

Racionalismo Crítico: Karl Popper e suas contribuições ao debate epistemológico

Critical Rationalism: Karl Popper and his contributions to the epistemological debate

El Racionalismo Crítico: Karl Popper y sus aportes al debate epistemológico

Recibido: 10/07/2022 | Revisado: 23/07/2022 | Acepto: 27/07/2022 | Publicado: 04/08/2022

Marco Aurélio Clemente Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5630-2209>
Universidad Nacional de Tres de Febrero, Argentina
E-mail: marco.clementegoncalves@gmail.com

Agustín Adúriz-Bravo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8200-777X>
Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Argentina
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Argentina
Universidad de Buenos Aires, Argentina.
E-mail: aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

Resumo

A compreensão de que a epistemologia deve ser considerada uma das principais ferramentas visando a formação de professores(as) dotados de características holistas, desde um ponto de vista técnico, já está consolidada há bom tempo, quer seja no âmbito da formação inicial ou continuada. O principal objetivo deste artigo é chamar atenção dos diversos atores pertencentes a este campo de estudo para a contribuição de Karl Popper e da corrente racionalista ao debate epistemológico, em verdade, inicia-se aqui uma série de artigos a respeito que, posteriormente, tratará de outras correntes da filosofia da ciência. Com a finalidade de contribuir neste aspecto, o presente artigo procura detalhar algumas características do trabalho do filósofo austríaco para além da contextualização que o situa historicamente, tais como: a demarcação da Ciência; o conhecimento humano e a dedução e; o conceito de verossimilhança. O caminho metodológico eleito abarca severa revisão bibliográfica, baseada em manuais introdutórios de filosofia da ciência, bem como, textos clássicos e artigos recentes e de alto impacto na referida área. Como conclusão espera-se colocar em evidência a necessidade de um debate epistemológico coerente e consciente no âmbito da formação de professores com propostas paupáveis e explícitas no projeto pedagógico dos cursos de formação.

Palavras-chave: Epistemologia; Racionalismo crítico; Formação de professores; Ensino.

Abstract

The understanding that epistemology should be considered one of the main tools aimed at training teachers with holistic characteristics, from a technical point of view, has been consolidated for a long time, whether in the context of initial or continuing education. The main objective of this article is to draw the attention of the various actors belonging to this field of study on the contribution of Karl Popper and the rationalist current to the epistemological debate, in fact, here begins a series of articles on which, later, other currents of the philosophy of science will be treated. In order to contribute to this aspect, this article seeks to detail some characteristics of the Austrian philosopher's work beyond the contextualization that places him historically, such as: the demarcation of Science; human knowledge and deduction and; the concept of verisimilitude. The chosen methodological path includes a severe bibliographic review, based on introductory manuals of philosophy of science, as well as classic texts and recent high-impact articles in that area. As a conclusion, it is expected to highlight the need for a coherent and conscious epistemological debate in the context of teacher training with sustainable and explicit proposals in the pedagogical project of training courses.

Keywords: Epistemology; Critical rationalism; Teacher training; Teaching.

Resumen

El entendimiento de que la epistemología debe ser considerada una de las principales herramientas destinadas a formar docentes con características holísticas, desde el punto de vista técnico, se ha consolidado desde hace mucho tiempo, ya sea en el contexto de la educación inicial o continua. El objetivo principal de este artículo es llamar la atención de los diversos actores pertenecientes a este campo de estudio sobre la contribución de Karl Popper y la corriente racionalista al debate epistemológico, de hecho, aquí comienza una serie de artículos sobre los que, más adelante, se tratarán otras corrientes de la filosofía de la ciencia. Para contribuir en este aspecto, el presente artículo busca detallar algunas características de la obra del filósofo austriaco más allá de la contextualización que lo ubica históricamente, tales como: la demarcación de la Ciencia; conocimiento humano y deducción y; el concepto de verosimilitud. El camino metodológico elegido incluye una severa revisión bibliográfica, basada en manuales introductorios a la filosofía de la ciencia, así como en textos clásicos y artículos recientes y de alto impacto en esa área. Como conclusión, se espera

resaltar la necesidad de un debate epistemológico coherente y consciente en el contexto de la formación docente con propuestas sostenibles y explícitas en el proyecto pedagógico de los cursos de formación.

Palabras clave: Epistemología; Racionalismo crítico; Formación del profesorado; Enseñanza.

1. Introdução

Existe há bom tempo, um grande número de publicações que atentam à importância da epistemologia na formação de professores de Ciências. Deve-se ter em conta que o exercício de refletir sobre as ciências é algo que remonta há alguns séculos, contudo, a epistemologia enquanto disciplina acadêmica tem suas raízes ao final do século XIX e se consolida no início do século XX.

