

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

A Filosofia da Ciência de Albert Einstein

Vinícius Carvalho da Silva, Larissa Vargas de Freitas, Marcia Begalli

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9385>

Submetido em: 2024-07-12

Postado em: 2024-07-15 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:


Eduardo Simões (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7375-8574>)



A Filosofia da Ciência de Albert Einstein *The Philosophy of Science of Albert Einstein*


Larissa Vargas de Freitas¹

*Programa de Pós-Graduação em Filosofia
Universidade Federal do Tocantins*

 <https://orcid.org/0009-0008-4657-0531>

Vinícius Carvalho da Silva²

*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Instituto de Física
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

 <https://orcid.org/0000-0002-1061-2727>

Marcia Begalli³

*Departamento de Física Nuclear e Altas Energias – Instituto de Física
Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

 <https://orcid.org/0000-0003-4868-6059>

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo apontar as influências filosóficas presentes nas teorias físicas de Albert Einstein, assim destacar alguns pontos da filosofia da ciência produzida pelo físico filósofo. Sabe-se que ao longo de sua carreira Einstein teve grande influência da filosofia. Em seu texto, *Física e realidade*, relata-se a importância para um físico, de não somente ter uma base filosófica, mas de fazer filosofia, sobretudo nos momentos de crise dos fundamentos da física. Deste modo, a pesquisa consistirá em uma leitura dos textos de Einstein, para assim, chamar a atenção para a importância da filosofia para a pesquisa científica e a elaboração de teorias, principalmente no campo da física.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência. Albert Einstein. Filosofia da Física.

¹ Mestranda no PPGFIL-UFT. E-mail: vargasdefreitaslarissa@gmail.com

² Professor no PPEC-UFMS, no PPGFIL-UFT e na FACH-UFMS. E-mail: vinicius_c_silva@ufms.br

³ Professora no DFNAE-IF-UERJ e pesquisadora no ATLAS Experiment-LHC/CERN. E-mail: marcia.begalli@cern.ch

Abstract

The aim of this paper is to point out the philosophical influences present in Albert Einstein's physical theories, highlighting some points of the philosophy of science produced by the philosopher physicist. It is known that throughout his career Einstein was greatly influenced by philosophy. In his text, *Physics and Reality*, he talks about the importance for a physicist not only to have a philosophical basis, but also to do philosophy, especially at times when the foundations of physics are in crisis. The research will therefore consist of a reading of Einstein's texts in order to draw attention to the importance of philosophy for scientific research and the development of theories, especially in the field of physics.

Keywords: Philosophy of science. Albert Einstein. Philosophy of Physics.

Introdução

*“a ciência sem epistemologia
– na medida em que tal seja imaginável –
é primitiva e confusa”⁴*
Albert Einstein

A filosofia e a ciência têm se distanciado ao longo dos anos cada vez mais, de forma em que para algumas pessoas escapa do pensamento a ideia de que grandes pensadores da ciência como Isaac Newton, e Galileu Galilei eram filósofos da natureza. Ademais o termo, cientista, foi cunhado somente em meados do Séc. XIX com William Whewell na Grã Bretanha, ele próprio um filósofo natural.

Desta forma, neste trabalho busca-se contribuir para a conscientização da relevância da filosofia para a ciência, não só por conta do método científico, mas como também de sua importância para o refinamento acerca do senso crítico e para uma análise dos fundamentos das ciências físicas. De fato, o trabalho filosófico não gera resultados “práticos” como os trabalhos provenientes de algumas ciências, no entanto é a filosofia que melhor oferece recursos para um pensamento crítico. Como por exemplo, foi a leitura de *Tratado da Natureza Humana* de David Hume, que fez com que Einstein abandonasse

¹ (EINSTEIN, apud PAIS. 1995, 12-13).

os axiomas do tempo e do espaço absolutos, e conseqüentemente formulasse a teoria da relatividade.

Sendo assim, pretendemos demonstrar através dos escritos de Albert Einstein, devido a sua importância para a física moderna, o quanto que pressupostos filosóficos influenciaram suas teorias físicas, afim de ressaltar com clareza, a importância da filosofia para a produção do conhecimento científico.

