



(Imagem por Jakob Owens. Fonte: Unsplash.com. Reprodução)

Várias outras inovações – hoje comuns em nosso dia a dia – originaram-se através de pesquisas militares.

## Ciência para a guerra e para a paz

Uso militar ajudou a ciência a avançar, mas o papel da ciência na busca pela paz é fundamental

\* Chris Bueno

Guerra e ciência têm um longo – e complicado – relacionamento. Em diversos momentos da história, a ciência foi empregada para fins bélicos, aprimorando estratégias, logística e armamentos. Por outro lado, isso fez a ciência avançar, e muitas inovações que surgiram no contexto militar hoje são utilizadas na saúde, no transporte e no dia a dia.

Nesse sentido, a comunidade científica desempenha um papel central na demarcação de fronteiras para a criação e aplicação de instrumentos para a guerra, mas também para desenvolver padrões e mecanismos éticos que permitam evitar, cada vez mais, os conflitos.

*“A CT&I tem potencial para desenvolver vários tipos de armas e temos tido exemplos disso há anos. Mas acredito que nossa maior preocupação deva ser investir em CT&I para que ela possa atuar no combate ao desenvolvimento de novas armas”,* aponta Elisa Orth, vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Química e professora do Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A pesquisadora explica que a preocupação com o uso de armas mais letais – como as armas químicas e biológicas – levou à elaboração de acordos internacionais, como a Convenção Mundial sobre Armas Químicas, regulada pela Organização para Proibição de Armas Químicas (*Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons* - OPCW). Este acordo internacional, assinado em Paris, em 1993, proíbe o desenvolvimento, a produção, a estocagem e o uso de armas. *“Mas vale ressaltar o boom dos cálculos computacionais e machine learning, que têm grande potencial para desenvolver novas armas químicas”,* alerta.

Tecnologias avançadas são vistas como elementos essenciais para um exército bem-sucedido. A Primeira Guerra Mundial ficou conhecida como “a guerra dos químicos” – isso porque, ao longo do conflito, cientistas de ambos os lados desenvolveram produtos químicos cada vez mais potentes (os mais usados foram o gás de cloro, o gás de mostarda e o gás de fosgênio) e também elaboraram medidas contra os novos gases inimigos. Os físicos também tiveram uma importante participação, desenvolvendo tecnologias de comunicação sem fio e métodos baseados em som para detectar submarinos. Mas foi a Segunda Guerra Mundial que marcou o crescimento do uso militar da ciência, especialmente da física. O conflito pode ser chamado de “a guerra dos físicos”: além da bomba atômica (talvez a mais notória colaboração científica para a guerra), o desenvolvimento do radar foi fundamental, permitindo a detecção de navios e aeronaves inimigas, assim como da criptografia matemática e da ciência de foguetes, com seus avanços tendo um efeito significativo em cada disciplina.

Segundo Geraldo Lesbat Cavagnari Filho, fundador e coordenador do Núcleo de Estudos Estratégicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e professor convidado do Núcleo de Pesquisa em Relações Internacionais da Universidade de São Paulo (USP), a partir da Primeira Guerra Mundial, a comunidade científica iniciou sua colaboração com o esforço de guerra das grandes potências. No intervalo entre as duas guerras mundiais, as

potências estavam convencidas da importância da pesquisa científica e tecnológica para as guerras futuras. *“Mas foi a partir da Segunda Guerra Mundial que os militares tomaram consciência do caráter estratégico da ciência e tecnologia na guerra moderna”*, afirma em artigo para a revista ComCiência.