Osorio (2001) atesta que o movimento responsável por tal iniciativa fora o positivismo lógico que, à partir do século XIX torna a Ciência o principal objeto de reflexão filosófica. O argentino Gregorio Klimovsky, de forma sucinta afirmava que a epistemologia é uma metaciência, ou seja, uma Ciência que se ocupa da Ciência.

De maneira mais robusta, Adúriz-Bravo *et al* (2002) declaram que a epistemologia tem um valor específico que visa provocar reflexão sobre as ciências. Tal valor específico busca robustecer o conteúdo científico dando-lhe uma representação mais proativa e integral. Cachapuz *et al* (2005, p. 87), por sua vez, manifesta-se no sentido de que uma formação docente que não presta a devida ênfase às questões de cunho epistemológico, conduz à impossibilidade de alcançar muitos dos propósitos prescritos nos seus currículos e, ainda neste sentido, “professores bem (in)formados sobre este conteúdo podem recuperar um mal currículo enquanto os professores com sérias deficiências formativas podem matar um bom currículo”.

Ainda neste ínterim, Pando e Almeida (2021, p. 680) trazem, “a epistemologia não pode ser um termo usado de forma absolutamente trivial e vulgar no contexto científico. Seu emprego deve ser feito de forma consciente e preciso sob pena de não se conseguir extrair de sua utilização todo seu potencial acadêmico-científico”.

No tocante ao racionalismo, boa parte das contribuições desta corrente se dão por contraposição aos princípios empiricistas. Conforme Fonseca *et al* (2020, p. 6) “a origem do caráter racionalista teve sua gênese nas ciências naturais a partir das modificações científicas que ocorreram no século XVI.

O empirismo lógico foi formado por pensadores de diversas áreas e, dada essa natureza, configurou um campo de pensamento muito diferente que provocava severas críticas, até mesmo de seus próprios membros. Nesse contexto, as diferenças entre empiristas e racionalistas são diversas, porém, a principal, sem dúvida, é a concepção da origem das ideias. Como afirma Verneaux (1985), o racionalismo é, justamente, a tendência oposta ao empirismo.

A ligação de Popper ao Círculo de Viena não é algo incomum, embora há quem ateste que tal configuração não corresponde a verdade. Em muitas ocasiões, tal consideração de que teve uma participação efetiva no círculo se deve à publicação de sua obra, *A Lógica da Pesquisa Científica* (1934), publicada em uma coletânea coordenada por Moritz Schlick (Castañón, 2007).

Artigas (2009, p. 80) é mais direto e afirma que o filósofo “não fazia parte do Círculo de Viena nem era neopositivista”, embora compartilhasse várias ideias com o núcleo do movimento e mantivesse uma relação próxima com alguns de seus seguidores, de modo que tanto que ele o fez publicar sua obra mencionada em uma coleção dirigida por eles.

Nesse sentido, Cupani (2009) vai mais longe quando atesta que Popper mantinha diálogo com os participantes mais assíduos do círculo e criticava severamente as teses a eles relacionadas, principalmente aquelas em que se afirmava que a metafísica e a ciência não tinham relação, ou então, à ideia de que a filosofia da ciência consistia na análise da linguagem científica.

Karl Raimund Popper (1902-1994), filósofo e professor, nascido em Viena, e mais tarde naturalizado britânico, é considerado um dos mais importantes filósofos da ciência do século passado. Os pais de Popper eram descendentes de judeus, mas mesmo antes de seu nascimento eles se converteram ao luteranismo. Àquela altura, Viena já se mostrava como um polo

multicultural, porém, a situação dos judeus ali era bastante complexa, não por sua posição na sociedade onde ocupavam lugar de destaque nas classes média ou alta e, além disso, com relevantes posições no campo da economia e da política. No entanto, algo os perseguia. Manifestações antissemitas, por exemplo, tornaram-se comuns e o filósofo, há muito, já se posicionava contra qualquer tipo de nacionalismo. O movimento nacional-socialista logo assumiu o governo austríaco, fazendo com que o filósofo emigrasse para a Nova Zelândia.

Popper sempre se preocupou com questões sociais desde tenra idade. Segundo Artigas (2009, p. 80), "durante a primavera de 1919 ele colaborou estreitamente com os líderes do Partido Comunista de Viena, atraídos por sua propaganda pacifista".