Filosofia e Ciência

Concordo plenamente consigo quanto à importância e ao valor educativo da metodologia e bem assim da história e da filosofia da ciência. Hoje, muitas pessoas — e mesmo cientistas profissionais — parecem-me alguém que viu milhares de árvores mas nunca uma floresta. Um conhecimento das bases históricas e filosóficas fornece aquele tipo de independência dos preconceitos da sua geração que afetam muitos cientistas. Esta independência criada pelo conhecimento filosófico é — na minha opinião — a marca de distinção entre um mero artesão ou especialista e um verdadeiro pesquisador da verdade². (Albert Einstein)⁵

A filosofia e a ciência têm uma grande relação de irmandade, Erwin Schrödinger chega a considerar em seu texto *A Natureza e os Gregos*, que a ciência e a filosofia nascem juntas, com Tales de Mileto na Grécia Antiga. Todos que dedicavam às ciências da natureza na aurora da Ciência Moderna, como Galileu Galilei e Isaac Newton, eram considerados Filósofos Naturais.

Já no sec. XX, temos a figura de um grande físico, pertencente a uma tradição de “físicos filósofos”, Albert Einstein que ficou conhecido especialmente depois de seu ano miraculoso em 1905, quando publicou quatro artigos que viriam a ser considerados revolucionários e fundadores de parte da física moderna⁶, dentre esses estão seu artigo sobre o efeito fotoelétrico, o que lhe renderia mais tarde um Nobel, e o artigo sobre a teoria da relatividade especial, um de seus textos mais conhecidos.

Além disso, parte da importância atribuída as teorias de Einstein se devem ao

⁵ A. Einstein a R. A. Thornton, carta inédita datada de 7 de Dezembro de 1944 (EA 6-574), Arquivo Einstein, Universidade Hebraica, Jerusalém.

⁶ Para um aprofundamento em tal matéria, ver a obra de Stachel sobre o “*annus mirabilis*”. STACHEL, John. *O ano miraculoso de Einstein: cinco artigos que mudaram a face da física*. Alexandre Carlos Tort (Trad.). Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.

fato de elas terem modificado conceitos fundamentais da física, como massa, energia⁷, espaço e tempo⁸, marcando assim uma clara ruptura na forma de pensar da época.

Podemos apontar como parte do grande sucesso das teorias de Einstein, a sua formação filosófica, que bem desde a sua educação que foi um grande diferencial para a forma com que ele fez física, assim como o seu contato com a filosofia kantiana ainda na adolescência, bem como os estudos filosóficos realizados em seus anos de “Academia Olympia”.

Portanto, busca-se com esse trabalho, elencar alguns pontos de uma filosofia da ciência presente nos textos de Einstein. Para tal, pontuamos quatro temas recorrentes nos textos e palestras de Einstein, que acreditamos que sejam essenciais em sua filosofia de ciência, sendo esses: (1) A Filosofia como recurso necessário para a Física nos momentos de crise no nível dos fundamentos; (2) Pluralismo epistemológico; (3) Crítica ao método indutivo na física; (4) A busca por um princípio de unidade: Unidade da natureza e unificação da Física.

Nosso intuito é o de apontar não o Einstein conhecido vulgarmente como o grande “gênio” da física do sec. XX, mas o Einstein filósofo da física, epistemólogo, que trouxe importante contribuição para a filosofia da ciência ao passo em que questionava importantes teses da física.

Einstein e a Filosofia

Os trabalhos físicos de Albert Einstein (1897-1956), constituem parte significativa da base da física moderna. No entanto, o que pouco se discute tanto entre estudantes de física e filosofia quanto pelo público em geral, é o quanto ele contribuiu para a filosofia da ciência. Einstein teve uma significativa relação com a filosofia, tendo ao longo de sua carreira dado grande importância para questões epistemológicas. Segundo Don A. Howard, “A influência de Einstein na filosofia da ciência do século XX é comparável

⁷ Sobre os conceitos de massa e energia em Einstein recomendamos CAPIBERIBE N, R., PEREIRA DE QUEIRÓS, W., & RIBEIRO DA CUNHA, J. A. (2022). Conceito de massa e a relação massa-energia no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. *Revista De Enseñanza De La Física*, 34(1), 9–21. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37933>.

