REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

CIÊNCIA, CRIATIVIDADE E RESPONSABILIDADE MORAL

SCIENCE, CREATIVITY, AND MORAL RESPONSIBILITY

Ciências Sociais Aplicadas • 26/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795577646

Maxwell Diógenes Bandeira de Melo[1]

Eduardo Simões[2]

Mari Terezinha Vieira[3]

Delson Henrique Gomes[4]

Valtuir Soares Filho[5]

RESUMO

O presente ensaio teórico analisa a concepção de ciência de Albert Einstein, a partir das reflexões apresentadas no Capítulo V da obra *Como vejo o mundo*, enfatizando as relações entre produção do conhecimento, criatividade científica e responsabilidade ética e política. Defende-se que a ciência constitui uma atividade humana que, embora orientada pela busca da compreensão racional da natureza, não está dissociada das estruturas sociais e dos interesses que condicionam suas aplicações. A discussão aborda a continuidade crítica do conhecimento científico, o papel da intuição e da imaginação na construção de teorias, as rupturas promovidas pela relatividade e a relação entre descobertas científicas e inovação tecnológica. Examina, ainda, a crítica de Einstein à degradação moral do cientista, utilizando o Projeto Manhattan como exemplo das tensões entre competência técnica, autonomia intelectual e responsabilidade pelas consequências do conhecimento. A reflexão também estabelece um contraponto entre aplicações tecnológicas voltadas ao bem-estar coletivo e aquelas destinadas à destruição, especialmente no contexto das guerras e do desenvolvimento de armamentos. Conclui-se que o progresso científico não pode ser avaliado exclusivamente pela capacidade de produzir novas tecnologias, mas deve considerar suas finalidades, consequências sociais e implicações humanitárias. Nesse sentido, a responsabilidade dos cientistas e das instituições constitui condição fundamental para que o conhecimento científico esteja comprometido com a dignidade humana e a preservação da vida.

Palavras-chave: Albert Einstein; Ciência; Criatividade científica; Responsabilidade ética; Progresso tecnológico.

ABSTRACT

This theoretical essay analyzes Albert Einstein’s conception of

science, drawing upon reflections presented in Chapter V of his work *The World As I See It*, while emphasizing the connections between the production of knowledge, scientific creativity, and ethical and political responsibility. It argues that science is a human activity which, although guided by the pursuit of a rational understanding of nature, is not detached from the social structures and interests that shape its applications. The discussion addresses the critical continuity of scientific knowledge, the role of intuition and imagination in theory construction, the paradigm shifts brought about by the theory of relativity, and the relationship between scientific discovery and technological innovation. Furthermore, it examines Einstein's critique of the moral degradation of the scientist, using the Manhattan Project as an example of the tensions between technical competence, intellectual autonomy, and responsibility for the consequences of knowledge. The analysis also contrasts technological applications aimed at collective well-being with those intended for destruction—particularly in the context of war and the development of weaponry. It concludes that scientific progress cannot be evaluated solely by the capacity to produce new technologies; rather, it must take into account its purposes, social consequences, and humanitarian implications. In this sense, the responsibility of scientists and institutions is a fundamental prerequisite for ensuring that scientific knowledge remains committed to human dignity and the preservation of life.
Keywords: Albert Einstein; Science; Scientific creativity; Ethical responsibility; Technological progress.

1. INTRODUÇÃO

No Capítulo V de **Como vejo o mundo,** Albert Einstein reúne reflexões que explica bastante o início do século XX. Seus textos

tratam das motivações da pesquisa, da relação entre experiência e razão, da formação histórica das teorias, da criatividade e da responsabilidade moral do cientista. Lidos em conjunto, mostram que a ciência não é apenas um sistema de conhecimentos, mas uma atividade humana inserida em instituições, disputas de poder e escolhas políticas. O mesmo pensamento que permite compreender a natureza pode produzir tecnologias destinadas ao bem-estar coletivo ou a instrumentos de destruição.