O advento da Guerra Fria solidificou os vínculos entre as instituições militares e a ciência acadêmica, particularmente nos Estados Unidos e na União Soviética. Assim, o financiamento militar continuou a se expandir e se espalhou para as ciências sociais, naturais, e para campos totalmente novos, como a computação. *“Intervenções bélicas são, em sua maioria, causadas por escassez ou busca pelo controle de recursos como alimentos, água, minerais e, principalmente, fontes energéticas, e também domínio das rotas de escoamento e distribuição desses recursos. O conhecimento científico permite melhorias em todos esses processos”*, explica Frederico Genezini, pesquisador do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

## A ciência da guerra

De todos os avanços científicos e tecnológicos feitos durante a Segunda Guerra Mundial, poucos recebem tanta atenção quanto a bomba atômica. Desenvolvidas durante o conflito em meio a uma corrida armamentista entre as potências do Eixo (Alemanha, Itália e Japão) e dos Aliados (Reino Unido, França, União Soviética e Estados Unidos), as bombas lançadas sobre Hiroshima e Nagasaki moldaram o século XX

e a posição dos Estados Unidos no cenário global. Essa corrida armamentista inaugurou uma nova era da ciência que mudou a diplomacia, o poder das forças militares e o desenvolvimento tecnológico.

Porém, a bomba atômica não foi o único avanço tecnológico advindo do conflito. O primeiro sistema de radar prático foi produzido em 1935 pelo físico britânico Robert Watson-Watt, e em 1939, a Inglaterra construiu uma rede de estações de radar ao longo de suas costas sul e leste. O uso do radar foi determinante para a guerra, pois ajudou as forças aliadas a detectar navios e aviões inimigos.

A guerra também avançou as pesquisas sobre o motor a jato. A aviação e os motores aeronáuticos eram uma preocupação militar mesmo antes da Segunda Guerra Mundial. Os motores a jato surgiram nos meses finais do conflito como forma de dar aos caças uma vantagem sobre seus adversários. Em 1930, Frank Whittle, engenheiro inglês da *Royal Air Force*, do Reino Unido, registrou a primeira patente da tecnologia. Com o início da guerra, o governo britânico desenvolveu aviões baseados

**“Embora hoje exista muita informação, tecnologia e conhecimento disponíveis, isso não significa que haja paz e justiça para todos.”**

nos projetos de Whittle. O primeiro avião aliado a usar propulsão a jato decolou em 15 de maio de 1941.

Foi também durante a Segunda Guerra que os Estados Unidos começaram a desenvolver novas máquinas para calcular trajetórias balísticas. Apesar de já estarem em desenvolvimento bem antes do início do conflito, a guerra exigiu uma rápida progressão dessa tecnologia, resultando na produção de novos e mais potentes computadores. Um exemplo foi o *Electronic Numerical Integrator and Computer* (ENIAC). Com cerca de dois metros de altura, pesando 30 toneladas e ocupando 180 metros quadrados, o ENIAC conseguia realizar milhares de cálculos em um segundo. Originalmente projetado para fins militares, o computador não foi concluído até 1945, sendo lançado ao público apenas em 1946. Porém, antes do ENIAC, na Grã-Bretanha, o matemático e cientista da computação britânico Alan Turing inventou uma máquina eletromecânica chamada *Bombe* que ajudou a decifrar os códigos alemães. Embora a máquina de Turing não fosse tecnicamente um computador – especialmente considerando-se as máquinas dos dias de hoje – o *Bombe* foi um precursor do *Colossus*, uma série de computadores eletrônicos britânicos. A invenção de Turing aparece no filme *Enigma*, de 2001. *Enigma* é uma máquina eletromecânica de criptografia utilizada pelos nazistas para transmitir mensagens aos seus submarinos através de códigos ultra seguros. O filme de Michael Apted, embora seja uma obra ficcional, trata do

embate real entre a inteligência alemã e inglesa e aborda parte da vida de Turing e o uso de sua máquina para quebrar o código nazista (Figura 1).

De certa forma, a própria internet começou como um projeto militar. A Rede da Agência de Pesquisas em Projetos Avançados (*Advanced Research Projects Agency Network* - ARPANET) começou durante a Guerra Fria como uma forma de os militares dos Estados Unidos desenvolverem um sistema de compartilhamento de informações sem a necessidade de um centro de comando. Ao criar uma rede robusta e flexível, os Estados Unidos poderiam garantir que, em caso de catástrofe, o acesso aos supercomputadores do país permanecesse intacto. A tecnologia possibilitava que vários computadores se conectassem diretamente uns aos outros, permitindo que as pessoas compartilhassem informações em velocidades sem precedentes. A ARPANET deu as bases para a internet como a conhecemos hoje.