⁸ Sobre os conceitos de Espaço e Tempo em Einstein recomendamos BENTES, A; SILVA, V.C. Da invariância das leis da física à relatividade dos corpos em movimento: entre Leibniz e Einstein. *Síntese*. v. 48 n. 152 (2021). 673-693.

à sua influência na física do século XX” (HOWARD, 2004)⁹. Entretanto, é importante pontuar que Einstein era um físico filósofo, portanto, seus pensamentos filosóficos eram desenvolvidos, na medida em que ele se deparava com problemas referentes a sua pesquisa científica, como a necessidade de definição da “realidade física”, bem como de demais conceitos fundamentais, tais como espaço, tempo, massa, energia, simultaneidade etc.

De antemão, é importante destacar que Einstein fez parte de um grupo de físicos do século XX que tinham nomes como, Max Planck, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, dentre outros, que estavam não só dialogando, como fazendo filosofia da ciência ao passo em que faziam ciência, desta forma esses pensadores enxergavam a física e a filosofia como algo indissociável. Portanto, sua atitude filosófica não era única em sua época, de forma em que podemos dizer que os fundamentos da física moderna foram lançados por físicos filósofos. Portanto, sabe-se que Einstein tinha uma grande relação com a filosofia desde sua juventude. Em suas notas autobiográficas o mesmo assume certa postura filosófica desde sua infância ao questionar a forma dogmática em que a religião era imposta aos indivíduos, ou em sua postura crítica em relação ao sistema educacional da época:

O problema era que, como estudantes, éramos obrigados a acumular essas noções em nossas mentes para os exames. Esse tipo de coerção tinha (para mim) um efeito frustrante. (EINSTEIN, 2019, p.27)

Na ocasião, Einstein indicava a educação mais livre da Suíça como um ensino menos sufocante. Outro fato que cabe destacar, é o seu contato precoce com clássicos como as três críticas de Emmanuel Kant, a obra de Arthur Schopenhauer, além de seu envolvimento com a Academia Olymphia, juntamente com Conrad Habicht e Maurice Solovine. Sabe-se também, que eles estudaram textos como “Tratado da Natureza Humana” de David Hume; “Análise das Sensações e da Relação entre o Físico e o Psíquico” de Ernst Mach, “Sistema de Lógica” de John Stuart Mill e “Ciência e Hipótese” de Henri Poincaré (Howard, 2006).

A leitura desses clássicos foi fundamental para o desenvolvimento do pensamento crítico de Einstein. O próprio físico comenta em suas notas autobiográficas que a leitura das obras de David Hume e Ernst Mach deram-lhe a luz para o desenvolvimento do

⁹ HOWARD, D. A. **Einstein's Philosophy of Science** in The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2004. Disponível em: < <http://plato.stanford.edu/archives/spr2004/entries/einstein-philscience/>>.

pensamento crítico necessário para se questionar axiomas enraizados da época, como o caráter absoluto do tempo e do espaço, tal como era assumido pela física newtoniana (Einstein, 2019). Mais tarde, em um texto sobre Bertrand Russell, Einstein reconhece falhas no pensamento de David Hume, demonstrando assim, sua guinada rumo ao racionalismo. É fundamental destacar que a influência de Hume e Mach sobre o jovem Einstein, ao contrário do que equivocadamente se supõe, não se deve ao empirismo do primeiro e ao positivismo do segundo, mas ao antidogmatismo de ambos. Einstein não foi, mesmo em sua primeira fase, um empirista:

O homem aspira profundamente ao conhecimento certo. E por esta razão, o sentido da obra de Hume nos comove. A matéria bruta sensível, única fonte de nosso conhecimento, nos modifica, nos faz crer, esperar. Mas não pode conduzir-nos ao saber e à compreensão de relações que revelam leis. (EINSTEIN. 2011, p.48).