Diante das experiências traumáticas desencadeadas pelos regimes totalitários na primeira metade do século XX e que o levaram à Oceania, Popper buscou redirecionar suas publicações para a esfera social e política e, conseqüentemente, publicou *The Poverty of Historicism* (1936) e *The Open Society and Its Enemies* (1945) com o objetivo de "contribuir para nossa compreensão do totalitarismo e o sentido da luta permanente contra ele", no sentido de expor os fundamentos do totalitarismo, suas estruturas utópicas e historicistas, como além de formar uma forte oposição a esse tipo de movimento.

Popper procurou transferir o conhecimento epistemológico para o campo da política racional. O filósofo parecia flertar com uma sociedade perfeita, segundo Silveira (1996, p. 197), "como todo o nosso conhecimento é imperfeito, sempre sujeito a revisão crítica, qualquer mudança na sociedade deve ocorrer gradativamente para que os erros possam ser corrigidos sem causar maiores problemas". Caso contrário, caberia às Ciências Sociais fazer previsões baseadas na compreensão das leis e leis de uma história teleológica.

Em 1946, sem abandonar suas ideias sobre política, Popper foi para a Inglaterra e procurou concentrar seus esforços, sobretudo, em questões relacionadas ao método e à objetividade da ciência, além, é claro, das exigências condizentes com o status científico, que coloca o filósofo numa condição comprometida com os propósitos "analíticos" de Frege e Russell, o que configura, mais uma vez, alguém que compartilha das ideias de alguns membros do círculo. Resumidamente, são questões relacionadas à teoria do conhecimento, com epistemologia.

A partir daí, lecionou na London School of Economics e, anos depois, em 1949, tornou-se professor da Universidade de Londres, onde ministrou as disciplinas de lógica e metodologia científica. Desde então, o filósofo viu sua carreira decolar. Suas obras são divulgadas e lidas por muitos pensadores e fãs, porém, bastante introvertido e perfeccionista, imputa a si mesmo um processo de autoisolamento.

Proporcionada essa ambientação via contextualização, o presente artigo vem destacar temas importantes e impactantes da corrente racionalista, sobretudo, com relação a demarcação da ciência, ao conhecimento humano e concepção do conceito de verossimilhança.

Com relação, especificamente, à demarcação da Ciência, trata-se de um ponto nevrálgico para toda e qualquer corrente e, em muitas oportunidades desvendam diferenças gritantes entre elas, ou seja, cada qual define para si o que deve ser considerado ou não, Ciência. Para Popper, tal feito é definido através do critério definido por ele como falseabilidade que busca demarcar o que é científico e o que é metafísico, além de, mítico ou poético. Em verdade, isto posto, trata-se de um exemplo cristalino de oposição ao Círculo de Viena, uma vez que, este estabelecia o princípio de verificabilidade como seu *status* de demarcação.

Através do conceito de falseabilidade, o autor pretende potencializar o aspecto inventivo das ciências, mais uma vez, em clara contraposição à inferência que, segundo Popper, o procedimento desde a indução poderia levar a uma mera semelhança de regularidade que, fatalmente, poderia levar a um amontoado de fatos que incorreria na impossibilidade de refutação de uma dada teoria. A resposta de Popper para tal situação culminou na formulação do método hipotético-dedutivo, já que, a simples inferência de enunciados e observação ordinária não levaria ao conhecimento. Em verdade, se apresenta a partir de então um novo panorama dotado de uma certa expectativa, de intenção por parte do cientista em sua busca pelo conhecimento científico.

2. Metodologia

A rota metodológica adotada para as finalidades já elencadas deste artigo diz respeito a uma revisão bibliográfica de caráter narrativo, centrada em manuais introdutórios de filosofia da ciência, artigos recentes publicados em periódicos relevantes e textos clássicos referentes ao período e assunto pertinentes.

Nesse aspecto, como afirma Boccato (2006), o referido mecanismo tem como meta a elucidação de uma questão através de referencial bibliográfico apropriado já publicado, uma vez que, este método busca levantar informações advindas da literatura científica de determinado campo de estudos.

Uma vez que se tem a intenção de fomentar um debate de cunho epistemológico ao ambiente da formação de professores tendo como principal foco os pressupostos de Karl Popper e do racionalismo crítico, uma investigação levada a cabo por meio de revisão narrativa, conforme Silva (2019) e Rother (2007), torna-se imprescindível para descrever e discutir o desenvolvimento do referido assunto sob uma perspectiva teórica e/ou contextual.

O referido caminho utiliza-se de instituir associações com material já produzido com o intuito de indicar novas e atuais concepções naquilo que concerne à respectiva área de estudo, bem como, na demarcação de novos rumos à formação de profissionais em formação.

