones en procés de recuperació posttraumàtica o dependents. El concepte

5. Per a una anàlisi i categorització de les guerres i dels conflictes armats, vegeu els informes de l'Escola de Cultura de Pau: <https://escolapau.uab.cat/ca/inicio/alerta-informe-sobre-conflictes-drets-humans-i-construccio-de-pau/>.

6. La ciberguerra és l'ús d'atacs informàtics junt amb actuacions econòmiques, publicitàries, de propaganda i d'altres, per a afectar econòmicament un altre país i per a influir en les seves opinions socials.

7. Vegeu <https://www.enciclopedia.cat/gran-enciclopedia-catalana/robot>.

de sistemes militars robòtics (o robotitzats) sorgeix quan els robots s'utilitzen dins l'àmbit militar.

Hi ha sistemes militars robòtics que podríem classificar com a clàssics, com els robots per a desactivar explosius i bona part dels sistemes de detecció de mines. Però aquí parlarem dels nous sistemes militars robòtics que han possibilitat el desenvolupament del que podríem anomenar *noves armes*. Els trobem, entre altres aplicacions militars, als sistemes de defensa aèria, als sistemes de protecció activa, a les municions guiades, a les armes robòtiques sentinella i als drons i vehicles no tripulats (Brunet *et al.*, 2019). També, en tots els sistemes de control dels *nous avions de combat*, que mostren una complexitat tecnològica notable, junt amb un impacte ambiental considerable.⁸

Els sistemes de defensa automàtica contra altres armes (principalment míssils i drons) són sistemes robòtics amb sensors preparats per a atacar de manera automàtica sistemes militars no tripulats. Els trobem en els equipaments de defensa aèria i en els sistemes antidron, i conformen un tipus d'armes en procés de clara expansió. Pel que fa als sistemes antidron, podríem parlar del sistema combinat FAAD C2⁹ de Northrop Grumman; del CLWS de Boeing, que usa un làser de 5 kW,¹⁰ o del sistema Ring ARM-V de l'empresa israeliana Regulus Cyber, que es pot integrar en vehicles blindats,¹¹ entre molts d'altres.

Les armes robòtiques sentinella, com les que trobem a zones desmilitaritzades de fronteres com la que hi ha entre Corea del Nord i Corea del Sud, disposen de sensors i estan preparades per a atacar de manera automàtica, normalment sota el control d'un operador humà. Com a exemple podem mencionar el sistema SGR A1 de Samsung.¹²

Tot i que els sistemes militars robòtics no tripulats més coneguts són els drons,¹³ trobem també una gran varietat

tant de vehicles terrestres no tripulats com de sistemes marítims sense operadors a bord.

Dins de la categoria de vehicles terrestres no tripulats podem esmentar, com a exemple, els UGV Themis de l'empresa Milrem Robotics (Estònia),¹⁴ que també formen part de l'equipament de l'Exèrcit de Terra de l'Estat espanyol. Són vehicles que fan les funcions dels tancs cuirassats, ja que eviten els riscos que podrien tenir-ne els tripulants. Els UGV Themis s'operen a distància, fins i tot des de milers de quilòmetres. En l'apartat dels vehicles marítims sense operadors a bord podem esmentar l'SCR Spayk de l'espanyola Sener, que pot arrossegat blancs marítims seguint una ruta prèviament fixada,¹⁵ o bé el sistema autònom naval turc d'atac Marlin,¹⁶ operat a distància i que pot suportar un pes total de 35 tones, així com el projecte de vehicle submarí militar de reconeixement Mare Vulpe de l'empresa catalana Iqua Robotics.¹⁷

Els drons de vigilància habitualment desenvolupen tasques d'intel·ligència, vigilància i reconeixement i responen a la sigla en anglès ISR (*intelligence, surveillance and reconnaissance*), 'intel·ligència, vigilància i reconeixement'. Disposen de sensors i càmeres tant òptiques com d'infraroig que permeten preparar les operacions que posteriorment portaran a terme els drons armats de combat. Com a exemple, podríem esmentar els grans MQ-9 de General Atomics¹⁸ o el sistema MCL Viper de SpearUAV (Israel).¹⁹ La família Viper 300 inclou funcionalitats ISR, juntament amb munió per a atacs de precisió i sistemes de guerra electrònica. I recentment estem començant a veure drons de reconeixement propulsats per plaques solars a les ales i que poden volar a gran altura de manera ininterrompuda durant llargs períodes. En aquest sentit, podem parlar del dron K1000U-LE de Kraus Hamdani per a l'exèrcit dels Estats Units (EUA),²⁰ del dron Atmos de Kea Aerospace²¹ a Nova Zelanda o del Qimingxing-50 de la Xina.²²

8. Els nous avions de combat F-35A consumeixen al voltant de 5.600 litres de gasolina per hora, molt més que els 3.500 litres per hora dels F-16 que estan substituint. Aquest fet, degut a les seves noves prestacions, implica un impacte ambiental important. Cal tenir en compte que cada litre de gasolina d'aviació es converteix en una quantitat de CO₂ emès a l'atmosfera que oscil·la entre 3,05 i 3,16 quilos. Per tant, els nous F-35A emeten al voltant de 17,36 tones per hora de CO₂. Mark AKKERMAN *et al.* (2022), *Climate collateral* (en línia), informe del TNI, <<https://www.tni.org/en/publication/climate-collateral>> (consulta: 3 maig 2025).

9. Vegeu <https://cdn.northropgrumman.com/-/media/wp-content/uploads/Forward-Area-Air-Defense-Command-and-Control-FAAD-C2-Infographic.pdf?v=1.0.0>.

10. Vegeu <https://www.boeing.com/defense/missile-defense/directed-energy>.

11. Vegeu <https://www.israeldefense.co.il/en/node/58240>.

12. El robot SGR-A1 va ser desenvolupat conjuntament per Samsung Techwin (ara Hanwha Aerospace) i la Universitat de Corea per a ajudar les tropes de Corea del Sud a la Zona Desmilitaritzada de Corea. Té un sistema integrat que inclou vigilància, seguiment i atac. Vegeu, per exemple, <https://www.lavanguardia.com/vida/20191231/472650187646/killer-robots-ataque-drones-inteligencia-artificial-armas.html> i també https://ca.wikipedia.org/wiki/Samsung_SGR-A1.

13. Per exemple, alguns dels drons usats a la guerra d'Ucraïna són el Punisher de l'empresa ucraïnesa UA Dynamics, amb una envergadura de només 2,5 metres i que pot volar durant hores a uns 400 metres d'altura, el Switchblade 600 d'AeroVironment (EUA), dron kamikaze petit i portàtil que xoca contra els objectius per a destruir-los amb un explosiu, i els drons de combat Bayraktar TB2 i TB3 (Turquia, Baykar

Technologies). D'altra banda, hi ha els Zala Artic, Zala Kyb i Zala Lancet de la russa Kalàixnikov. El Switchblade i el Bayraktar són drons d'atac molt usats en exèrcits de tot el món.

14. UGV Themis: <https://milremrobotics.com/defence/>.

15. SCR Spayk: <https://scrdrones.com/producto-item/spayk-ii/>.

16. Vegeu <https://www.defensa.com/defensa-naval/marlin-buque-autonomo-ataque-altas-prestaciones-disenado-turquia>.

17. Vegeu <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/5101236/defensa-encarga-catalana-iqua-robotics-desarrollo-submarino-no-tripulado?>. El Mare Vulpe es basa en el submarí no tripulat Sparus de la mateixa empresa: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/4825248/armada-pone-prueba-nuevo-uuv-sparus-ejercicio-guerra-minas-baleares>.

18. Comparació entre el MQ-9 Predator Reaper i el MQ-9 SkyGuardian: <https://www.skai.gr/sites/default/files/attachments/2019-12/European%20Maritime%20Flight%20Demo%20-%20Aircraft%20and%20Scenarios.pdf>.

19. Dron MCL Viper de SpearUAV: <https://spearuav.com/viper-family/mcl/>.

20. Vegeu <https://www.defensenews.com/land/2024/10/30/us-army-buys-long-flying-solar-drones-to-watch-over-pacific-units/> i també <https://khaero.com/>.

21. Vegeu <https://www.keaerospace.com/> i també https://www.infodron.es/texto-diario/mostrars/5095066/kea-aerospace-da-gran-salto-hacia-estratosfera-volando-dron-atmos-6000-pies?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%20www.infodron.es.