O grande ponto, é que havia duas grandes correntes epistemológicas. Uma que defendia a produção do conhecimento puro independente das impressões sensoriais, a outra, que limita o conhecimento do objeto de acordo com as impressões empíricas, de tal modo que os objetos são assim como parecem ser. Mas a própria física nos assegura que o conhecimento da realidade, está para além de nossos sentidos. O ponto é, de um lado a impossibilidade de adquirir conhecimentos reais pelo puro pensamento especulativo, de outro lado a descoberta dos progressos dos conhecimentos pela via empírica. Kant através de seu criticismo supera as contradições dessas duas principais tradições filosóficas de sua época, pois para ele, para se conhecer a realidade é necessário o conhecimento empírico, no entanto as experiências só terão sentido se forem organizadas de forma *a priori*, ou seja, antes e independentemente da experiência. Apesar de Einstein não discordar totalmente dessas duas tendências de pensamento filosófico, a saber, *empirismo puro* e *racionalismo puro*, ele admite que ambos parecem insuficientes para fundamentar epistemologicamente o conhecimento científico, e reconhece a teoria do conhecimento de Kant como uma “evolução” em relação a tais escolas:

Kant então propõe um pensamento. Sob a forma em que foi apresentada é indefensável, porém marca um nítido progresso para resolver o dilema de Hume (2011,p.48).

Einstein já havia tido contato com Kant desde sua adolescência. Na verdade, era comum aos jovens germânicos de sua época o contato com uma educação filosófica, portanto, essa mudança epistemológica de Einstein parece ocorrer em consequência ao

desdobramento de suas próprias teorias físicas. Já Sílvio Dahmen chama atenção para a relação de Einstein com grandes teóricos neo-kantianos da época, como Moritz Schlick e Hans Reichenbach. Nesse sentido, Dahmen ainda aponta uma certa discussão que havia em torno da adequação sobretudo da teoria da relatividade geral com a teoria kantiana. As divergências eram quanto a geometria euclidiana, que para Kant estava posta como um conhecimento *a priori*, enquanto na teoria de Einstein essa noção é negada, com a ideia de um espaço-tempo curvo e a utilização de geometrias não-euclidianas (DAHME, 2006. p.3-7).

Einstein e pesquisadores da época procuravam superar essa dicotomia. Neste sentido, em seu artigo *Física e Realidade*, Einstein parece dar uma resposta aos neokantianos:

Parece-me impossível afirmar algo *a priori*, por mínimo que seja, acerca do método pelo qual devemos construir e relacionar conceitos e o modo pelo qual os ordenar com experiências sensíveis. Apenas o sucesso no estabelecimento de um ordenamento de experiências sensíveis é que pode julgar. As regras de associação entre conceitos devem ser simplesmente definidas pois, caso contrário, o conhecimento, no sentido em que o almejamos, seria inatingível. Pode-se comparar estas regras aquelas de um jogo, regras estas em si arbitrarias, mas que só depois de definidas possibilitam que se jogue. Esta definição de regras, no entanto nunca será definitiva, mas antes só poderá reclamar para si qualquer validade na área na qual estiver sendo aplicado no momento (ou seja, não há categorias finais no sentido estabelecido por Kant) (EINSTEIN. 2017, p.67).

A questão fundamental que move Einstein, é a forma como os sistemas axiomáticos são (livremente) construídos e como os conceitos fundamentais se relacionam com a realidade.

A Filosofia como recurso necessário para a Física nos momentos de crise no nível dos fundamentos

Um dos pontos mais evidentes nos textos de Einstein, é a necessidade dos cientistas em recorrer à filosofia, em momentos de crise. Para Einstein, a filosofia é o melhor instrumento para se questionar os fundamentos da teoria, pois é ela que fornece o aparato para a independência de julgamento. A epistemologia é imprescindível, pois ela oferece meios para a construção de uma crítica aos sistemas de conceitos rígidos e leis fundamentais que devido aos seus sucessos, passam a ser tidas como verdades absolutas. Na abertura de um de seus artigos mais filosóficos, *Física e Realidade*, em suas considerações sobre o método da ciência, ele dá grande destaque para a filosofia:

Tem-se dito muitas vezes, e certamente não sem justificativa, que o homem de ciência é um pobre filósofo. Por que, então, não seria correto o físico deixar o filósofo filosofar? Tal pode ser, de fato, a coisa certa em um momento em que o físico acredita ter à sua disposição um sistema rígido de conceitos fundamentais e leis fundamentais que estão tão bem estabelecidos que as ondas de dúvida não podem alcançá-los; mas não pode estar certo em um momento em que os próprios fundamentos da física se tornaram problemáticos como são agora. Em um momento como o atual, em que a experiência nos obriga a buscar um fundamento mais novo e mais sólido, o físico não pode simplesmente entregar ao filósofo a contemplação crítica dos fundamentos teóricos; pois, ele próprio sabe melhor e sente com mais segurança onde o sapato aperta. Ao procurar um novo fundamento, ele deve tentar deixar claro em sua própria mente até que ponto os conceitos que ele usa são justificados e são necessidades. (EINSTEIN 2017, p.65)

Quem deve assumir essa tarefa de filosofar e questionar os fundamentos da física, é o próprio físico. O físico pode até “esquecer” a filosofia em tempos normais, mas é impossível enfrentar as crises que abalam os fundamentos sem se tornar, ele próprio, “físico filósofo”. Nesses momentos cruciais, filosofar se torna parte necessária do trabalho físico. Einstein ainda aponta, em seu texto a importância do físico esclarecer até que ponto os conceitos em que ele utiliza são de fato necessários.

Einstein pontua não só a importância de se ter um pensamento crítico sobre os principais conceitos de seu campo específico, como também a necessidade de se analisar um problema mais primordial, que é a natureza do próprio pensamento.

A ciência em seu todo nada mais é que um refinamento do pensamento comum. É por essa razão que não é possível restringir o pensamento crítico do físico ao exame de seus próprios conceitos de seu próprio campo específico. Ele não pode avançar sem considerar criticamente um problema muito mais difícil, o de analisar a natureza do pensamento comum. (EINSTEIN. 2017, p.65)

Desta maneira, o físico trabalha como epistemólogo, tomando a natureza do conhecimento físico e sua relação com o senso comum, como objeto de investigação e crítica.

Pluralismo Epistemológico

Um ponto importante para entendermos o pensamento filosófico de Einstein, está presente em suas *Notas Autobiográficas* de 1949 escrita para a “Biblioteca dos Filósofos Vivos”, no qual ele discorre sobre a relação de interdependência entre a

epistemologia e as ciências. Nesse texto o que chama atenção é o uso do termo “oportunista sem escrúpulos” para descrever a forma em que os cientistas deveriam adotar uma postura epistemológica absolutamente plural e flexível.

A relação recíproca entre epistemologia e ciência é digna de nota. Eles dependem um do outro. A epistemologia sem contato com a ciência torna-se um esquema vazio. A ciência sem epistemologia é – na medida em que é concebível – primitiva e confusa. No entanto, assim que o epistemólogo, que procura um sistema claro, abre caminho para tal sistema, fica inclinado a interpretar o conteúdo do pensamento da ciência no sentido do seu sistema e a rejeitar tudo o que não se enquadra nele. O cientista, contudo, não pode dar-se ao luxo de levar tão longe a sua luta pela sistemática epistemológica. Aceita com gratidão a análise conceitual epistemológica; mas as condições externas, que lhe são impostas pelos factos da experiência, não lhe permitem deixar-se restringir demasiado na construção do seu mundo conceptual pela adesão a um sistema epistemológico. Ele deve, portanto, parecer ao epistemólogo sistemático um tipo de oportunista inescrupuloso: ele parece *realista* na medida em que procura descrever um mundo independente dos atos de percepção; *idealista* na medida em que considera os conceitos e teorias como invenções livres do espírito humano (não deriváveis logicamente do que é dado empiricamente); *positivista* na medida em que considera seus conceitos e teorias justificados *apenas* na medida em que fornecem uma representação lógica das relações entre experiências sensoriais. Ele pode até parecer *platônico* ou *pitagórico* na medida em que considera o ponto de vista da simplicidade lógica como uma ferramenta indispensável e eficaz de sua pesquisa. (EINSTEIN. 1949, 683-684)