Assim sendo, torna-se indispensável delinear passo a passo as etapas deste empreendimento que, neste caso, observa às particularidades no tocante aos objetivos, à abordagem e aos procedimentos. No que concerne aos objetivos, refirimo-nos ao estudo exploratório que, conforme Gil (2007) tem a ambição de acrescentar conhecimento no que diz respeito a um fenômeno estabelecido anteriormente. Com respeito a abordagem, aqui consiste numa pesquisa, essencialmente, qualitativa. Em defesa a este tipo de abordagem, vale salientar que, através de uma perspectiva quantitativa, pouco se poderia agregar ao tipo de conhecimento aqui abarcado, o que fere de pronto os objetivos do trabalho. Já sobre os procedimentos adotados, os mesmos se referem a minuciosa coleta de dados bibliográficos, via revisão narrativa destes, até por tratar-se de um tipo de pesquisa que se dá a partir de material já concebido e publicado.

Nesse sentido, uma vez definida a rota metodológica busca-se, apresentar importantes aportes de Karl Popper e da corrente denominada racionalismo crítico ao debate epistemológico estabelecido no âmbito da formação de professores de Ciências (inicial ou continuada).

Aquí se estabelece alguns critérios de inclusão que auxiliam numa melhor compreensão das concepções de Popper e do movimento racionalista desde suas principais ideias relacionadas a aspectos de demarcação da ciência, do conhecimento humano e do conceito de verossimilhança presentes em textos clássicos do autor e do próprio movimento, além de recorrer a manuais introdutórios de filosofia da ciência e publicações relevantes neste aspecto.

3. Resultados

3.1 A demarcação da Ciência

É importante dizer que a obra de 1934, *A lógica da pesquisa científica* (original em alemão: *Logik der Forschung*) demonstra uma especificidade metodológica marcante, pois anuncia uma solução lógica e metodológica alternativa para problemas que, ao mesmo tempo, tanto o O Círculo de Viena e a Escola de Berlim vinham se aproximando por meio de seus representantes mais proeminentes, Carnap e Reichenbach.

É importante retomar as concepções empiristas para uma discussão acerca das mudanças provocadas pelo racionalismo crítico. Para Vilela *et al* (2021), essa ideia empirista com respeito a Ciência foi de suma importância, uma vez que, a humanidade pode experimentar uma expansão vertiginosa dos horizontes do conhecimento.

Quanto à própria filosofia, ao refletir sobre o “estado da arte” dos anos 1930, do ponto de vista epistemológico, é preciso levar em conta alguns fatores marcantes da época e, portanto, sublinhar a importância do Racionalismo Crítico e, sobretudo, suas consequências. A filosofia de Popper trata principalmente de questões relacionadas à teoria do conhecimento, com epistemologia.

A demarcação acaba sendo um tema central para a filosofia popperiana, assim como foi para os empiristas, porém, de contextos bem diferentes. Quando os empiristas projetam seus critérios de verificação, eles o fazem com base no que pode ser considerado significativo ou sem sentido. Na versão de Popper, ele busca determinar tal ruptura com seu falsificacionismo. Afirmar tacitamente o que pode e o que não pode ser considerado ciência traz consigo todo um caminho que terá de ser traçado posteriormente, sem dúvida, uma tarefa árdua.

Voltando a 1934, o filósofo austríaco buscou uma compreensão adequada dos limites entre ciência e metafísica por meio do que chamou de critérios (epistêmicos e metodológicos) de demarcação (chamados por Popper de “problema de Kant”), sob os quais colocou o chamada avaliação de uma dada teoria e, conseqüentemente, busca distinguir proposições científicas daquelas que não o são. Outro ponto importante deste artigo trata do indutivismo (o que Popper chama de “problema de Hume”), sob o fundamento de que se um enunciado não pode ser deduzido logicamente (a partir do que se sabe), no entanto, pode ser logicamente falsificado.

Sobre essa concepção indutivista, Popper faz uma deferência ao filósofo escocês David Hume ao chamar o que hoje conhecemos como problema da indução de “problema de Hume”.

Historicamente, há tentativas de demarcar a ciência da não-ciência desde a antiguidade: na visão de Aristóteles, para uma pessoa ser considerada cientista, ela deve trabalhar com causas e, para isso, usar demonstração lógica, além de reconhecer universais denotando as particularidades dos sentidos (Laudan 1983). A demarcação da ciência pela pseudociência tem tanto razões teóricas (o problema da demarcação é uma perspectiva esclarecedora que contribui para a filosofia da ciência da mesma forma que a análise de erros contribui para o estudo da lógica informal e do raciocínio racional) como razões práticas, a demarcação é importante para a tomada de decisões na vida privada e pública (Mahner, 2007).