22. Vegeu <https://www.infodron.es/texto-diario/mostrars/3880663/uav-chino-qimingxing-50-impulsado-energia-solar-realiza-exito-primer-vuelo>.

Dins les *armes guiades o preprogramades per operadors* podríem incloure tant les bombes guiades per làser, com ara les JDAM (de l'anglès *joint direct attack munition*), 'munició d'atac directe conjunt', com les dirigides per satèl·lit. En el cas de les bombes guiades per làser (figura 1, superior), un operador a terra o des de l'aire «marca» l'objectiu senyalant-lo amb un làser. El sistema actiu de vol de la bomba detecta la marca feta amb làser i fa que la bomba s'hi dirigeixi. Les bombes JDAM estan preprogramades amb les coordenades GPS de l'objectiu que s'ha de destruir, però, tot i que tenen un marge petit d'error, no és possible canviar aquestes coordenades quan la bomba ja ha estat llançada. En tot cas, i a banda d'alguns sistemes com el Hellfire II dels Boeing AH-64D Apache Longbow, que es dirigeixen per radar, les bombes que més es fan servir són les guiades per làser, les guiades per satèl·lit i les híbrides.²³ Les bombes guiades per satèl·lit es guien per senyals GPS i es dirigeixen a objectius de localització geogràfica preprogramada. En alguns casos, les bombes incorporen una llista de posicions geogràfiques alternatives que s'han programat abans de disparar-les i els operadors poden canviar d'una posició a una altra durant el vol cap a l'objectiu. En cas de pèrdua de senyal GPS o d'interferències, algunes bombes híbrides de tipus JDAM poden passar a vol inercial amb la pèrdua consegüent de precisió però sense haver d'avortar la missió. D'altra banda, les bombes híbrides LJDAM (de l'anglès *laser joint direct attack munition*), 'munició d'atac directe conjunt làser', poden passar a guiar-se per làser quan el senyal GPS és problemàtic. El míssil Tomahawk, per exemple, ha anat evolucionant des de fa cinquanta anys, de manera que la versió actual, el Tomahawk Block IV, inclou guiatge per GPS i satèl·lit.²⁴

Finalment, hem de mencionar els *drons de combat*, que disposen d'armes per a l'atac, com el Punisher de l'empresa ucraïnesa UA Dynamics, amb una envergadura de només 2,5 metres i que pot volar durant hores a uns 400 metres d'altura; el Switchblade 600 d'AeroVironment (EUA), dron kamikaze petit i portàtil que xoca contra els objectius per a destruir-los; els drons de combat Bayraktar TB2 i TB3 (Turquia, Baykar Technologies); el dron rus S-70 Okhotnik, que interacciona amb l'avió de combat Su-57,²⁵ o els Zala Artic, Zala Kyb i Zala Lancet de la russa Kalàixnikov, entre molts d'altres. A Brunet *et al.* (2019) es pot trobar una categorització més extensa d'aquests drons, cada cop més utilitzats a les guerres i als conflictes armats actuals.

4. Els sistemes d'atac a distància

Molts d'aquests drons es comanden des de bases que es troben lluny, d'una manera o altra. La figura 1 mostra, a més de les bombes guiades per làser ja comentades, un esquema del funcionament dels drons que ronden i un eixam de drons.

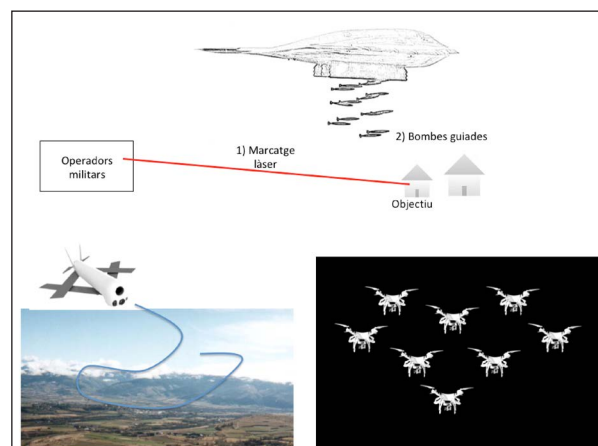


FIGURA 1. A dalt, bombes guiades per làser. A sota, esquema operatiu d'un dron que ronda i d'un eixam de drons.

FONT: Elaboració pròpia a partir d'imatges lliures de drets incloses a Brunet *et al.* (2019).

En el cas dels drons de combat controlats a distància, l'operador controla i gestiona el vol i l'operativa del dron des d'una base d'operacions que es pot trobar a centenars o milers de quilòmetres de distància, mentre observa, en diverses pantalles, el que veuria des de la cabina de vol així com altres imatges de l'entorn. Entre els drons controlats a distància actuals podem esmentar els ja mencionats UGV Themis, el de combat naval Marlin o els MQ-9 Reaper²⁶ i MQ-9B SkyGuardian de GA-ASI. En tot cas, els operadors militars que miren les pantalles, analitzen la situació i donen ordres d'atac; ho fan d'una manera no gaire diferent de la dels jocs per ordinador. Són militars que fan la guerra per torns laborals de manera que, acabat el torn, tornen a la seva vida de cada dia. Tot això genera un greu distanciament psicològic i moral respecte dels seus actes. De fet, com indica Medea Benjamin, quan les operacions militars es porten a terme a través del filtre d'una càmera de vídeo llunyana, la possibilitat de contacte visual amb l'enemic desapareix, de manera que la percepció dels danys d'un possible atac a persones disminueix.²⁷ La desconexió i la distància creen un entorn en què és més fàcil cometre atrocitats.

D'altra banda, tenim els drons que ronden (*loitering drones*, en anglès). Aquests són drons semiautònoms que poden ser de reconeixement o de reconeixement i atac. En els dos casos, el seu interès rau en el fet que no van di-

23. Vegeu Andrea FARRÉS *et al.* (2022), *La necessitat i la possibilitat de prohibir les armes explosives* (en línia), informe 57, Centre Delàs d'Estudis per la Pau, p. 22, <<https://centredelas.org/publicacions/prohibirlesarmesexplosives/>> (consulta: 3 maig 2025).

24. Els EUA han usat més de 1.600 míssils Tomahawk a l'Iraq, Bòsnia, Sèrbia, l'Afganistan i Síria. Vegeu John R. HOEHN (2021), *Report 45996 del Congressional Research Service, Precision-Guided Munitions: Background and Issues for Congress* (en línia), <<https://sgp.fas.org/crs/weapons/R45996.pdf>> (consulta: 3 maig 2025).

25. Per a més informació, vegeu <https://galaxiamilitar.es/rusia-combina-la-potencia-del-uav-de-ataque-pesado-s-70-y-del-caza-furtivo-mas-moderno-su-57/>.

26. Dron MQ-9 Reaper: <https://www.dote.osd.mil/Portals/97/pub/reports/FY2014/af/2014mq9reaperuas.pdf?ver=2019-08-22-110545-110>.

27. Vegeu Andrea FARRÉS *et al.* (2022), p. 23.

rigits a un objectiu prefixat, sinó a una zona geogràfica que és la regió objectiu. Els drons que ronden van volant per la regió assignada, vagarejant i captant informació de tot el que troben. En el cas dels de reconeixement, simplement la comuniquen (en temps real o no) a la base. Però quan són d'atac, el sistema de decisió pot activar (seguint o no les ordres de l'operador segons el seu grau d'autonomia) els sistemes d'armament.²⁸ En aquesta categoria dels drons que ronden tenim els ja comentats Switchblade 600²⁹ i MCL Viper 300, però també el Harop israelià,³⁰ el dron kamikaze Izdeliye 53³¹ de la companyia russa Zala Aero (subsidiària del grup Kalàixnikov) i els iranians Shahed³² 129 i 136 inspirats en els MQ-9, que tenen una autonomia de 24 hores i una envergadura de 16 metres.