Einstein se refere ao cientista como um oportunista epistemológico devido a necessidade do cientista adotar um pluralismo epistemológico, pois, não cabe ao físico a construção de um sistema epistemológico fechado ou a defesa do mesmo. O físico deve adotar um sistema na medida em que esse favoreça o avanço de seu trabalho científico. É essa visão filosófica que Einstein, aplica na prática em sua forma de fazer física, nota-se aqui que esta é sua principal explicação para a quantidade de influências filosóficas que encontramos em sua biografia. Entretanto, vale também ressaltar que a epistemologia produzida por um físico, de um modo geral, não é sistemática. Por isso, em epistemologia, “tudo vale”, desde que preserve a simplicidade lógica da teoria, e promova o avanço do trabalho científico¹⁰.

¹⁰ Empregamos aqui a “fórmula” que Feyerabend usa em *Contra o Método* ao apresentar seu anarquismo epistemológico, de acordo com o qual, o único princípio metodológico que a ciência segue é “Tudo Vale”.

Crítica ao método Indutivo e dedutivo na física

Outro ponto importante que Einstein desenvolve ao longo de seus textos, é o questionamento em relação ao método indutivo, sendo o principal texto sobre o tema o curto artigo publicado em 1919, intitulado *Indução e Dedução na Física*. Para ele, o método exclusivo de indução não representa grande papel na elaboração da teoria física, pois sem uma opinião pré-concebida – uma carga teórica previamente assumida – o pesquisador não tem capacidade de elaborar uma teoria.

Se de fato o pesquisador aborda as coisas sem qualquer opinião preconcebida, como ele poderia sequer pinçar, dentre a imensa abundância de experiências complicadas, fatos que sejam suficientemente simples para que as leis se tornem aparentes? Galileu poderia nunca ter descoberto a lei dos corpos em queda livre se não tivesse sustentado a opinião preconcebida de que as circunstâncias com que realmente nos defrontamos se vêem complicadas pelos efeitos da resistência do ar, de modo que é preciso focalizar os casos em que a resistência do ar desempenha um papel tão desprezível quanto possível. (Einstein, 1919)

Como resposta a essa crítica em relação a indução como principal método científico, que por sua vez determina o conhecimento como fruto exclusivamente da observação e da realização de experiências, Einstein defende o método de dedução como fruto do pensamento em uma atividade de livre criação. Desta forma, para ele as teorias científicas são inicialmente frutos do livre pensamento, ou da razão, sendo elas posteriormente sustentadas através de experimentos e sucedidas por proposições lógico dedutivas.

Portanto, no sistema de uma física teórica, estabelecemos um lugar para a razão e para a experiência. A razão constitui a estrutura do sistema. Os resultados experimentais e suas imbricações mútuas podem ser expressos mediante as proposições dedutivas. (EINSTEIN. 2011, p. 142)

Esta observação de Einstein chama atenção para o fato de as teorias físicas portanto, partirem de um pressuposto metafísico. No entanto Ivã Gurgel e Maurício Pietrocola pontuam que apesar de propor um livre pensamento, Einstein buscará deixar claro que suas ideias diferem do idealismo, pois ele não abandona uma postura realista (2011, p.33). Einstein defende que a ciência é um refinamento do pensamento comum, pois os conceitos da teoria são extraídos da relação com o mundo, portanto, das experiências sensoriais, que desta forma, são organizadas em nossa mente para assim

tornar o mundo compreensível.