Na verdade, esse é o conceito marcante nessa teoria, é a necessidade da falseabilidade dos sistemas teóricos, ou seja, todo conhecimento é provisório, refutável e corrigível. Popper rejeitou (como fez Hume) qualquer lógica indutiva que fosse amplificada, disse ele, qualquer lógica que pudesse fornecer mais insights do que a lógica dedutiva. Como bem disse Popper (1972, p. 34), é “a validade ou verdade de enunciados universais que encontram seu fundamento na experiência, tais como: as hipóteses e os sistemas teóricos das ciências empíricas”. Então a ideia é que se não conseguirmos logicamente, devemos pelo menos tentar falsificá-lo logicamente, o que o levou ao critério de falsificação.

Especificamente aqui, ao tratar do termo verdade, um esclarecimento deve ser feito, pois, o filósofo austríaco, ao buscar desvendar essa premissa com a possibilidade de progresso científico, o próprio autor imputa a necessidade de incorporar o conceito de verdade em suas teses sobre a ciência.

Popper descreve claramente o progresso científico, apenas em Conjecturas e refutações: O Desenvolvimento do Conhecimento Científico, em 1963, quando aponta, “a ideia de verdade pode lançar muita luz sobre a ideia de progresso científico” (Popper, 1994). Antes, na época da publicação de *The Logic of Scientific Research*, a ciência era estabelecida do ponto de vista lógico-metodológico.

O filósofo não o fez por uma simples razão, quando escreveu sua primeira grande obra, não teria à sua disposição uma teoria consistente da verdade e, portanto, seria impossível relacionar o progresso da ciência à noção de verdade. Tal tentativa só se torna possível após a obra de Tarski, publicada em 1944 sob o título *A Concepção Semântica da Verdade e os Fundamentos da Semântica*.

De onde o autor diz:

“A palavra 'verdadeiro', como tantas outras palavras que pertencem à linguagem cotidiana, não é de todo inequívoca. E, a meu ver, os filósofos que trataram desse conceito não contribuíram para diminuir sua ambiguidade. Nas obras e discussões dos filósofos encontramos que são utilizadas diferentes concepções de verdade e falsidade, e temos que indicar qual concepção servirá de base para essa discussão.” (Tarski, 1944)

Ainda em relação à concepção indutivista, as ideias de Popper apontam incapacidades para aceitar os pressupostos, dadas algumas insuficiências do próprio método para fazê-lo.

“O princípio da verificação é incapaz de dar conta da ciência por duas razões: as afirmações da observação (ou protocolo ou base) não são incontroversas, indubitáveis e, além disso, uma série de observações semelhantes e repetidas, por mais que sejam, não conseguem fundamentar logicamente a leis universais da ciência. (Grajales & Negri, 2017)

Ou, nas próprias palavras de (Popper, 1989), “[...] Exigirei, no entanto, que sua forma lógica seja tal que possa ser validada pelo recurso à evidência empírica, em sentido negativo: deve ser possível refutar, por experiência, um sistema científico empírico.”.

Para Popper, aumentar o conhecimento seria a grande tarefa da epistemologia e, para que esse aumento seja percebido e examinado, deve ser feito por meio do aumento do conhecimento científico.

O filósofo apresenta a falseabilidade como substituta da indução como metodologia de pesquisa. De fato, o pilar da epistemologia de Popper está no que o próprio filósofo chama de "assimetria lógica entre verificação e falsificação". A partir de então, fica explícita a relação de que, partindo dos preceitos lógicos fundamentais, jamais seria possível provar a veracidade de um enunciado universal da ciência. Da mesma forma, indica-se que, a partir de um único contraexemplo, é perfeitamente possível demonstrar que uma hipótese é falsa, ou seja, uma exceção não poderia provar uma regra, mas imediatamente refutá-la.

Tais apontamentos levam Popper a afirmar que as teorias científicas podem ter problemas se forem verificadas como postulam os positivistas, portanto, o progresso da ciência não poderia vir de enunciados obtidos pelo método indutivo.

Quanto às tarefas e objetivos da ciência, Popper atesta que são complexos e podem até soar um tanto contraditórios porque, por um lado, tenta buscar a verdade objetiva (propósito do cientista) por meio, principalmente, da supressão de falsidades, por outro lado, o próprio Popper diz que o cientista não pretende descobrir a verdade absoluta, mas revelar teorias científicas mais poderosas que sejam capazes de comprová-la sob testes cada vez mais duros.