Finalment, els eixams de drons són conjunts de desenes, centenars o milers de minidrons que actuen coordinadament gràcies a un sistema específic de comunicació que possibilita la interacció entre ells. També poden ser armats, de reconeixement o eixams que ronden (Brunet *et al.*, 2019). El seu interès ve de la possibilitat de fer tasques de reconeixement i atac en paral·lel, de la coordinació entre els seus moviments i accions, i de la dificultat d'atacarlos, ja que tot subconjunt de drons de l'eixam pot acabar fent les mateixes tasques que feia l'eixam complet abans de ser atacat i de perdre alguns dels drons. Els eixams de drons són objecte de recerca per part de diversos països, i també són candidats potencials a incloure capacitats autònomes. El projecte *nano-Unmanned Aerial Systems* (nUAS) del Regne Unit va en aquest sentit.³³ I, de fet, la recerca sobre eixams de drons militars està entrant en una nova fase, definida per l'autonomia, els atacs que saturen les capacitats defensives del contrari i l'augment de la precisió en els atacs.

28. Per a més informació sobre els drons que ronden (Loitering Munitions), vegeu, per exemple: <https://dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf>.

29. Switchblade 600: <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>.

30. Dron Harop: <https://www.iai.co.il/p/harop>.

31. Dron Izdeliye-53: <https://armyrecognition.com/news/army-news/2023/russia-introduces-izdeliye-53-z-53-kamikaze-drones-with-automatic-guidance-system>.

32. Vegeu, per exemple, <https://www.iranwatch.org/iranian-entities/shahed-aviation-industries>. Vegeu també https://www.infodron.es/texto-diario/mostrar/3912352/rusia-lanza-drones-kamikaze-iranis-sur-ucrania?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%20www.infodron.es.

33. Segons els seus responsables, el projecte nUAS afegeix capacitat, protecció de força, intel·ligència, vigilància i capacitats de reconeixement. La intenció en el futur és afegir capacitat d'atac de precisió. Segons expliquen, «això ajudarà en la nostra capacitat d'atac i ens farà més letals a distància, cosa que protegirà les nostres forces i les nostres persones». En el seu sistema Atlas, un operador controla quatre drons en una tauleta i indica tasques manuals individuals de missió. D'altra banda, en el sistema Elbit, l'operador s'encarrega de sis drons i crea missions autònomes. L'operador pot encarregar fins a sis drons d'una flota la mateixa missió o diverses missions per a completar tasques diferents. Vegeu <https://www.army.mod.uk/news/british-army-carries-out-successful-swarming-drone-capability/>.

Almenys onze estats han anunciat programes militars lligats als eixams de drons: Armènia, la Xina, França, l'Índia, Israel, Holanda, Rússia, Espanya, Sud-àfrica, Corea del Sud i els Estats Units. El maig de 2021, Israel va utilitzar un eixam de drons Legion-X d'Elbit Systems en un combat contra Hamàs, amb drons que cercaven objectius i transmetien informació a l'exèrcit d'Israel. I el febrer de 2024, Geoscan, un fabricant rus de drons, va llançar al mercat un kit d'eixam de drons per a principiants que proporcionava deu quadricòpters per a practicar amb algorismes d'intel·ligència cooperativa de l'eixam.³⁴

5. La ciberguerra

D'altra banda, estem assistint a una diversificació dels models de combat, de manera que els mètodes tradicionals es complementen amb mesures polítiques, econòmiques, publicitàries i fins i tot d'interferència electoral. Són actuacions de ciberguerra que, combinades, poden prendre la forma de ciberatacs, manipulacions a les xarxes socials i mètodes de pressió econòmica per tal de desestabilitzar l'opinió pública de l'adversari.³⁵ Ho sabem gràcies a persones com Edward Snowden, que el 2014 va filtrar a la premsa documents que revelaven un entramat complex d'agències d'intel·ligència a nombrosos països occidentals que havien establert un sistema de vigilància global i que recopilaven dades, documents i comunicacions de tota mena, amb programes secrets de vigilància massiva que trencaven la seguretat dels sistemes operatius (Brunet *et al.*, 2019, p. 13).

Molts estats estan desenvolupant capacitats de ciberguerra dins de les seves estratègies de defensa i seguretat, tant ofensives com defensives. Podem dir que les armes cibernètiques no són objectes físics, sinó elements funcionals que realitzen accions amb determinades finalitats preestablertes.

Els ciberatacs poden incloure (Brunet, 2022):

- Els atacs als sistemes econòmics de determinades empreses i grans organitzacions, com el que va patir el 2017 el sistema nacional de salut del Regne Unit.

- La propaganda, la desinformació i la influència a l'opinió pública a través de les xarxes socials, utilitzant identitats inexistents i transmetent missatges tendenciosos. L'empresa Cambridge Analytica va utilitzar el perfil psicològic de 220 milions de ciutadans dels Estats Units per a enviar-los falsos missatges electorals personalitzats, a més d'influir en més de 200 processos electorals a tot el món.

- L'espionatge, com el que va patir la cancellera Angela Merkel el 2014 per part de l'agència NSA dels Estats

34. Per a una anàlisi més detallada vegeu, per exemple, <https://mwi.westpoint.edu/swarm-clouds-on-the-horizon-exploring-the-future-of-drone-swarm-proliferation/>.

35. I que fins i tot poden arribar a actuacions coordinades amb la ciberdelinqüència, amb el crim organitzat o amb moviments subversius i terroristes.

Units, els enregistraments (fets per la mateixa NSA) de converses a les Bahames, Kenya, les Filipines, Mèxic o l'Afganistan o les del sistema israelià Pegasus de l'empresa NSO, que aprofita vulnerabilitats per a infiltrar-se als telèfons mòbils.

— El sabotatge a sistemes militars com drons, sistemes de combat i de comunicació, però també a infraestructures civils d'energia, aigua, combustibles, transport i comunicacions. Aquestes accions es duen a terme mitjançant atacs cibernètics als sistemes informàtics de control de les instal·lacions objectiu.

— Els atacs cibernètics per sorpresa, que poden ser de diversos tipus. Els de *negació de serveis* (DoS, de l'anglès *denial of services*) solen bloquejar un determinat servei mitjançant l'estratègia de saturar sobtadament el servidor informàtic amb milions de peticions simultànies enviades des de moltíssims punts del planeta. Els *troians* són programes i aplicacions aparentment inofensius que poden arribar com a adjunts a correus electrònics, que s'instal·len als ordinadors i que després poden fer accions d'espionatge, bloqueig, modificació o esborrament de dades. Altres atacs cibernètics inclouen els sistemes de *segrest de dades* (en anglès, *ransomware*), que s'introdueixen als ordinadors de manera semblant als troians per a, després d'un temps de repòs o hibernació, encriptar i bloquejar l'accés a la informació, que únicament es pot recuperar després de pagar un rescat, o bé *els sistemes de tipus enregistrator de teclat* (en anglès, *keylogger*), que registren les pulsacions del teclat per a capturar contrasenyes.

Una característica comuna a totes aquestes tècniques de ciberatac és que habitualment usen recursos existents a Internet que poden ser de codi obert,³⁶ amb eines de programari que en molts casos tenen una complexitat no excessiva. En molts casos, a més, encara que les infraestructures objectiu estiguin dotades de grans mesures de seguretat, els sistemes ciberatacants detecten i aprofiten els errors humans que de tant en tant es produeixen i que generen esclatxos que obren temporalment la porta als atacants.

La ciberguerra i els ciberatacs es fan amb eines immaterials, tenen per tant un cost econòmic baix i poden ser molt destructius. Els tenim aquí, i hi haurem de conviure.

6. Els sistemes basats en intel·ligència artificial

Quan parlem d'intel·ligència artificial (IA), ens referirem a aplicacions informàtiques dissenyades per a intentar actuar de manera similar a les persones humanes en àmbits específics. Observem que es tracta d'actuar, no de pensar o raonar, i que es tracta de fer-ho en àmbits molt concrets. Una IA dissenyada per a millorar fotos no serveix en traducció ni viceversa.

36. Hi ha un debat, des de diferents perspectives, sobre el fet que el codi obert pot ajudar el terrorisme. Vegeu, per exemple, <https://www.nature.com/articles/s41599-024-03597-y>, o bé https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-47671-1_2.

Després de l'aparició, a les darreres dècades del segle xx, dels algorismes d'IA basats en coneixement i regles, aquests anys del segle xxi la IA s'ha anat materialitzant bàsicament en els nous sistemes anomenats d'*aprenentatge profund* o d'*IA basada en dades*. Aquesta IA basada en dades treballa en dues fases: la primera d'aprenentatge o entrenament i la segona d'ús (en alguns casos, ambdues fases interaccionen de manera que els sistemes continuen aprenent durant l'ús). La primera és altament costosa i laboriosa i requereix una gran potència de càlcul, mentre que la segona es pot executar en ordinadors personals o telèfons mòbils i és eficient i ràpida. La fase d'aprenentatge és invisible, lenta i desconeguda, mentre que la d'ús sembla gairebé trivial si oblidem el volum de treball preparatori d'entrenament (López de Mántaras i Brunet, 2024). Podríem comparar-les amb el procés d'aprenentatge dels nadons i amb el moment en què ja comencen a parlar.