*“Nos últimos anos, muita ênfase tem sido dada ao desenvolvimento de armas e veículos autônomos ou operados remotamente, que permitem reduzir drasticamente a perda de vidas em esforços bélicos”,* explica Guilherme Soares Zahn, pesquisador do Centro do Reator de Pesquisas (IPEN-CNEN). O pesquisador aponta que as armas “inteligentes” (que usam inteligência artificial) possibilitam a tomada de decisões instantaneamente, o que permite a criação de novos campos de batalha. Um exemplo são os domos virtuais de segurança que, por meio de cálculos de balística de mísseis, permitem sua interceptação. Os próprios mísseis também podem tomar decisões na mesma velocidade. *“Essas duas mudanças, junto com diversas outras que vêm sendo introduzidas a partir de avanços científico-tecnológicos, vêm mudando drasticamente a lógica de conflitos bélicos, bem como trazendo diversos novos problemas éticos à mesa de discussão”,* diz.



(Imagem por ARL Technical Library. Reprodução)

Figura 1. Mulheres operam o computador ENIAC.

## Avanço tecnológico

Apesar de inicialmente terem sido desenvolvidas com fins bélicos, essas tecnologias continuaram avançando e alcançaram outras finalidades, desta vez pacíficas. O radar, por exemplo, tornou-se essencial para os meteorologistas avançarem no conhecimento dos padrões climáticos e aumentou a capacidade de realizar previsões meteorológicas. Os motores a jato agora são usados pelas companhias aéreas para transportar passageiros por todo o mundo. O desenvolvimento contínuo tornou os computadores progressivamente menores, mais poderosos e mais acessíveis. E não é possível imaginar o mundo hoje sem a internet.

Mas não é só. Várias outras inovações – hoje comuns em nosso dia a dia – originaram-se através de pesquisas militares. Esse é o caso da borracha sintética. O suprimento global de borracha natural foi suficiente até a Segunda Guerra Mundial, quando as potências do Eixo cortaram quase todo o suprimento de borracha da Ásia (o maior fornecedor do produto). Como a borracha era essencial para as operações militares – utilizada desde esteiras de veículos e máquinas, a calçados, roupas e equipamentos de soldados – os Aliados foram forçados a encontrar materiais alternativos e assim desenvolveram a borracha sintética. O mesmo aconteceu com a supercola e a fita adesiva, criadas para suprir as necessidades dos exércitos e hoje amplamente comercializadas. E também como o forno micro-

ondas. Originalmente utilizada no desenvolvimento de radares (a capacidade de produzir comprimentos de onda mais curtos através do uso de um *magnetron* de cavidade resultou em maior precisão em distâncias maiores), a capacidade de micro-ondas para cozinhar alimentos foi descoberta por acidente. Enquanto pesquisava o uso das micro-ondas em radares, o engenheiro norte-americano Percy Spencer notou que uma barra de chocolate em seu bolso havia derretido. Isso levou à percepção de que o equipamento poderia ser reaproveitado para aquecer e cozinhar alimentos (Figura 2).

Uma das inovações mais importantes foi o GPS. Desenvolvido na década de 1960, a ideia era usar satélites para determinar a posição de um usuário na Terra medindo sua distância de três satélites periféricos em um processo conhecido como trilateração. Embora o sistema tenha se

tornado totalmente operacional em março de 1994, ele capturou o interesse do público muito antes disso. Hoje, a tecnologia é usada em produtos como carros e telefones, e também é aplicada na pesquisa de terremotos e *geocaching*.