Não devemos, no entanto, considerar o Einstein da maturidade um “empirista”. A ideia, é que os conceitos, frutos da livre criação possam explicar a realidade do mundo sensível. Para Einstein essa conexão entre os conceitos básicos do pensamento comum (Mundo racional) com os complexos de experiências sensoriais (Mundo sensorial) só pode ser compreendida de modo intuitivo, não se prestando a uma determinação cientificamente lógica:

O progresso realmente grande da ciência natural surgiu de uma maneira que é quase diametralmente oposta à indução. A compreensão intuitiva dos aspectos essenciais do enorme complexo de fatos leva o pesquisador a construir uma ou várias leis fundamentais hipotéticas. A partir da lei fundamental (sistema de axiomas), o pesquisador extrai as suas consequências, de maneira tão completa quanto possível, por um método puramente lógico-dedutivo. (EINSTEIN. 2005 [1919], p. 663)

Apesar do texto “Indução de dedução na física” ser relativamente curto, ele carrega três importantes teses da filosofia da ciência de Einstein: (1) a crítica ao método indutivo; (2) a concepção de “progresso” científico através de um método lógico dedutivo; (3) a ideia de que a verdade de uma teoria nunca pode ser provada. Pois nunca se sabe se, mesmo no futuro, não se encontrará uma experiência que contradiga as suas consequências.

A busca por um princípio de unidade: Unidade da natureza e unificação da Física.

Em toda a história da ciência, desde a filosofia grega até a física moderna, verificaram-se tentativas constantes de reduzir a aparente complexidade dos fenômenos naturais a algumas ideias e relações fundamentais simples. Esse é o princípio subjacente de toda filosofia natural (Einstein & Infeld, 2008, p. 53).

Para Einstein, a física é uma tentativa de compreensão conceitual da realidade, considerada como algo independente da observação. Nesse sentido falamos de “realidade física” (Einstein, 1982). Deste modo, a teoria física deve descrever a realidade, independente de conseguirmos observá-la ou não. Segundo Ivã Gurgel e Maurício Pietrocola esse realismo indicado por Einstein é na verdade um abandono do realismo ingênuo, que busca uma correspondência entre construção simbólica e realidade, em detrimento de uma visão em que o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas sim um caminho de acesso a ela. (2011, p.33).

Einstein buscava sobretudo uma teoria capaz de compreender a realidade última da natureza. Durante a sua procura, ele notou que a melhor forma de descrever a natureza, seria através de um princípio formal e universal, como ele mesmo descreveem suas notas autobiográficas.

Gradualmente perdi as esperanças de descobrir leis verdadeiras através dos esforços construtivos, baseados em fatos conhecidos. Quanto mais me dedicava a esse objetivo, mais me convencia de que só a descoberta de um princípio formal e universal poderia levar a resultados seguros e positivos. (EINSTEIN. 2019, p. 56)

Essa busca de Einstein pela “unificação da física” o levou para a teoria da relatividade geral. No entanto para ele, ainda faltava uma teoria que abarcasse também o mundo subatômico. Essa dificuldade, reforçou em Einstein a sua postura crítica quanto à interpretação ortodoxa da mecânica quântica.

Em minha opinião, a teoria contemporânea dos quanta representa a melhor formulação do relacionamento, dados certos conceitos básicos fixos provindos quase todos da mecânica clássica. Entretanto, acredito que essa teoria não oferece um ponto de partida apropriado para o desenvolvimento futuro (EINSTEIN. 2019, p. 85)

Einstein considerava a mecânica quântica uma teoria incompleta, incapaz de descrever mundo real. Desta forma, o físico tornou quase que como um objetivo de vida o de encontrar uma teoria de campo unificado, capaz estabelecer a unidade da física, construindo em um único quadro um todo harmonizado entre relatividade e uma interpretação realista e determinista da mecânica quântica. Em discurso para o sexagésimo aniversário de Max Planck, ele diz que a busca por uma imagem simplificada e clara de mundo, é como uma necessidade humana de escapar da banalidade do cotidiano.

Considerações Finais

Que Albert Einstein foi um brilhante físico é evidente. No entanto ainda é preciso frisar a importância de sua obra filosófica para a epistemologia e a filosofia da ciência. Don Howard enfatiza, a influência de Einstein na filosofia da ciência do século XX é comparável à sua influência na física do século XX (Howard, 2004). De fato, percebemos ao longo dos textos de Einstein importantes teses filosóficas para a história da filosofia da ciência.