Defendo neste ensaio que a concepção einsteiniana de ciência possui duas dimensões inseparáveis. A primeira é epistemológica: a ciência avança pela combinação entre experiência, intuições criadoras, formulação matemática e revisão de conceitos aparentemente evidentes. A segunda é ética e política: o cientista não pode considerar-se moralmente alheio aos usos de seu trabalho. Essa dupla perspectiva permite compreender tanto o elogio de Einstein aos seus predecessores quanto sua crítica à degradação do homem de ciência e às guerras.

A leitura proposta é deliberadamente crítica. Einstein oferece uma visão elevada da pesquisa como busca desinteressada de compreensão, mas essa imagem precisa ser confrontada com as condições sociais concretas da ciência. Instituições, governos, empresas e forças militares determinam prioridades e controlam parte considerável dos recursos científicos. O problema central, portanto, não é apenas saber como o conhecimento é produzido, mas perguntar quem decide sua finalidade e quem suporta suas consequências.

2. EINSTEIN E SEUS PREDECESSORES: A CIÊNCIA COMO CONTINUIDADE CRÍTICA

Einstein não apresenta suas descobertas como produto de uma inteligência isolada da história. Planck, Kepler, Newton e Maxwell, dentre outros, aparecem como construtores de etapas sucessivas da tentativa humana de compreender racionalmente a natureza. Esse reconhecimento não significa submissão à autoridade. Pelo contrário, revela que nenhuma teoria revolucionária nasce do vazio: a criação científica combina herança, crítica e ruptura.

O elogio mais intenso é dirigido a Max Planck. Einstein distingue aqueles que se dedicam à ciência por ambição, prazer intelectual ou utilidade daqueles que são movidos por uma necessidade interior de compreensão. Planck pertenceria a essa última categoria. Sua perseverança seria comparável ao estado de dedicação intensa e não apenas à disciplina profissional. Embora idealizada, essa descrição permite criticar uma concepção exclusivamente utilitária da pesquisa. Para Einstein, a ciência autêntica envolve compromisso com a inteligibilidade do mundo e disposição para enfrentar problemas sem recompensa imediata (Einstein, 1981).

O reconhecimento de Planck não impede Einstein de destacar a ruptura provocada pela hipótese dos *quanta*. As leis de Galileu e Newton não se tornaram inúteis, mas passaram a ser compreendidas como aproximações válidas em determinados domínios. A ciência progride por continuidade crítica: preserva, contudo, resultados, delimita sua validade e os incorpora em estruturas mais abrangentes.

A biografia científica de Pais (2005) mostra que a obra de Einstein se formou no diálogo com os problemas herdados da mecânica, da termodinâmica e do eletromagnetismo do século XIX. Kepler, Newton e Maxwell simbolizam momentos decisivos da procura por

unidade. Kepler encontrou regularidades matemáticas nos movimentos planetários; Newton reuniu fenômenos terrestres e celestes em uma mesma mecânica; Maxwell unificou eletricidade, magnetismo e óptica.

O valor de uma teoria não reside apenas em descrever fatos isolados, mas em revelar conexões e reduzir a diversidade dos fenômenos a princípios gerais. Holton (1988) identifica a unidade e a inteligibilidade como temas persistentes no pensamento de Einstein.

É nesse contexto que surge a expressão ‘harmonia preestabelecida’. Em Leibniz, ela designava originalmente uma correspondência metafísica entre substâncias, especialmente entre mente e corpo. Einstein não reproduz integralmente essa doutrina. Emprega-a para representar o enigmático ajuste entre as construções da razão e o mundo das percepções. Nenhum caminho lógico leva automaticamente dos dados aos princípios fundamentais; estes dependem de intuição e invenção. Apesar disso, a experiência seleciona as teorias, pois algumas revelam capacidade explicativa superior (Einstein, 1981; Look, 2020).