3.2 Conhecimento humano e dedução

Obviamente, tudo isso não se concentra, única e exclusivamente, em Popper. Trata-se realmente de uma concentração de autores com ideias compatíveis, pode-se dizer, por um grupo de pessoas que compartilham certa afinidade teórica. Os principais nomes são, além do austríaco, Bachelard (1884-1962) e Fleck (1896-1961), além de seus discípulos, Hans Albert (1904-1973) e John Watkins (1924-1999).

Algumas dessas ideias compartilhadas por esses autores devem ser apresentadas, para que contribuam para uma melhor compreensão dessa corrente. A principal, talvez, se debruce sobre fortes críticas à concepção empirioindutivista da época. Estabelece-se então uma disputa contra esse tipo de máquina analítica que, supostamente, é acelerada a partir de uma aliança "confiável" entre racionalismo e empirismo.

Mais uma dessas tarefas trata especificamente de explicar as indagações, os "mistérios da ciência". Embora este tema tenha sido debatido durante anos sob muitos aspectos, e todos eles foram bem recebidos, cada um em seu tempo, há algo que todos compartilham que concebem que toda explicação supõe uma dedução lógica, cuja conclusão é o que deve ser feito explicar (explicandum) o que se segue das premissas (explicans). “Uma explicação é sempre a dedução do explanandum de certas premissas chamadas explicans” (Popper, 1975).

O que se busca, em suma, é dar mais ênfase aos elementos neo-racionalistas, tais como: intersubjetividade, criticidade, busca da verdade, etc. Essa demanda se baseia em um sujeito político ativo, pensante, comprometido com seu lugar, em seu tempo, preocupado com os valores educacionais e morais e que interage com outros sujeitos, valorizando essa intersubjetividade, a necessidade de consenso que é mediada para debates, discussões e negociações.

Algo muito característico a destacar, no que diz respeito a esses próprios atores, há certa convergência em termos de espírito crítico e autocrítico da comunidade científica e da comunidade epistemológica. Isso se deve ao contexto negativo da política e da economia europeias na época.

Enquanto Popper, o pensador cumpriu todos os requisitos já citados e, além disso, apresentou uma nuance interessante que sobreviveu ao tempo e o tornou famoso e muito requisitado (em leituras) que tratava seu método em sentido amplo, para validar ideias, o falsificacionismo.

Assim, o crescimento do conhecimento humano, segundo Popper, por exemplo, advém dos nossos problemas e das nossas tentativas de resolvê-los. Essas tentativas envolvem a formulação de teorias que devem ir além do conhecimento existente e, portanto, exigem um salto da imaginação. Por isso, dá especial ênfase ao papel desempenhado pela imaginação criativa na formulação de teorias. A prioridade dos problemas na descrição da ciência de Popper é primordial, e é isso que o leva a caracterizar os cientistas como "solucionadores de problemas".

A ideia mencionada acima é que todo intelectual crítico, preparado e comprometido com a ciência da época, deve tentar mostrar que está errado em sua linha de raciocínio. Você deve ser liberal, inventivo e criativo na hora de conjecturar, formular hipóteses e, portanto, usar uma boa dose de autocrítica para refutar suas próprias construções.

“Em primeiro lugar, conjecturamos, inventamos livre e criativamente hipóteses gerais sobre o mundo, quanto mais arriscadas melhor (o objetivo da ciência não é buscar hipóteses mais prováveis, mas mais improváveis). Em segundo lugar, colocamos as hipóteses à prova por meio de testes severos. De nossas hipóteses (e conhecimento prévio) inferimos fatos particulares que podem ser verificados por meio de observação ou experimentação. Se o evento específico previsto não ocorrer, as hipóteses passam no teste e sobrevivem provisoriamente. Tudo o que podemos dizer por enquanto neste segundo caso, pendente de mais testes, é que a hipótese pode ser verdadeira. Novos testes são projetados para refutá-lo até que ele não resista ao teste e seja refutado, caso em que o abandonamos e criamos um melhor que passe em todos os testes do primeiro e outros novos. É assim que a ciência se desenvolve e progride, por tentativa e erro”. (Díez & Moulines, 1999)

Em sua crítica central, o autor “atacou” a questão da indução, já que seus defensores argumentavam a partir da possibilidade de sua justificativa lógica para chegar às leis. Da mesma forma, eles testemunharam (o que já é rejeitado por Díez e Moulines, na citação anterior) que seria razoável chegar, com base em fatos, a teorias científicas consistentes. Com base nesse princípio, a lógica indutiva seria a única maneira de chegar a leis universais.