*“Um bom monitoramento, aliado a um trabalho eficiente de processamento da informação,*

*“Os surpreendentes avanços alcançados pela ciência nessas últimas décadas têm mudado nossas condições de vida, e as inovações produzidas são uma oportunidade para desenvolver as sociedades e alcançar a paz.”*



**Figura 2.** A tecnologia do forno micro-ondas foi descoberta por acidente durante a Segunda Guerra Mundial, numa tentativa de aprimorar os radares de então.

permite a rápida identificação de padrões suspeitos que podem indicar potenciais ataques, tanto bélicos como criminosos”, aponta Genezini. Para o pesquisador, o monitoramento eficiente possibilita a identificação e a prevenção de crimes, bem como a solução dos crimes já cometidos. No mesmo sentido, a comunicação rápida, segura e eficiente entre os atores do sistema de prevenção é essencial para ações integradas e cirúrgicas, aumentando muito sua eficiência e reduzindo os danos colaterais.

## Uma questão de saúde

Junto com os avanços da tecnologia de micro-ondas e computadores, a Segunda Guerra Mundial trouxe mudanças importantes no campo da medicina. A necessidade de

**“A ciência foi se afastando das causas da guerra e assumindo as causas da paz, da democracia e da ética.”**

tratar milhões de soldados exigiu o desenvolvimento e uso de novas técnicas que levaram a melhorias nas transfusões de sangue, enxertos de pele e cirurgia, assim como o desenvolvimento de novos medicamentos.

Durante a Primeira Guerra Mundial, a pandemia de influenza (também conhecida como Gripe Espanhola) entre 1918 e 1919 impactou significativamente os exércitos e motivou os militares norte-americanos a desenvolver a primeira vacina contra a gripe.

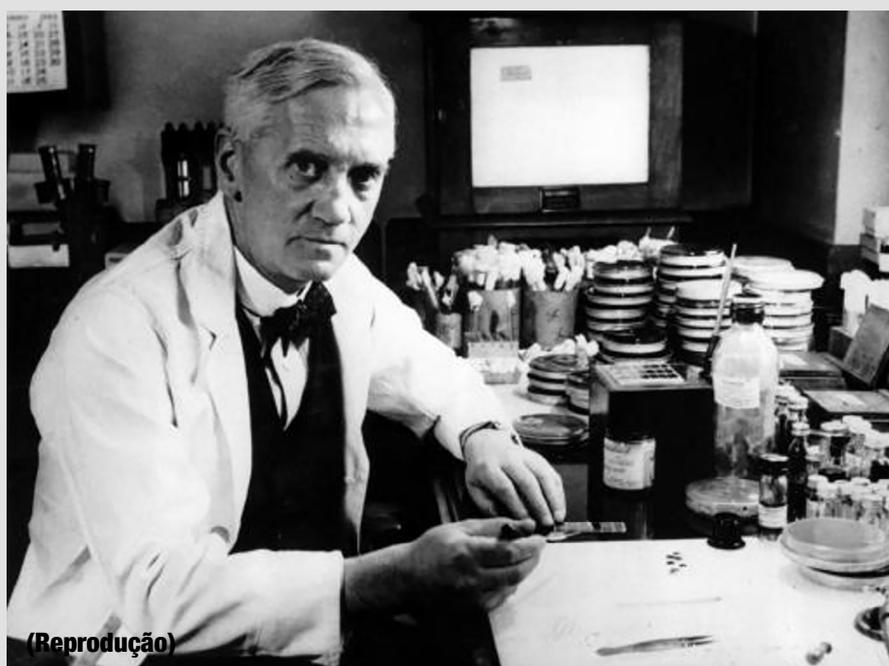
Os cientistas começaram a isolar os vírus na década de 1930 e o Exército dos Estados Unidos ajudou a patrocinar o desenvolvimento de uma vacina contra eles nos anos 1940. A primeira vacina contra a gripe foi aprovada para uso militar em 1945 e para uso civil em 1946.

Previamente ao uso generalizado de antibióticos nos Estados Unidos, mesmo pequenos cortes e arranhões podiam levar a infecções fatais. O cientista escocês Alexander Fleming descobriu a penicilina em 1928, mas foi só durante a Segunda Guerra que os Estados Unidos começaram a produzi-la em massa para o tratamento médico. Antes da tomada da Normandia, que iniciou a invasão da Europa Ocidental ocupada pelos alemães em 1944, os cientistas prepararam 2,3 milhões de doses do medicamento. Da Segunda Guerra Mundial até hoje, a penicilina continua sendo uma forma fundamental de tratamento usada para evitar infecções bacterianas (Figura 3).