Não é rigoroso afirmar que a harmonia preestabelecida definia todo o espírito da época. Mais adequado é dizer que Einstein usou a expressão leibniziana para formular uma confiança compartilhada por parte importante da física teórica: a natureza apresenta uma ordem acessível à razão. Essa confiança funciona quase como um ato de fé intelectual, mas não elimina a comprovação empírica. Einstein afasta-se tanto do empirismo ingênuo – que imagina leis extraídas diretamente dos fatos – quanto do racionalismo desligado da experiência.

Essa visão é fecunda, mas limitada quando transforma a história da ciência numa trajetória excessivamente harmoniosa. A ciência também contém disputas institucionais, erros, descontinuidades, interesses econômicos e conflitos de autoridade. Kuhn (2012) mostrou que as revoluções científicas modificam os problemas considerados legítimos, os métodos aceitos e os critérios de julgamento das comunidades. O elogio aos predecessores deve, portanto, ser compreendido como uma filosofia da ciência, não como descrição completa de suas condições sociais.

3. CRIATIVIDADE, ARROJO E O ABANDONO DOS REFERENCIAIS PRIVILEGIADOS

Para Einstein, os princípios fundamentais não são simples generalizações automáticas da observação. A experiência apresenta problemas e regularidades, mas sua organização em uma teoria exige criatividade. A imaginação científica não é fantasia arbitrária: suas construções devem conservar coerência lógica, precisão matemática e compatibilidade com os fenômenos. Criar, nesse domínio, significa propor uma estrutura que ainda não está contida de maneira explícita nos dados.

O arrojo aparece quando o pesquisador aceita as consequências de sua criação, mesmo que contrariem hábitos intelectuais consolidados. Diante das dificuldades entre mecânica e eletrodinâmica, Einstein não acrescentou mecanismos para salvar o espaço e o tempo absolutos. Questionou os próprios fundamentos empregados na descrição do movimento. Talvez o problema não estivesse nos fenômenos, mas nas categorias tradicionais utilizadas para interpretá-los.

Essa transformação exigiu abandonar o éter luminífero imóvel, imaginado no século XIX como suporte material das ondas eletromagnéticas. A relatividade especial não demonstrou a inexistência de todo conceito possível de éter; mostrou que um éter imóvel, dotado da função de repouso absoluto, era desnecessário para formular as leis da eletrodinâmica. A ruptura foi conceitual: eliminou-se uma entidade que já não exercia função indispensável na explicação (Einstein, 1905; Stachel, 2005).

A teoria partiu de dois princípios: as leis da física possuem a mesma forma em todos os referenciais inerciais e a luz se propaga no vácuo com velocidade constante, independentemente do movimento da fonte. Sua combinação impediu que espaço, tempo e simultaneidade permanecessem absolutos. Para preservar a constância da velocidade da luz, foi necessário admitir a relatividade da simultaneidade, a dilatação temporal e a contração dos comprimentos (Einstein, 1905).

Foi mais adequado falar em equivalência, e não em equidade, entre os referenciais inerciais. Equidade pertence principalmente ao vocabulário da justiça; equivalência significa que nenhum observador inercial possui posição física privilegiada. Observadores podem medir durações, distâncias e velocidades diferentes, mas as relações entre as medições obedecem às transformações de Lorentz. A relatividade tampouco ensina que tudo seja relativo: procura exatamente os invariantes, como a velocidade da luz e o intervalo espaço-temporal.

Existe nessa equivalência uma lição de humildade. A realidade não se organiza em torno de um observador escolhido. Assim como a revolução copernicana retirou a Terra do centro do cosmos, a

relatividade eliminou um referencial inercial absoluto. A analogia não é uma identidade histórica, mas evidencia uma atitude: a ciência avança quando aceitamos que nossa perspectiva cotidiana não constitui medida privilegiada do universo.

4. RUPTURAS COM A MECÂNICA CLÁSSICA E A FÍSICA DO SÉCULO XIX

As transformações do início do século XX não representaram simples rompimento com as teorias antigas. Conceitos antes considerados universais foram reconhecidos como aproximações válidas em domínios específicos. Einstein não rompeu propriamente com o núcleo do eletromagnetismo de Maxwell; mostrou os limites da cinemática newtoniana e construiu uma estrutura espaço-temporal compatível com a eletrodinâmica.