Veiem una onada d'entusiasme amb la IA a moltes àrees de l'activitat humana, i la veritat és que ens pot ser útil en molts casos, com explica Ramon López de Mántaras (2023a). Però aquests sistemes no tenen coneixements de sentit comú i, a més, els sensors que puguin tenir ni «perceben» la realitat ni hi poden interactuar. No poden gestionar situacions imprevistes ni aprendre a partir de l'experiència (López de Mántaras, 2020). Durant els primers anys de vida, el cervell dels infants va madurant sobre la base de la interacció constant amb l'entorn i les persones. Els sistemes d'IA, en canvi, es nodreixen d'informació congelada en el temps, freda i descontextualitzada (López de Mántaras 2023b). Això dona lloc a diferents tipus de problemes que cal tenir en compte si se'n vol fer un ús correcte³⁷ (López de Mántaras i Brunet, 2024):

1) L'aprenentatge als sistemes d'IA és imperfecte i esbiaixat, ja que és impossible disposar de conjunts de dades totalment imparcials.

2) Els sistemes d'IA s'equivoquen, amb un percentatge d'error intrínsec que depèn del tipus de problema, de la qualitat de les dades d'aprenentatge, de l'estructura de la xarxa neuronal i de la qualitat del procés d'entrenament, però que mai és nul.

3) La IA és una caixa negra i els seus resultats no són explicables, ni per part dels experts. Com que no ho són, la rendició de comptes es fa gairebé impossible.

4) L'entrenament dels sistemes d'IA és molt costós en termes ecològics i d'energia (Brunet, 2025).

I, de fet, podem parlar de la caracterització que mostra la figura 2:

37. Vegeu també la crònica de la conferència impartida a UManresa el desembre de 2024 per Ramon López de Mántaras: <https://www.umanresa.cat/es/comunicacion/noticias/el-experto-ramon-lopez-de-mantaras-ofrece-una-vision-critica-de-la-ia-en>.

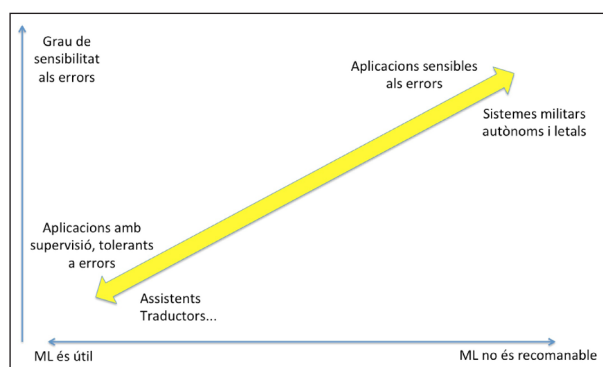


FIGURA 2. Utilitat de la IA basada en xarxes neuronals i aprenentatge profund (ML, de l'anglès *machine learning*) d'acord amb el grau de sensibilitat als errors que tenen diferents possibles aplicacions.

FONT: Elaboració pròpia.

A la figura 2 veiem que podem classificar les aplicacions que usen tècniques d'IA entre les que són tolerants als errors (traductors, sistemes de millora de fotografies, assistents publicitaris, etc.) i les que no. En els primers casos, la IA ens pot ser útil (López de Mántaras, 2023a) tot i que és recomanable supervisar-ne els resultats. Altres aplicacions, com les de l'àmbit de la diagnosi i intervencions en medicina, són molt sensibles als errors en els resultats i requereixen forçosament que un expert els validi i se'n faci a la vegada responsable. L'ús no supervisat (o poc) dels sistemes d'IA en aquests casos no pot ser acceptable des d'una perspectiva ètica,³⁸ tot i que és el que passa en un bon nombre d'aplicacions militars i de combat.³⁹

Incidint en aquest darrer cas, veiem que els sistemes d'IA militars que Israel ha anat perfeccionant des de 2021 i que utilitza per a detectar i localitzar presumptes membres de Hamàs a Gaza⁴⁰ es basen com a mínim en tres components: el sistema «Lavanda» (*Lavender*, en anglès), l'«Evangeli» (*Gospel/Habsora*) i «On és el papa» (*Where's Daddy*). El primer parteix d'informació personal i de dades sobre l'activitat a Internet i xarxes socials dels més de dos milions de palestins que viuen a Gaza i els acaba assignant a la majoria un índex personal que estima la probabilitat que sigui un combatent, amb un valor entre 0 i 100. L'objectiu del segon, que utilitza, entre d'altres, informació sobre trucades de mòbil, imatges de satèl·lit i de drons, és el de detectar i marcar edificis sospitosos. El tercer parteix de la llista de sospitosos donada pel sistema Lavanda i envia una alerta quan la persona seleccionada entra per la porta de casa seva, cosa que dona llum verd per a bombardejar la

casa.⁴¹ Durant el seu ús hi ha hagut supervisió humana, però Yuval Abraham explica que aquesta supervisió no durava més de vint segons per cada cas concret,⁴² tot i que els operadors militars sabien que el sistema comet el que es consideren «errors» aproximadament en el 10% dels casos, ja que marca erròniament persones que només tenien una connexió fluixa amb grups militants o que no hi tenien cap connexió. També explica i esmenta les declaracions d'un oficial d'intel·ligència d'Israel que deia fa poc que «no hem de malgastar bombes cares amb persones sense importància, és molt car per al país i les bombes són escasses», mentre que un altre afirmava que a la guerra no hi ha temps per a analitzar bé tots els objectius, i que per tant cal arriscar-se a atacar [gent innocent] per error, als danys col·laterals i a matar civils. Segons les fonts mencionades per Yuval Abraham, el sistema Lavanda va arribar a incloure 37.000 homes (les dones queden excloses de la selecció) a la llista de persones suposadament pertanyents a Hamàs que calia eliminar. D'acord amb les afirmacions d'aquestes mateixes fonts, als sospitosos se'ls mata a casa seva, en part, perquè «des del punt de vista de la intel·ligència militar és més fàcil marcar les cases familiars mitjançant sistemes automatitzats».⁴³

7. Els sistemes letals autònoms

Fins aquí hem vist tecnologies d'atac que són inertes i no incorporen sistemes per a la decisió sobre els seus objectius (les bombes tradicionals, per exemple), sistemes programats o guiats per control remot (les bombes guiades per làser), sistemes automatitzats com les armes robòtiques sentinella a certes zones de frontera que podríem anomenar *heurístics* perquè els algorismes que en controlen les actuacions depenen de paràmetres ajustables que els operadors militars poden anar corregint i adaptant,⁴⁴ i

41. Segons una investigació rigorosa del periodista i cineasta Yuval Abraham que es va publicar a la revista +972. Vegeu l'article a <https://www.972mag.com/lavender-ai-israeli-army-gaza/>.

42. Tots els sistemes d'IA s'equivoquen, els traductors, els generatius, els de diagnosi mèdica i els militars. Per això supervisem els resultats de les traduccions, i per això èticament no podem acceptar aquests sistemes d'IA militar cruels i deshumanitzats que s'utilitzen mecànicament i sense una supervisió suficient. Perquè en vint segons no es pot decidir si a una persona se la mata o no. Vint segons dramàtics durant els quals, a més, els operadors militars estan sotmesos al conegut biaix d'automatització, aquesta tendència innata que tenim a donar per bo el que ens proposa una màquina. Si el percentatge estimat d'error a Lavanda és d'un 10% de falsos positius, com diu Yuval Abraham, això implica que l'exèrcit d'Israel va incloure erròniament de l'ordre de 3.700 civils a la llista d'objectius, amb el resultat que se'ls va acabar assassinant a ells junt amb els familiars, dones i nens que els acompanyaven.

43. Vegeu la nota 41, referent a l'article del periodista i cineasta Yuval Abraham que es va publicar a la revista +972.

44. Es diu que un sistema és heurístic quan el seu comportament depèn de paràmetres que cal anar ajustant. En el cas de les armes sentinella de les fronteres, aquests paràmetres poden incloure la mida d'allò que les càmeres detecten, la velocitat i les característiques del seu moviment, la proximitat al terra i d'altres.