Além do mais, suas teses filosóficas foram inspiração para renomados filósofos posteriormente, como por exemplo Paul Feyerabend que parece ter se inspirado na ideia de oportunismo epistemológico para o desenvolvimento de seu conceito de anarquismo epistemológico presente em *Contra o Método*. Também notamos a influência epistemológica de Einstein nos textos de Karl Popper (Crítica do indutivismo, defeas do dedutivismo, princípio de falseamento de teorias, etc) e Thomas Kuhn que em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, também desenvolve a noção de que os físicos devem recorrer a filosofia para uma revisão conceitual no nível dos fundamentos, em momentos de crise. Desta forma, por mais que Einstein não tenha sido um filósofo sistemático, suas considerações filosóficas foram de tamanha importância, que trouxeram à tona importantes debates, posteriormente desenvolvidos pelos mais consagrados filósofos da ciência do século XX.

Referências

- BENTES, A; SILVA, V.C. *Da invariância das leis da física à relatividade dos corpos em movimento: entre Leibniz e Einstein. Síntese*. v. 48 n. 152 (2021). 673-693.
- CAPIBERIBE N, R., PEREIRA DE QUEIRÓS, W., & RIBEIRO DA CUNHA, J. A. (2022). *Conceito de massa e a relação massa-energia no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. Revista De Enseñanza De La Física*, 34(1), 9– 21. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37933>.
- DAHMEN, S. R. *Einstein e a Filosofia. Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 3 - 7, (2006)
- EINSTEIN, A. **Como Vejo o Mundo**. São Paulo: Círculo do Livro Ltda, 1998.
- EINSTEIN, A. **Meus últimos anos: Os escritos da maturidade de um dos maiores gênios de todos os tempos**; tradução: Maria Luiza X.de A. Borges. -2. Ed. – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2017.
- EINSTEIN, A. **Teoria da Relatividade Especial e Geral**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.
- EINSTEIN, A. *Física e Realidade. Rev. Bras. Ensino Física*,v. 28, n. 1,2006, p.9-22.
- EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A Evolução da Física**. Trad. Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.
- EINSTEIN, A. *Indução e dedução na física* (1919). *Scientiae Studia*, 3(4), 663-664.

GURGEL, I., & PIETROCOLA, M.. (2011). *Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein*.

Revista Brasileira De Ensino De Física, 33(1), 1602.

HOLTON, G. 1968. *Mach, Einstein, and the Search for Reality*. *Daedalus* 97 (2),

Historical Population Studies (Spring, 1968): 636-673

HOWARD, D. A. *Albert Einstein as a Philosopher of Science*. **Physics Today** v.58(12), p. 34-40, 2005

HOWARD, D. A. **Einstein's Philosophy of Science** in The Standford Encyclopedia of Philosophy, 2004. Disponível em: < <http://plato.stanford.edu/archives/spr2004/entries/einstein-philsience/>>. Acesso em 02 de novembro de 2021.

PAIS, Abraham. **Sutil é o Senhor: a ciência e a vida de Albert Einstein**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

PATY, M. *Einstein, cientista e filósofo?*. **Estudos Avançados** [online]. 1993, v. 7, n. 19 [Acessado 3 Novembro 2021] , pp. 91-132. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0103-40141993000300003>>

RENN Jürgen. **A física clássica de cabeça para baixo: como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial**. **Rev Bras Ensino Fís** [Internet]. 2005Jan;27(1):27–36.

STACHEL, John. **O ano miraculoso de Einstein: cinco artigos que mudaram a face da física**. Alexandre Carlos Tort (Trad.). Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.

SILVA, Vinícius Carvalho. Einstein e a busca pela unidade lógica do mundo: princípio da relatividade e generalização das transformações de Lorentz. **Griot : Revista de Filosofia**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 194–204, 2024.

Declaração de contribuição dos autores

Larissa Vargas de Freitas redigiu a primeira versão do manuscrito.

Vinícius Carvalho da Silva fez acréscimos e escreveu a segunda versão.

Marcia Begalli realizou a revisão geral e a checagem das fontes.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não terem qualquer conflito de interesse, em potencial, neste estudo e assumem a responsabilidade total pelo conteúdo do artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.