A mecânica newtoniana pressupunha espaço absoluto e tempo universal. A relatividade especial mostrou que a simultaneidade de acontecimentos espacialmente separados depende do estado de movimento do observador. Medidas de duração e comprimento também dependem do referencial, mas suas diferenças são objetivamente calculáveis. Espaço e tempo deixaram de ser cenários independentes e passaram a compor uma estrutura articulada.

As transformações de Galileu, adequadas às velocidades cotidianas, não preservam a velocidade da luz. Foram substituídas, portanto, pelas transformações de Lorentz, que relacionam conjuntamente coordenadas espaciais e temporais. Quando as velocidades são muito inferiores a **c=299792458 m/s,** os resultados relativísticos convergem para os clássicos. A nova teoria explica por que a antiga funciona, ao mesmo tempo que define seus limites.

A relação entre massa e energia também desfez uma separação clássica. Na formulação contemporânea, a energia e o momento obedecem a $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$; que para um corpo em repouso, resulta $E_0 = mc^2$. Reconhece-se, portanto, a dependência da energia e do momento em relação ao referencial.

O eletromagnetismo de Maxwell foi mais preservado do que rejeitado. Suas equações não são invariantes sob transformações galileanas, mas sob transformações de Lorentz[6]. No artigo de 1905, Einstein parte da assimetria interpretativa da indução entre ímã e condutor: o fenômeno depende do movimento relativo, embora a teoria tradicional oferecesse explicações distintas conforme se atribuísse movimento a um ou a outro. A exigência de equivalência dos referenciais removeu essa assimetria (Einstein, 1905).

A relatividade também enfraqueceu o mecanicismo oitocentista, segundo o qual todos os fenômenos deveriam ser explicados por massas, forças e mecanismos materiais. O conceito de campo, desenvolvido por Faraday e Maxwell, adquirira autonomia progressiva. Com Einstein, o campo eletromagnético deixou de necessitar de suporte material imóvel. A realidade física não precisava ser reduzida a engrenagens invisíveis.

A ruptura com o determinismo clássico ocorreu de maneira mais direta com a física quântica do que com a relatividade. Planck introduziu elementos discretos de energia, e Einstein propôs em 1905 que a radiação poderia comportar-se como *quanta*. A mecânica quântica posterior atribuiu papel fundamental à probabilidade. Einstein, contudo, resistiu à interpretação probabilística dominante, procurando preservar causalidade e completude. Isso mostra que

um cientista pode ser revolucionário em um domínio e conservador em outro[7].

Na relatividade geral, a gravitação deixou de ser apenas uma força newtoniana atuando à distância e passou a relacionar-se à geometria do espaço-tempo. Matéria e energia vinculam-se à curvatura, e corpos livres seguem trajetórias definidas por essa geometria. Ainda assim, em campos fracos e baixas velocidades, a teoria recupera os resultados de Newton. A revolução científica preserva aquilo que continua válido e reorganiza seu significado.

5. O BARCO DE FLETTNER: CIÊNCIA, IMAGINAÇÃO E APLICAÇÃO

O texto ‘O barco de Flettner’ parece um intervalo técnico, mas condensa uma tese relevante sobre inovação. Einstein descreve uma embarcação na qual o vento atua sobre cilindros verticais em rotação. O efeito Magnus[8] produz velocidades diferentes no escoamento do ar em lados opostos do cilindro, gerando diferença de pressão e força transversal. Pequenos motores mantêm os rotores girando, enquanto a energia principal da propulsão provém do vento (Einstein, 1981).

Os conhecimentos necessários já existiam: Euler e Bernoulli haviam formulado princípios dos fluidos; Heinrich Magnus investigara cilindros em rotação; Lord Rayleigh observara fenômeno semelhante; Prandtl desenvolvera estudos aerodinâmicos. Flettner percebeu que esses resultados poderiam substituir velas. A invenção nasceu de uma cadeia coletiva de observações, fracassos e associações.