38. Vegeu LUC STEELS i RAMON LÓPEZ DE MÁNTARAS (2018), *The Barcelona declaration for the proper development and usage of artificial intelligence in Europe* (en línia), <<https://repositori.upf.edu/items/c6477fd9-dfe2-411c-8977-257cd4f680ad>> (consulta: 3 maig 2025).

39. Vegeu, per exemple, l'entrevista de Lluís Amiguet a Helga Nowotny (*La Vanguardia*, La Contra, 26-3-2024, <https://www.lavanguardia.com/lacontra/20240326/9582317/inteligencia-artificial-esta-cambiando-mundo-guerra.html>).

40. Vegeu la Tribuna de *La Vanguardia* del 7-4-2024. «La IA en mans d'humans sense humanitat»: <https://www.lavanguardia.com/internacional/20240407/9589382/ia-manos-humanos-humanidad.html>.

els sistemes basats en vehicles no tripulats, siguin marí-tims, terrestres o aeris (drons).

Els vehicles no tripulats, i en particular els drons, inclouen sensors, sistemes de control, components de subministrament d'energia (bateries elèctriques o dipòsit de combustible), sistemes de navegació i propulsió (motors, hèlix, alerons, etc.), sistemes de comunicació i actuadors. Els sensors solen ser càmeres òptiques i càmeres d'infraroig, a més d'un sistema GPS. Els sistemes de control gestionen tant la navegació com els actuadors, d'acord amb algorismes automàtics o en funció de les instruccions que reben dels operadors que es troben a terra a través del sistema de comunicacions (algunes vegades també usen informació de satèl·lit) i enviant a més la informació dels sensors (imatges, posicionament GPS) a la base. La gestió dels actuadors només existeix en el cas de drons d'atac (no en el cas de drons ISR) i comporta l'activació de les armes o dels explosius que el dron pugui portar.

	Característiques	Problemàtica	Exemple	Nota
Armes robòtiques sentinella	Automàtica	Cal supervisió	SGR-A1	13
Vehicles de terra no tripulats	Comandat dist.	Distància	UGV Themis	15
Vehicles navals no tripulats	Comandat dist.	Distància	Marlin	17
Drons de reconeixement (ISR)	Sensors, ISR	Baixa	MCL Viper	20
Drons ISR de gran autonomia	Sensors, solar	Baixa	K1000ULE	21
Armes guiades	Làser o satèl·lit	Distància	Tomahawk	25
Sistemes antidron	Automàtic o no	Baixa	Ring ARM-V	12
Drons d'atac comandats a distància	Comandat dist.	Distància	MQ-9 Reaper	27
IA de suport als atacs	IA, distància	Baixa automatitz.	Lavender	42
Drons amb autonomia constructiva	Hi pot haver control humà en l'ús (on) o no (out)	Baixa d'automatització cas on o greus problemes ètics out	Harop	31
Drons d'atac que ronden			Switchblade	30
Eixams de drons d'atac			nUAS	34
Grans drons d'atac			Bayraktar TB-3	14
			Sukhoi S-7034	48

FIGURA 3. Resum i classificació dels sistemes militars robòtics. En cada cas n'indiquem el tret característic, la problemàtica que poden presentar, un exemple i la seva corresponent nota a peu de pàgina. El primer apartat inclou els sistemes robòtics més clàssics, tant de reconeixement com d'atac; la problemàtica d'aquest tipus de sistemes o és baixa o es relaciona amb la de la seva operació a distància; vegeu la nota 28. El segon apartat inclou els sistemes d'atac comandats a distància que hereten la mateixa problemàtica, així com els sistemes d'IA de suport als atacs. Finalment, el tercer apartat inclou els drons amb autonomia constructiva en els quals la problemàtica ètica depèn de si hi ha control durant l'ús (situació *sobre*) per part dels operadors militars o no (situació *fora*).
FONT: Elaboració pròpia.

En tot cas, i com mostra la figura 3, podem classificar les armes actuals en funció de si tenen o no autonomia constructiva i de com s'utilitzen. Les armes sense autonomia constructiva es basen en sistemes automatitzats, com ja hem comentat. En canvi, les que sí que tenen autonomia constructiva han estat dissenyades per tal de poder actuar sense intervenció humana en totes les fases d'un atac, i incorporen sistemes d'IA amb tècniques d'aprenentatge profund en els processos de decisió (Brunet *et al.*, 2019). Ara bé, l'autonomia d'aquestes armes durant un combat depèn del grau d'intervenció humana, que pot ser del tipus *dins el circuit* (en anglès, *in the loop*), *sobre el circuit* (en anglès, *on the loop*) o bé *fora del circuit* (en anglès, *out of the*

loop).⁴⁵ En el primer cas (*dins*) l'arma o sistema d'atac n'informa els operadors militars, que són els qui deliberen, decideixen si cal atacar l'objectiu i donen les ordres d'atac. En el segon cas (*sobre*), el sistema d'atac proposa destruir un determinat objectiu i espera un temps (limitat) durant el qual els operadors militars remots poden enviar l'ordre d'avortar l'operació d'atac. Però en el darrer cas (*fora*), l'arma o el sistema d'atac passa a destruir l'objectiu sense que hi hagi cap intervenció humana. És en aquest cas d'autonomia d'ús que parlem d'armes autònomes i, concretament, de sistemes letals autònoms (LAWS, de l'anglès *lethal autonomous weapons*).

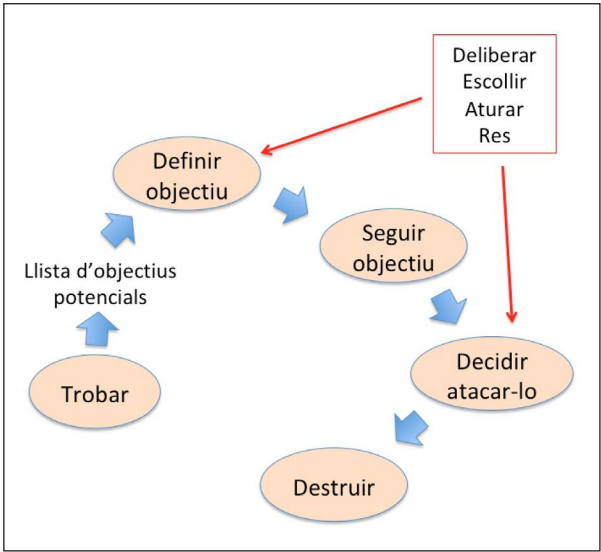


FIGURA 4. Tasques en un sistema d'atac i armes autònomes.
FONT: Elaboració pròpia.

Això és el que mostra la figura 4. En el procés d'un atac militar, la primera fase és la de trobar objectius potencials i confeccionar-ne una llista. En una segona fase, s'analitzen aquests objectius potencials per tal de definir l'objectiu concret que s'ha d'atacar. Tot seguit se'l va seguint i, en un moment, es decideix atacar-lo i finalment destruir-lo. A les dues tasques més crítiques, la de definir l'objectiu i la de decidir atacar-lo, la intervenció humana pot ser a diferents nivells: que hi hagi un procés deliberatiu per a definir, escollir i decidir atacar l'objectiu (cas de *dins*), que hi hagi la possibilitat d'aturar l'atac (cas *sobre*) o que l'arma, en el cas de ser autònoma, actuï sense cap intervenció humana (*fora*). Aquest darrer cas inclou els sistemes antidron que ataquen ginyes militars no tripulats i les armes letals autònomes.

Entre els nombrosos sistemes actuals de combat que tenen autonomia constructiva i que, per tant, poden tenir

45. Vegeu Vincent BOULANIN i Maaïke VERBRUGGEN (2017), *Mapping the development of autonomy in weapon systems* (en línia), Estocolm, SIPRI, <https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-11/siprireport_mapping_the_development_of_autonomy_in_weapon_systems_1117_1.pdf> (consulta: 3 maig 2025).

capacitats autònomes letals (LAWS) podem esmentar els ja comentats Switchblade (EUA), els Harop i Harpy (Israel), el Sukhoi S-70 (Rússia)⁴⁶ o el Bayraktar TB-3 (Turquia).