## A ciência da paz

Se por um lado as armas ficaram mais sofisticadas, a ciência aplicada à saúde, o desenvolvimento das ciências sociais em termos de construção de meios preventivos de resolução de conflitos, a diplomacia e o direito internacional são o outro lado dessa moeda.

*“O papel da ciência em todos os aspectos sempre é central. Ela que norteia como os avanços do conhecimento devem ser aplicados e como nos precaver. Ela que alerta sobre perigos e traz soluções*



(Reprodução)

**Figura 3.** O cientista escocês Alexander Fleming descobriu a penicilina em 1928, mas foi só durante a Segunda Guerra que ela começou a ser produzida em massa para o tratamento médico.

para problemas. Ela é o alicerce para o desenvolvimento de uma sociedade consciente e que busca a paz”, enfatiza Orth.

Desta forma, a ciência é a chave para um futuro próspero e pacífico. Desde sua proclamação pela Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura (Unesco) em 2001, o Dia Mundial da Ciência para a Paz e o Desenvolvimento é comemorado em todo o mundo para demonstrar porque a ciência é relevante para a vida cotidiana das pessoas e envolvê-las em debates sobre essas questões. Ao vincular a ciência mais estreitamente à sociedade, a data visa garantir que os cidadãos sejam mantidos informados sobre os desenvolvimentos da ciência e ressalta o papel que os cientistas desempenham na ampliação de nossa compreensão do planeta.

Embora hoje exista muita informação, tecnologia e conhecimento disponíveis, isso não significa que haja paz e justiça para todos. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), atualmente o mundo enfrenta o maior número de conflitos violentos desde o fim da Segunda Guerra Mundial:

no total, 25% dos habitantes do mundo estão em áreas afetadas por conflitos. Para Audrey Azoulay, diretora-geral da Unesco, os surpreendentes avanços alcançados pela ciência nessas últimas décadas têm mudado nossas condições de vida, e as inovações produzidas são uma oportunidade para desenvolver as sociedades e alcançar a paz. *“As ciências melhoram nosso bem-estar, facilitam a vida cotidiana e derrubam as fronteiras que pareciam imutáveis nas áreas de medicina, transporte, comunicação e partilha de conhecimentos. Além disso, são um motor de crescimento e riqueza”*, afirmou Azoulay em declaração no Dia Mundial da Ciência para a Paz.

A importância dessa interação entre ciência e sociedade é que a CT&I impacta a sociedade, determinando assim a extensão de seu desenvolvimento, enquanto a sociedade pode influenciar o desenvolvimento da CT&I em direção a comunidades pacíficas. *“O desenvolvimento da ciência, que é um ramo que pressupõe colaboração entre países, para além dos equipamentos e armamentos de dissuasão, pode e deve influenciar na qualidade*

*de vida, reduzindo a causa primária de conflitos”*, afirma Zahn.

Em seu texto “Ciência sem o Pentágono”, publicado no jornal Folha de S. Paulo, em 1985, Renato Janine Ribeiro, presidente da SBPC, afirma a importância de usar a ciência para fins pacíficos. Mais recentemente, em entrevista à Revista Pesquisa Fapesp no ano passado, Janine Ribeiro voltou a afirmar o papel fundamental da ciência na defesa da democracia. *“Houve um período em que o desenvolvimento científico esteve muito associado à pesquisa militar. Um grande exemplo foi o desenvolvimento da bomba atômica, por volta de 1945. Mas ocorreu uma mudança interessante. A ciência foi se afastando das causas da guerra e assumindo as causas da paz, da democracia e da ética. Foi se voltando mais para a questão da saúde, do meio ambiente, da sustentabilidade”*, afirmou.

---

\* Chris Bueno é jornalista, escritora, divulgadora de ciências, editora-executiva da revista *Ciência & Cultura*, e mãe apaixonada por escrever (especialmente sobre ciência).