O exemplo mostra que a inovação não ocorre automaticamente quando as condições científicas estão reunidas. É preciso perceber relações que estavam diante de todos, mas ainda não haviam sido articuladas. A criatividade científica depende de preparação, contato com problemas concretos e disposição para experimentar. Einstein transforma essa demora em crítica ao orgulho humano: frequentemente precisamos nos decepcionar com um fato antes de enxergar uma possibilidade retrospectivamente simples.

O barco também demonstra que teoria e aplicação não são opostas. Conhecimentos abstratos podem produzir soluções práticas, enquanto problemas técnicos podem revelar novos sentidos para uma teoria. Todavia, a passagem seguinte do capítulo exige outra pergunta: se a ciência pode converter vento em propulsão, quem decide a finalidade social da capacidade técnica?

6. A DEGRADAÇÃO DO HOMEM DE CIÊNCIA: ONTEM E HOJE

O título da edição analisada é ‘A respeito da degradação do homem de ciência’. Einstein não afirma que o pesquisador tenha perdido competência. A degradação ocorre quando abandona a independência moral e aceita transformar o conhecimento em instrumento cego de interesses políticos, econômicos ou militares. A busca da verdade possui valor próprio, mas a ciência depende de instituições, recursos e governos, criando tensão entre liberdade intelectual e subordinação material.

Einstein formula um paradoxo: a ciência reduziu trabalhos penosos, ampliou a produção e transformou a vida, mas suas descobertas também foram apropriadas para dominação e destruição. O pesquisador pode procurar a verdade e terminar aperfeiçoando

meios de matar. A degradação não está no conhecimento, mas na renúncia à responsabilidade e no refúgio na alegação de neutralidade (Einstein, 1981).

No século XX, duas guerras mundiais, fascismo, nazismo, nacionalismo e armamentos nucleares transformaram o cientista em integrante de estruturas burocráticas. A divisão do trabalho permitiu colaborar com uma tecnologia letal sem assumir responsabilidade pelo resultado completo. Cálculos, componentes, financiamento e emprego militar eram separados, dissolvendo a responsabilidade entre pesquisadores, engenheiros, empresas, militares e governantes (Simões, 2021).

Hoje a advertência alcança sistemas cibernéticos, drones, inteligência artificial, vigilância, reconhecimento de alvos, armas hipersônicas e modernização nuclear. Uma tecnologia pode auxiliar a medicina e a energia ou selecionar alvos e automatizar decisões letais. O *Comitê Internacional da Cruz Vermelha* considera as armas autônomas uma preocupação humanitária imediata e sustenta que seres humanos devem conservar controle sobre decisões de vida e morte (CICV, 2025).

A degradação contemporânea pode ser discreta: ocorre quando eficiência e financiamento se tornam critérios exclusivos; quando universidades ignoram a finalidade de projetos; quando empresas ocultam riscos; ou quando especialistas emprestam autoridade científica a decisões políticas já tomadas. O conhecimento especializado confere poder e, portanto, responsabilidade proporcional.

7. PROJETO MANHATTAN: BRILHANTISMO CIENTÍFICO E INGENUIDADE POLÍTICA

O *Projeto Manhattan* evidencia a distância entre inteligência científica e maturidade política. Reuniu físicos, químicos, matemáticos e engenheiros extraordinários, mas o domínio técnico não foi sempre acompanhado por compreensão equivalente das estruturas às quais entregavam sua capacidade. Resolveram um problema científico sem precedentes e produziram um instrumento cujo controle pertencia ao Estado e ao comando militar.

É injusto condenar indistintamente toda a equipe. O empreendimento mobilizou cerca de 130 mil trabalhadores, muitos sem conhecer sua finalidade completa, e foi dirigido pelo governo e pelo Exército dos Estados Unidos. Entre os cientistas informados, pesava o temor de que a Alemanha nazista desenvolvesse primeiro a bomba. Esse medo era compreensível diante do regime nazista, embora o programa alemão estivesse longe de produzir uma arma. O contexto explica a participação, mas não encerra sua avaliação ética (Fehner; Gosling, 2012).