8. Europa, la tecnologia militar i el comerç d'armes

Europa es militaritza. Per primera vegada a la història de la Unió Europea (UE), Europa finança el desenvolupament de productes i tecnologia estrictament militars amb pressupostos de la Unió. El Fons Europeu de Defensa (FED) té una assignació de 8.000 milions d'euros durant el període 2021-2027, als quals s'afegiran contribucions específiques dels estats membres en el cas de desenvolupament de productes i tecnologia militars.⁴⁷

Cal dir que el FED ha estat el resultat d'una bona jugada de la indústria militar europea, que va ser qui va aconsellar el finançament públic de la investigació militar a través del consell assessor anomenat *Grup de Personalitats*, i ara és la gran beneficiada de la implementació del fons. La indústria europea de defensa i seguretat desenvolupa els projectes, cobra les subvencions del FED, es queda la propietat intel·lectual dels resultats i, finalment, es lucra venent-los als estats membres, que hi estan obligats per la mateixa regulació del FED. Cal dir, a més, que molts dels projectes inclouen tècniques d'IA i que alguns tenen objectius poc realistes.⁴⁸ I és que, de fet, la llei reguladora europea sobre la IA,⁴⁹ anomenada *AI Act*, deixa fora de la regulació europea la IA militar.⁵⁰

Es diu que davant els nous reptes calen més mitjans de defensa i seguretat militaritzada, que Europa ha de protegir les seves fronteres per a protegir el seu «mode de vida», i que cal per tant incrementar-ne les capacitats defensives amb un augment de pressupostos i amb programes de re-

cerca i desenvolupament de nous sistemes d'armament. Però tot plegat és, com a mínim, argumentable i discutible. Perquè els informes de Nacions Unides ens diuen que hi ha propostes alternatives, locals i globals, d'una seguretat que, lluny de basar-se en els esquemes militars, és humana.⁵¹ Perquè cada cop sorgeixen més veus crítiques (Calvo, 2018) amb les polítiques de seguretat tradicionals, de caràcter militarista, que conformen la seguretat actualment hegemònica. Perquè, com veurem tot seguit, els missatges que ens arriben des de la ciència deixen clar que els veritables reptes de la humanitat són globals i transfronterers, i que per tant les geopolítiques haurien de deixar de basar-se en la protecció de fronteres per a centrar-se a cooperar globalment com a humanitat⁵² en un context d'enfortiment del multilateralisme.⁵³ I perquè la dita *recerca militar* mai serà recerca.⁵⁴

Any rere any els pressupostos militars augmenten, les exportacions d'armes mostren un creixement constant, la indústria militar es continua expandint i cada cop més països són capaços de produir armes.⁵⁵ S'estan incrementant les subvencions públiques i els préstecs per a la investigació i el desenvolupament de noves armes, i des de l'OTAN s'empeny els estats membres a dedicar el 2% del PIB a pressupostos militars (Calvo, 2021). I, en aquest context, l'Estat espanyol és un dels principals agents mundials pel que fa a la producció i exportació d'armament i tecnologia militar i, de fet, es troba en la vuitena posició a escala mundial quant a exportacions militars, segons explica el prestigiós institut SIPRI,⁵⁶ darrere dels Estats Units, França, Rússia, la Xina, Alemanya, Itàlia i el Regne Unit. I per davant d'Israel, Corea del Sud, Austràlia, Turquia i molts d'altres.

46. Sukhoi S-70: <https://galaxiamilitar.es/sukhoi-s-70-el-dron-furtivo-de-rusia-de-sexta-generacion-ya-esta-aqui/>.

47. Vegeu, per exemple, P. BRUNET (2024), «El Fondo Europeo de Defensa, la inteligencia artificial y el dilema de Europa», *Diario Público* (21-5-2024) (en línia), <<https://www.publico.es/opinion/columnas/fondo-europeo-defensa-inteligencia-artificial-dilema-europa.html>> (consulta: 3 maig 2025).

48. De l'estudi de trenta-quatre projectes concrets (divuit projectes PADR i setze projectes EDIDP de la convocatòria 2019) es dedueix que sis inclouen tècniques explícites d'IA i que cinc més podrien incorporar-les. D'altra banda, hi ha projectes com l'EU HYDEF que es plantegen objectius profètics com el disseny d'un interceptor de míssils basat en «les amenaces que existiran el 2035». Vegeu l'informe del TNI (2022), *Fanning the flames: How the European Union is fuelling a new arms race* (en línia), <<https://www.tni.org/en/publication/fanning-the-flames>> (consulta: 3 maig 2025).

49. Document *AI Act* aprovat pel Parlament Europeu: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI\(2021\)698792_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf). Vegeu, també, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>.

50. Matthew HUTTON (2023), «Rules to keep AI in check: nations carve different paths for tech regulation - A guide to how China, the EU and the US are reining in artificial intelligence», *Nature* (agost) (en línia), <<https://www.nature.com/articles/d41586-023-02491-y>> (consulta: 3 maig 2025).

51. Sobre el concepte de *seguretat humana* promogut des de Nacions Unides (Resolució 66/290 de l'Assemblea General), vegeu, per exemple, <https://www.un.org/humansecurity/what-is-human-security/> i vegeu, també, <https://www.un.org/humansecurity/>.

52. Segons Gaia Vince, «la nostra millor esperança és cooperar com mai hem fet fins ara». A: «The heat is on over the climate crisis. Only radical measures will work», *The Guardian* (18-5-2019) (en línia), <<https://www.theguardian.com/environment/2019/may/18/climate-crisis-heat-is-on-global-heating-four-degrees-2100-change-way-we-live>>.

53. Ho va explicar molt bé Federico Mayor Zaragoza en un article a *El País* de 2012, titulat «La urgencia del multilateralismo democrático» (en línia), <https://elpais.com/elpais/2012/03/06/opinion/1331050503_501028.html> (consulta: 3 maig 2025).

54. Una de les característiques essencials de la recerca científica és el fet de ser universal, amb resultats que es publiquen i es fan públics a tota la comunitat mundial. La dita *recerca militar*, en canvi, és secreta i d'ús restringit a determinats grups de població. Atès que la recerca és universal o no és, entenem que no és correcte parlar de *recerca militar*. En tot cas, sí que es pot parlar de *desenvolupament de tecnologies militars*.

55. Vegeu, per exemple, els treballs de l'Institut SIPRI: <https://www.sipri.org/publications/2024/sipri-fact-sheets/trends-international-arms-transfers-2023>.

56. Vegeu la nota anterior.

9. Algunes reflexions des de l'ètica i la ciència

Els investigadors i desenvolupadors de sistemes robòtics estan cada cop més preocupats pels aspectes ètics, fins al punt que han començat a parlar de roboètica.⁵⁷ Tal com indica Margaret Boden:⁵⁸ «Un robot és una eina i, com a tal, mai és legalment responsable de res. S'han d'establir procediments d'atribució de responsabilitat dels robots, de manera que sempre es pugui determinar quina persona és legalment responsable de les accions dels robots». Això és especialment important en els robots assistencials que cal que treballin interaccionant amb humans (Pareto Boada, Ramón i Torras, 2021), però també en tota la robòtica militar, atès el risc evident que hi ha de causar la mort de persones, sobretot de la gent civil que acaba patint i perdent la vida per efecte dels anomenats *danys colaterals*.

D'altra banda, Barbara J. Grosz, parlant de la robòtica als estudis d'enginyeria, afirma: «Quan el raonament ètic sigui un element central dels estudis, l'alumnat no només aprendrà a pensar sobre la tecnologia que pot dissenyar, sinó a plantejar-se si l'hauria de dissenyar».⁵⁹

Una frase que resumeix no només la roboètica, sinó tot el paper central que ha de tenir l'ètica en els processos de disseny i desenvolupament tecnològic en tots els camps, des de la sanitat fins als serveis (Torras, 2016), passant òbviament pels nous sistemes d'armament.