Em resposta, Popper (1989) procura elucidar, “ora, está longe de ser óbvio, do ponto de vista lógico, que haja justificção em inferir declarações universais de declarações singulares, por mais numerosas que sejam; de fato, qualquer conclusão alcançada dessa maneira sempre pode ser falsa”. Nesse sentido, o autor procura explicar o respectivo argumento com uma analogia muito peculiar: “não importa quantos cisnes brancos observemos, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos”.

Mesmo com afirmações desse tipo, que pode haver múltiplas afirmações derivadas de resultados experimentais ou observacionais, mesmo assim, isso não pode ser justificado, ou seja, é perfeitamente viável chegar a conclusões verdadeiras a partir de premissas absolutamente falsas.

Os indutivistas tinham o papel indispensável de evidenciar e corroborar teorias por meio de suas consequências. Há uma ênfase importante a ser dada ao papel da verificabilidade para os indutivistas, pois a ela foi atribuída a função de justificar a verdade no todo ou em parte de uma determinada teoria.

Popper refuta facilmente o princípio verificacionista, por meio de uma atitude crítica, como parâmetro de delimitação e promove a troca pelo método da falsificação. Essa medida destaca a inviabilidade da indução e, ao mesmo tempo, inaugura o método hipotético-dedutivo e resgata a metafísica como fonte de ideias, destacando sua importância.

“Popper descobriu a partir das teorias físicas de Einstein, diante das verdades inquestionáveis da mecânica de Newton e da eletrodinâmica de Maxwell, bem como de sua atitude para com as de Marx, Freud e Adler, que o próprio Einstein considerava suas ideias como “insustentáveis se não resistissem a certos testes: “Aqui está uma atitude totalmente diferente da atitude dogmática de Marx, Freud, Adler e ainda mais de seus seguidores. Einstein procurava experimentos cruciais, cuja concordância com suas previsões de modo algum estabeleceria sua teoria; enquanto um acordo, como ele próprio foi o primeiro a apontar, mostraria que sua teoria era insustentável. Essa, pensei, era a verdadeira atitude científica. Atitude completamente diferente da atitude dogmática que constantemente tentava encontrar 'verificações' para suas teorias prediletas. Assim cheguei, no final de 1919, à conclusão de que a atitude científica era a atitude crítica, que não buscava verificações, mas contrastes cruciais; contrastes que poderiam 'refutar' a teoria contrastada, embora nunca pudessem estabelecê-la” (Grajales & Negri, 2017)

Do ponto de vista psicológico, há outro grande problema a ser analisado. Poderia haver, por exemplo, uma investigação de uma perspectiva neutra, ou seja, seria possível uma análise sem qualquer influência por parte do pesquisador? Sem suposições? Nenhuma hipótese? Quer dizer, como essa busca pelo conhecimento “verdadeiro” não pode ser preenchida com expectativas por parte de quem a planeja?

Esse questionamento torna-se crucial quando nos concentramos na noção indutivista e no ideal positivista do conhecimento científico, cujo suporte se baseia na chamada “observação pura”.

“Popper, como Kant, acreditava que todos os homens e mulheres são dotados de razão e, portanto, filósofos em potencial. O autor parte dos pressupostos kantianos de que o conhecimento da verdade é inatingível e que nenhuma indução é genuína. Nesse sentido, reforça a ideia de que a observação pura, na qual a mente do pesquisador deve estar livre de suposições e hipóteses, nada mais é do que um mito filosófico”. Couto *et al* (2021).

Portanto, surge outra pergunta: de onde vem a frustração com um experimento "fracassado"? Como explicar tal sentimento que invade o pesquisador, além da frustração pelo que ele mesmo esperava? De acordo com Popper (1975), “todo conhecimento está impregnado de teoria, incluindo nossas observações”.

Popper dá a medida de "profundidade", de "âmbito" de sua teoria quando sustenta que "qualquer falsificação pode, por sua vez, ser provada novamente" (1989).

“O falsificacionismo é, para o Racionalismo Crítico, o novo critério de demarcação entre enunciados científicos e não científicos. Este critério substitui o critério de verificação enfraquecido na delimitação de proposições científicas. Portanto, isso implica uma mudança na visão científica que será absolutamente vital para as afirmações científicas: não é a observação direta de certos fenômenos que deve fornecer as hipóteses a serem testadas. Eles podem ser criados de qualquer maneira possível. O que fará com que se integrem ou não ao campo do conhecimento científico é se geram ou não consequências que podem ser falsificadas. Isso porque eles estão no início do processo, não em sua conclusão. Uma hipótese é falseável se houver alguma afirmação de observação logicamente possível que, se estabelecida como verdadeira, implicaria sua rejeição como falsa.” (Castañon, 2007)

Para esclarecer a questão de como a ciência evolui, em suma, Popper atesta que o conhecimento científico não avança com o advento de novas leis científicas, mas descartando aquelas que contradizem as experiências.