A ingenuidade política esteve na crença de que seria possível construir tamanho poder e depois persuadir governantes a utilizá-lo prudentemente ou submetê-lo ao controle internacional. Uma vez convertida a descoberta em laboratórios secretos, usinas, investimento industrial e cadeia militar, o controle já não pertencia aos cientistas. Eles dominavam a física, mas não determinavam a política da bomba.

A expressão “burguesia selvagem” pode designar criticamente as elites econômicas, políticas e militares que organizaram o poder

industrial da guerra. Historicamente, contudo, não se deve dizer que os cientistas possuíam a bomba e depois a entregaram à burguesia. O projeto nasceu estatal-militar, financiado pelo governo e integrado à indústria. A ingenuidade consistiu em imaginar que autoridade intelectual no laboratório produziria influência equivalente sobre as decisões do Estado.

Nem todos permaneceram em silêncio. O *Relatório Franck*, de junho de 1945, advertiu que um ataque surpresa contra uma cidade estimularia a corrida armamentista e prejudicaria o controle internacional, sugerindo uma demonstração prévia em área desabitada. Em julho, a *Petição Szilard* pediu que o presidente considerasse as consequências morais do uso da bomba. Essas manifestações provam a existência de dissenso científico, mas chegaram tarde e não alteraram a decisão política.

Pode-se chamar o processo de politicamente ingênuo se o termo indicar a dissociação entre capacidade e consequência: primeiro demonstrar que algo pode ser feito e apenas depois perguntar se deveria ser feito. Não significa ausência de inteligência nem ingenuidade uniforme. O fracasso foi coletivo e institucional pois não se estabeleceram limites democráticos e internacionais antes que a possibilidade técnica se tornasse irreversível.

A dissuasão nuclear supõe que nenhum Estado atacará sabendo que também será destruído. Essa lógica pode ter contribuído para evitar confronto nuclear direto entre grandes potências, mas não eliminou erros, acidentes, falsas advertências e escaladas. Paz sustentada pelo extermínio recíproco é uma suspensão da catástrofe, não uma segurança moralmente satisfatória. A situação continua perigosa.

Isso não torna uma guerra nuclear inevitável, mas confirma que a possibilidade de destruição em massa é real (Sipri, 2026). A humanidade ampliou sua capacidade técnica sem criar governança ética proporcional. O SIPRI registra aumento da centralidade estratégica dos arsenais nucleares e riscos crescentes de erro de cálculo e escalada. Isso não torna uma guerra nuclear inevitável, mas confirma que a possibilidade de destruição em massa é real (Sipri, 2026). A humanidade ampliou sua capacidade técnica sem criar governança ética proporcional.

8. UMA CRÍTICA ÀS GUERRAS

A guerra representa um fracasso radical da razão política e diplomática. Mesmo quando possui causas históricas identificáveis, converte pessoas em categorias abstratas: inimigos, alvos, baixas aceitáveis e danos colaterais. A linguagem técnica distancia a violência; expressões como ‘ataque cirúrgico’ ou ‘neutralização’ podem ocultar corpos feridos, famílias destruídas e deslocamentos forçados (Simões, 2021).

Criticar a guerra não exige atribuir igual responsabilidade a todos. Existem agressões, ocupações, violações do direito internacional e legítima defesa. A *Carta das Nações Unidas* proíbe, como regra, a ameaça ou o uso da força contra a integridade territorial e a independência política, reconhecendo também a legítima defesa diante de ataque armado. A condenação da guerra deve preservar distinções entre agressor e agredido e exigir limites humanitários para qualquer uso da força (Nações Unidas, 1945).