I és que el recurs a les solucions militars i a les guerres com a suposada manera de resoldre els conflictes és fortament qüestionat des de l'àmbit de l'ètica. Un recurs, el de la violència, que no pot portar mai a una pau estable perquè, com ja deia Gandhi, els mitjans configuren i conformen els fins.⁶⁰ Un recurs a la violència que amaga ànsies de poder i d'un benestar malentès, com bé ens explica Emilio Lledó⁶¹ (Brunet, 2023, p. 11). I un recurs, el de la guerra, que ara mateix hauria de ser obsolet, com bé ens recordava fa dècades el visionari Buckminster Fuller (Brunet, 2023, p. 48-52). Fuller va inventar el terme *viviment* (*livingry*, en anglès) en contraposició a armament o *weaponry*.⁶² Deia que

calia una forta reconversió tecnològica que redirigís els recursos que ara es destinen a l'armament global, traient-los dels pressupostos militars i destinant-los a solucions avançades de *viviment* que revertissin en tota la humanitat. Perquè, a més, com ens recorda el reconegut polític Bertrand Badie, des de 1945 les guerres ja no es guanyen,⁶³ sinó que acaben en negociacions i acords de pau.

I, d'altra banda, les emissions de les activitats militars i les guerres agreugen de manera significativa l'escalfament global del planeta sense que en general es facin públiques aquestes dades (l'Estat espanyol no les publica) i sense que computin en el còmput de les emissions globals.⁶⁴

Pel que fa als aspectes ètics relacionats amb l'ús dels drons, tenim diferents supòsits, com mostra la figura 5.

	Persones en el circuit	Persones damunt el circuit	Persones fora del circuit
Armes automatitzades	Distància	Biaix d'automatització	
Armes amb decisió heurística	Distància	Biaix d'automatització	Rendició de comptes
Armes basades en sistemes autònoms d'aprenentatge		Biaix d'automatització	Rendició de comptes Dignitat humana

FIGURA 5. Aspectes ètics relacionats amb l'ús dels drons.

FONT: Elaboració pròpia.

Com hem vist, podem parlar d'armes automatitzades sense capacitat de decisió, d'armes amb sistemes de decisió heurística i de sistemes de combat amb autonomia constructiva basats en sistemes d'IA i aprenentatge. També, com hem indicat, durant l'ús l'operador militar es pot trobar dins del circuit, a sobre o fora. Els problemes ètics⁶⁵ provenen de l'efecte deshumanitzador de la distància, com

millorar les condicions de vida de les persones i que, en canvi, s'acaben convertint en mitjans de destrucció. En una visió profètica de la globalització, parlava de sostenibilitat i de la fallàcia d'un pretès creixement il·limitat que només beneficiava uns quants (Brunet, 2023, p. 48-52).

63. Vegeu *La Vanguardia* (14-5-22), <<https://www.lavanguardia.com/encatala/20220514/8266182/des-1945-les-guerres-ja-guanyen.html>>.

64. Les forces armades dels EUA, per exemple, consumeixen més fuel i emeten més gasos d'efecte hivernacle (GEH) que la majoria dels països de grandària mitjana. Només tenint en compte les emissions derivades de la combustió de fuel, el Departament de Defensa dels EUA és el 47è emissor més important de GEH del món, per davant de Bèlgica o Portugal. Però la comunicació i la reducció de les emissions militars van quedar exemptes al Protocol de Kyoto de 1997. L'Acord de París de 2015 va suprimir-ne l'exempció, tot i que, no obstant això, va dir que publicar informació sobre les emissions militars és voluntari; i el fet és que els estats rarament les fan públiques. En tot cas, un estudi de Stuart Parkinson i Lindsay Cottrell de 2022 estima que la petjada de carboni militar mundial es mou entre el 3,9% i el 8,2% de les emissions globals: <https://www.sgr.org.uk/publications/under-radar-carbon-footprint-europe-s-military-sectors>.

65. Vegeu la nota 40.

57. Vegeu, per exemple, els treballs de Gianmarco Veruggio: <http://www roboethics.org/icra2005/veruggio.pdf>.

58. Margaret Boden et al. (2017), «Principles of robotics: Regulating robots in the real world», *Connection Science* (en línia), vol. 29 (2), p. 124-129, <<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09540091.2016.1271400>> (consulta: 3 maig 2025).

59. Vegeu Barbara Grosz et al. (2019), «Embedded EthiCS: integrating ethics across CS education», a *Communications of the ACM* (en línia), vol. 62 (8), p. 54-61, <<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3330794>> (consulta: 3 maig 2025).

60. Gandhi deia que el fi és dins dels mitjans, com l'arbre és dins la llavor.

61. El filòsof Emilio Lledó explica que els grecs van aprendre el significat de la paraula *benestar* quan, segle rere segle, van anar passant d'un concepte basat en el *bentenir* (tenir més de tot, acaparant, si calia amb violència, els béns dels altres) al *benestar* que sortia del *benser*, de la consciència de la pròpia finitud, de la pau i de la cura de les persones. Vegeu Emilio Lledó (2013), *Elogio de la infelicidad*, Barcelona, Cuatro.

62. Buckminster Fuller detestava l'ús viciat de les eines i la utilització perversa d'instruments i sistemes que podríem fer servir per a

bé explica Medea Benjamin,⁶⁶ del biaix d'automatització (Noel Sharkey, vegeu la nota 33), de la dificultat de rendició de comptes (López de Mántaras i Brunet, 2024), o bé directament de l'imperatiu derivat de la dignitat humana de totes les persones⁶⁷ en el cas de les armes autònomes.

Finalment, cal esmentar els missatges i advertiments que ens arriben des de la ciència. Missatges que ens parlen de la possibilitat i necessitat d'una nova geopolítica basada en els veritables reptes que ara mateix tenim, en la necessitat d'actuar des d'una consciència d'espècie humana i en l'exigència de deixar un món endreçat i habitable als nostres besnets. Missatges que recorden el clam al *viviment* de Buckminster Fuller i que, en canvi, són intencionadament silenciats en un món de cobdícia, negocis, destrosses i violència (Brunet, 2023). Advertències que ens mostren que tal vegada és millor no lluitar per les fronteres quan els reptes gegantins que tenim són globals i justament transfronterers. Ho vam veure amb la covid i ho veiem amb el canvi climàtic, la pèrdua de biodiversitat i molts més indicadors. Ens ho van dir 1.700 científics l'any 1992⁶⁸ (Calvo, 2021, cap. 7) i ens ho estan recordant milers de científics, com els 15.372 autors de l'advertiment de l'any 2017 (Calvo, 2021, cap. 7). Són missatges que arriben junt amb propostes científiques rigoroses que ens diuen que encara hi ha esperança, perquè si canviem radicalment i ens basem en nous esquemes geopolítics de cooperació a escala planetària, podrem aconseguir que fins a vuit mil milions de persones tinguin una vida digna.⁶⁹ I la veritat és

que encara ho podem fer, si ens posem a fer noves eines de *viviment* per a la cooperació postviolenta i les usem des de les persones i per a les persones.

Europa té una oportunitat. És la de plantejar un nou marc de convivència basat en una seguretat de pau i, per tant, no militaritzada. Separant-se dels blocs hegemònics actuals que la constrenyen, i proposant una geopolítica humana nova basada en la col·laboració global per a afrontar des de la dignitat humana els grans reptes transfronterers que afronta la humanitat. Unes polítiques de col·laboració i democràcia global que Europa podria construir, promoure i oferir al món.⁷⁰

10. Conclusions

En aquest article hem volgut caracteritzar les principals tecnologies i els sistemes robòtics militars. Després d'una reflexió sobre les noves guerres, hem analitzat els sistemes militars no tripulats i els drons, amb una menció especial als sistemes d'atac a distància per totes les implicacions ètiques i legals que poden i podran tenir. Hem analitzat també els sistemes militars que fan un ús extensiu de les noves tecnologies d'Internet i d'intel·ligència artificial (IA), parlant tant dels ciberatacs i de les ciberguerres com dels problemes que pot comportar l'ús de la IA en sistemes de combat i en les noves armes letals i autònomes.

Després d'una mirada necessària a la situació d'Europa en aquest àmbit, en el darrer apartat hem presentat algunes reflexions ètiques així com alguns advertiments i propostes que ens arriben des de la ciència, tots necessaris des del nostre punt de vista encara que moltes vegades silenciats.