A ciência agrava o dilema porque amplia o poder destrutivo. Maior precisão pode criar a impressão de guerra limpa, mas eficiência

técnica não legitima fins políticos. Uma arma pode atingir o alvo programado e ainda participar de decisão injusta, desproporcional ou destrutiva para a população civil. A precisão do meio não resolve a moralidade do objetivo.

Guerras também desviam recursos que poderiam atender saúde, educação, proteção ambiental, segurança alimentar e desigualdade. Além de destruir o existente, impedem a construção do possível. Laboratórios mobilizados para armas deixam de empregar parte de sua capacidade em problemas indispensáveis à vida.

Os interesses geopolíticos incluem dimensões territoriais, econômicas, energéticas, tecnológicas e estratégicas, nem sempre apresentadas com transparência. Em um ensaio rigoroso, porém, é necessário demonstrar os interesses documentados em cada conflito, e não atribuir indiscriminadamente motivações inconfessáveis. A crítica ganha força quando identifica atores, estruturas e decisões concretas.

O barco de Flettner e a bomba atômica representam destinos opostos da inteligência. No primeiro, conhecimentos acumulados convertem uma força natural em propulsão. No segundo, a mesma capacidade inventiva é subordinada ao extermínio. Uma lei física pode ser moralmente neutra; a decisão de transformá-la em tecnologia, financiá-la e utilizá-la jamais é neutra.

O *Manifesto Russell-Einstein*, publicado em 1955, traduziu essa responsabilidade numa advertência contra as armas de destruição em massa. Sua força não está num pacifismo abstrato, mas no reconhecimento de que a ciência modificou a escala da guerra e tornou possível a extinção humana. A sobrevivência passou a

depender de instituições capazes de impedir que rivalidades políticas acionem um poder irreversível (Russell *et al.*, 1955).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Capítulo V de *Como Vejo o Mundo* apresenta uma visão da ciência fundada em admiração histórica, criatividade e responsabilidade. Einstein reconhece seus predecessores sem transformar a tradição em autoridade intocável. A harmonia preestabelecida representa sua confiança na inteligibilidade do universo, embora a correspondência entre teoria e mundo não decorra de dedução lógica automática. A experiência limita a invenção, mas não substitui a imaginação.

A relatividade mostra o valor do arrojo feito com lápis e papel: foi necessário abandonar éter imóvel, espaço e tempo absolutos e qualquer referencial inercial privilegiado. A ruptura não destruiu Newton nem Maxwell. Delimitou a mecânica clássica e preservou o eletromagnetismo em estrutura mais coerente. A revolução científica madura explica simultaneamente o novo domínio e a eficácia parcial das teorias anteriores. O barco de Flettner revela o lado construtivo da criatividade, enquanto a crítica à degradação do cientista evidencia seu risco político. Conhecimento e técnica ampliam possibilidades, mas não escolhem finalidades. Essa escolha pertence a pessoas e instituições que devem responder por suas consequências.

O *Projeto Manhattan* foi triunfo técnico e fracasso de governança. Não cabe responsabilizar igualmente todos os participantes, mas também não é aceitável absolvê-los sob a fórmula de que apenas faziam ciência. Alguns resistiram; outros confiaram que autoridades

seriam prudentes. A história posterior demonstrou que nenhum poder destrutivo permanece isolado dos interesses geopolíticos. Em nossa avaliação, o cientista se degrada quando renuncia à consciência, e a sociedade se degrada quando confunde capacidade técnica com progresso humano. A humanidade sabe liberar a energia do núcleo atômico, automatizar decisões e alcançar o espaço, mas ainda emprega a guerra como instrumento político. Superar essa contradição exige ciência criativa, instituições democráticas e coragem moral para afirmar que nem tudo o que pode ser construído deve ser construído, e nem tudo o que pode ser usado deve ser usado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMITÊ INTERNACIONAL DA CRUZ VERMELHA (CICV). Preserving human control over the use of force: a call to regulate lethal autonomous weapon systems. Genebra, 12 maio 2025. Disponível em: https://www.icrc.org/en/statement/preserving-human-control-over-use-force-call-regulate-lethal-autonomous-weapon-systems. Acesso em: 6 set. 2026.

EINSTEIN, Albert. Como vejo o mundo. Tradução de H. P. de Andrade. 11. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.

EINSTEIN, Albert. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. Annalen der Physik, v. 322, n. 10, p. 891-921, 1905. DOI: https://doi.org/10.1002/andp.19053221004.

FEHNER, Terrence R.; GOSLING, F. G. The Manhattan Project. Washington, DC: U.S. Department of Energy, 2012. Disponível em: https://www.energy.gov/management/articles/manhattan-project. Acesso em: 6 set. 2026.

HOLTON, Gerald. The thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein. Rev. ed. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2012.

LOOK, Brandon C. Gottfried Wilhelm Leibniz. In: ZALTA, Edward N. (ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall 2020 Edition. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020. Disponível em: https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/leibniz/. Acesso em: 6 set. 2026.

NAÇÕES UNIDAS. Carta das Nações Unidas. São Francisco, 26 jun. 1945. Disponível em: https://www.un.org/en/about-us/un-charter/full-text. Acesso em: 6 set. 2026.

PAIS, Abraham. Subtle is the Lord: the science and the life of Albert Einstein. Oxford: Oxford University Press, 2005.

RUSSELL, Bertrand *et al.* The Russell-Einstein Manifesto. Londres, 9 jul. 1955. Disponível em: https://pugwash.org/1955/07/09/statement-manifesto/. Acesso em: 6 set. 2026.

SIMÕES, E. Albert Einstein: religiosidade e política como valores do homem de ciência. EM CONSTRUÇÃO, número 10, pgs. 300-312, 2021.

STACHEL, John. Einstein's discovery of relativity. College Park: American Institute of Physics, 2005. Disponível em: https://history.aip.org/exhibits/einstein/essay-einstein-relativity.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (SIPRI). SIPRI Yearbook 2026: armaments, disarmament and international security. Oxford: Oxford University Press, 2026. Disponível em: https://www.sipri.org/yearbook/2026. Acesso em: 6 set. 2026.

---

[1] Professor Doutor. Universidade Federal do Tocantins.

[2] Professor Doutor. Universidade Federal do Tocantins.

[3] Professora Doutora. UFT.

[4] Professor Doutor. UFT.

[5] Professor Doutor. UFT.

[6] As **transformações de Lorentz** são equações que relacionam as medidas de espaço e tempo realizadas por observadores em movimento uniforme relativo. Diferentemente das transformações de Galileu, elas preservam a constância da velocidade da luz e mostram que distâncias, intervalos de tempo e simultaneidade dependem do referencial adotado. Constituem a base matemática da teoria da relatividade especial

[7] Vide, por exemplo, EINSTEIN, A.; PODOLSKI, B; ROSEN, N. (1935). A descrição da realidade física fornecida pela mecânica quântica pode ser considerada completa? Tradução de Cláudio Weber Abramo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, São Paulo, UNICAMP, n. 2, p. 90-96, 1981.

[8] O **efeito Magnus** é o surgimento de uma força lateral sobre um objeto que gira enquanto se desloca em um fluido, como o ar ou a água.

Quando uma bola ou um cilindro está girando, sua superfície arrasta parcialmente o ar ao redor: i) de um lado, a rotação acompanha o fluxo de ar; ii) do outro, atua em sentido contrário; iii) essa diferença altera a velocidade e a pressão do escoamento; iv) como resultado, surge uma força perpendicular ao movimento, desviando o objeto. É o que faz: i) uma bola de futebol “fazer curva”; ii) uma bola de tênis mudar de trajetória; iii) certos arremessos no beisebol se desviarem; iv) os cilindros do barco de Flettner produzirem força de propulsão.

No barco de Flettner, o vento passa por cilindros verticais em rotação. O efeito Magnus gera uma força lateral sobre os cilindros. Parte dessa força é aproveitada para impulsionar o barco, cumprindo função semelhante à das velas.