Podem parlar de conclusions tecnològiques, militars, ètiques i geopolítiques. Des de la perspectiva tecnològica, es constata una forta incidència dels desenvolupaments recents en robòtica, comunicacions i IA en l'àmbit militar. També, i en connexió amb la IA, en els mètodes moderns de les ciberguerres i en tots els sistemes de vigilància i reconeixement previs a l'atac. S'ha passat dels sistemes més o menys automàtics de combat controlats des del mateix front als nous sistemes dirigits a gran distància, amb vehicles no tripulats, drons que rondan i eixams de drons. Tot això amb un interès des de l'àmbit militar que podem relacionar, a més dels increments pressupostaris en defensa, amb una reducció clara de baixes militars pròpies i amb sistemes que són atractius econòmicament. De totes maneres, l'escalada dels sistemes d'armes i dels de defensa contra les armes ens està portant a una espiral cada cop més costosa i de futur incert. Val a dir, d'altra banda, que hi ha reticències en l'àmbit militar amb relació a l'ús d'armes autònomes, pel que això pot significar de deixar de banda els circuits actuals de decisió durant els combats.

66. Com indica Medea Benjamin, quan les operacions militars es porten a terme a través del filtre d'una càmera de vídeo llunyana, la possibilitat de contacte visual amb l'enemic desapareix, de manera que la percepció dels danys del possible atac a persones disminueix. Vegeu Medea BENJAMIN (2013), *Drone Warfare: Killing by Remote Control*.

67. António Guterres, secretari general de Nacions Unides (2018): «L'ús de la intel·ligència artificial per a fabricar armes noves és un perill greu. I la perspectiva de tenir màquines que tinguin la capacitat, per si mateixes, de seleccionar i destruir objectius genera unes dificultats enormes per a evitar l'escalada en els conflictes i per a garantir que, als camps de batalla, es garanteixin el dret internacional humanitari i la llei de drets humans. Per mi hi ha un missatge molt clar: les màquines que puguin tenir el poder i la capacitat de matar persones són inacceptables políticament i són repugnants moralment, i el dret internacional les hauria de prohibir». Discurs als actes commemoratius dels cent anys del final de la Primera Guerra Mundial. Disponible a: <https://www.un.org/press/en/2018/sgsm19332.doc.htm>.

68. Fa vint-i-set anys, el novembre de 1992, al voltant de 1.700 científics del món, incloent-hi la majoria dels premis Nobel en ciències vius en aquell moment, van publicar un advertiment a la humanitat. Van dir que les activitats humanes causen danys que sovint són irreversibles per al medi ambient i els recursos crítics, i que moltes de les nostres pràctiques actuals posen en risc greu el futur que volem per a la societat humana i per a la biosfera vegetal i animal. I van dir que l'èxit d'aquest esforç mundial requereix una gran reducció de la violència i la guerra. Els recursos que ara es dediquen a la preparació i la conducció de la guerra, que pugen a més d'un bilió de dòlars anuals, són molt necessaris per a aquestes noves tasques i hauran de ser desviats als nous desafiaments: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2017/11/World%20Scientists%27%20Warning%20to%20Humanity%201992.pdf>.

69. Treball de Hauke Schlesier, Malte Schäfer i Harald Design (2024): <https://www.empa.ch/web/s604/measuring-the-doughnut>.

70. Vegeu, per exemple, <https://www.elsaltodiario.com/tribuna/europa-puede-debe-promover-paz>.

Pel que fa a conclusions ètiques i geopolítiques, caldria mencionar l'afectació cada cop més gran de la població civil com a víctima d'aquestes noves armes i dels nous mètodes de guerra, l'escalada de la violència tecnològica i de destrucció en detriment de les tecnologies humanes, de construcció i cooperació (armament *versus* *viviment*), l'elevat impacte ecològic tant dels nous sistemes d'armes com de la IA, i la incapacitat dels governants actuals per a dialogar, negociar i arribar a solucions de pau. I és que, com diu Federico Mayor Zaragoza, si volem la pau hem de deixar enrere l'armament per centrar-nos en la paraula.⁷¹ Tot això en un moment en què la ciència ens recorda que els nous reptes planetaris, gegantins i existencials per a tota la humanitat, no entenen de fronteres i que requereixen una nova política de cooperació a escala mundial, política que tal vegada Europa podria promoure.

Referències bibliogràfiques

- BRUNET, P. (2022). «Componentes tecnológicos de la nueva militarización». *Revista Papeles* [en línia], núm. 157 [FUHEM]. <https://www.fuhem.es/papeles_articulo/componentes-tecnologicos-de-la-nueva-militarizacion/> [Consulta: 3 maig 2025].
- (2023). *Ciencia, etica y paz: Historias del valle de los límites*. Madrid: FUHEM, Dossier Ecosocial. <<https://www.fuhem.es/2023/10/20/dossier-ecosocial-ciencia-etica-y-paz/>> [Consulta: 3 maig 2025].
- (2024). «Regulación de la inteligencia artificial». *Revista Papeles* [en línia], núm. 164 [FUHEM], p. 45-54. <<https://www.fuhem.es/2024/01/29/papeles-164-quien-teme-a-la-inteligencia-artificial/>> [Consulta: 3 maig 2025].
- BRUNET, P.; FONT, T.; MOJAL, X.; RODRÍGUEZ, J. (2019). *Noves armes contra l'ètica i les persones: Drons armats i drons autònoms. Informe 39* [en línia]. Barcelona: Centre Delàs d'Estudis per la Pau. <http://arxiu.centredelas.org/images/INFORMES_i_altres_PDF/informe39_DronsArmats_CAT_web_DEF.pdf> [Consulta: 3 maig 2025].
- BRUNET, P.; FONT, T.; RODRÍGUEZ, J. (2021). *Robots Asesinos: 18 preguntas y respuestas* [en línia]. Barcelona: Centre Delàs d'Estudis per la Pau. <https://centredelas.org/wp-content/uploads/2021/12/RobotsAsesinos_18PreguntasYRespuestas_DEF.pdf> [Consulta: 3 maig 2025]. [Vegeu també: <https://centredelas.org/robots-asesinos-18-preguntas-y-respuestas/?lang=es>]
- CALVO, J. (coord.) (2016). *Mentes militarizadas: Cómo nos educan para asumir la guerra y la violencia*. Barcelona: Icaria.
- (2018). *Políticas de seguridad para la paz: Otra seguridad es posible y necesaria*. Barcelona: Icaria.
- CALVO, J. (ed.) (2021). *Military spending and global security*. Londres: Routledge. <<https://doi.org/10.4324/9781003045823>>. [Traduït al castellà: *Gasto militar y seguridad global: perspectivas humanitarias y medioambientales*. Barcelona: Icaria, 2022.]
- LÓPEZ DE MÁNTARAS, R. (2020). «El traje nuevo de la inteligencia artificial». *Investigación y ciencia* [en línia]. <<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/una-nueva-era-para-el-alzheimer-803/el-traje-nuevo-de-la-inteligencia-artificial-18746>> [Consulta: 3 maig 2025].
- (2023a). *100 cosas que cal saber sobre intel·ligència artificial*. Barcelona: Cossetània.
- (2023b). «Intel·ligència artificial versus intel·ligència humana». A: *IA: Inteligencia Artificial*, catàleg d'exposició [en línia]. Barcelona: CCCB. <<https://www.cccb.org/es/publicaciones/ficha/ia-inteligencia-artificial/243181>> [Consulta: 3 maig 2025].
- LÓPEZ DE MÁNTARAS, R.; BRUNET, P. (2024). «¿Qué es la inteligencia artificial?». *Revista Papeles* [en línia], núm. 164 [FUHEM], p. 1-9. <<https://www.fuhem.es/2024/01/29/papeles-164-quien-teme-a-la-inteligencia-artificial/>> [Consulta: 3 maig 2025].
- PARETO BOADA, J.; ROMÁN, B.; TORRAS, C. (2021). «The ethical issues of social assistive robotics: A critical literature review». *Technology in Society* [en línia], vol. 67. <<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101726>>.
- TORRAS, C. (2016). «Service robots for citizens of the future». *European Review* [en línia], vol. 24 (1). <<https://www.cambridge.org/core/journals/european-review/article/abs/service-robots-for-citizens-of-the-future/4039C251E1F64861BAE33453FF1888AB>> [Consulta: 3 maig 2025].

71. Federico Mayor Zaragoza proposa deixar enrere el lema romà «*Si vis pacem, para bellum*» i adoptar en canvi el «*Si vis pacem, para verbum*». Perquè la pau, diu, es prepara amb la paraula i no amb la guerra i les seves polítiques i tecnologies. Vegeu, per exemple: <https://www.europapress.es/murcia/noticia-mayor-zaragoza-recuerda-apuesta-palabra-no-enfrentamiento-20160308100009.html>.