Para ele, a evolução da ciência é resultado de conjecturas e refutações. Os cientistas são responsáveis por propor hipóteses falsificáveis como possíveis soluções para uma dada situação. O próximo passo é testar e criticar as hipóteses conjecturadas em um procedimento contínuo, ou seja, se essas hipóteses forem refutadas, novas hipóteses são elaboradas e novos testes e críticas são aplicados a elas.

Embora nunca se possa ter certeza da veracidade de uma afirmação (já que as tautologias não se referem à experiência e as empíricas nunca são universais), é possível provar que uma afirmação é falsa, e é isso que constitui o princípio da falsificabilidade. Na perspectiva popperiana, uma teoria irrefutável não pode ser considerada científica, pois não pode ser comprovada, portanto, a primeira distinção que pode ser feita entre ciência e pseudociência é que a primeira pode ser refutável, falseável e a segunda não apresenta essa peculiaridade.

A partir de então, as teorias científicas aparecem como pressupostos provisórios que carecem de corroboração por meio da observação e experimentação. É importante notar que o fato de uma determinada teoria não se contradizer não significa que ela seja verdadeira, mas sim que é a melhor teoria disponível no momento.

Voltando ao problema de Kant, Popper se interessou, ao analisar o problema da demarcação, em diferenciar as ciências empíricas de outros tipos de conhecimento, ou seja, do conhecimento não científico, como: metafísica, ciências formais, pseudociências e outros.

Popper ficou profundamente impressionado com as diferenças entre as supostas teorias "científicas" de Freud (teoria psicanalítica) e Adler (da psicologia individual) e a revolução desencadeada pela teoria da relatividade de Einstein na física durante as duas primeiras décadas do século XX. Embora a teoria de Einstein fosse extremamente "arriscada" no sentido de que dela era possível deduzir consequências que, se provadas falsas, teriam falsificado toda a teoria, nada poderia, em princípio, falsificar teorias psicanalíticas, que não são preditivas. (Thornton, 2017)

Em seu Realismo e o objetivo da ciência, Popper (1989) afirma que um marxista não seria capaz de olhar um jornal sem encontrar, em cada página, evidências que constituíssem a verificação da luta de classes, especialmente, mesmo naquilo que não foi trazido pelo jornal. Ao que ele prossegue dizendo que um psicanalista freudiano ou adleriano sem dúvida diria que todos os dias, ou mesmo de hora em hora, ele via suas teorias verificadas por observações clínicas.

Dados seus critérios de demarcação, embora tenha incluído a lógica e a matemática entre os tipos de conhecimento a serem separados das ciências empíricas, é fácil perceber que ambas diferem da metafísica e das ciências empíricas (e das pseudociências) por não constituírem proposições sobre o mundo, mas sim proposições abstratas. Pode-se dizer, portanto, que já existe um critério de diferenciação suficiente para estes.

Essa renúncia ao método indutivo, somada à ideia de fundamentação empírica da ciência realizada por Popper, teve um impacto direto e repentino não apenas na metodologia, mas também na própria epistemologia.

Segundo Rivadulla-Rodriguez (2004):

1. A rejeição da indução significou sua substituição pelo método hipotético-dedutivo como forma característica da metodologia da ciência;
2. O critério neopositivista de demarcação foi substituído pela exigência de falseabilidade no sentido lógico das teorias científicas;
3. A doutrina da fundação do conhecimento com base na certeza foi seguida pela ideia de testes rigorosos de hipóteses e teorias, realizados metodicamente, como a norma por excelência da ciência moderna;
4. Atitudes falibilistas e falsificacionistas substituíram o dogmatismo verificacionista na metodologia da ciência;
5. A ideia da natureza crítica, conjectural ou hipotética do conhecimento tomou o lugar do ídolo da certeza na ciência;
6. Mesmo a avaliação probabilística de teorias foi declarada inviável, a probabilidade indutiva impossível.

3.3 Verossimilhança

O conceito chamado de verossimilhança surge quando Popper encontra, como já mencionado em seção anterior, Tarski e sua teoria da verdade. A intenção do filósofo aqui reside na expectativa de certificar que determinada teoria está mais próxima da verdade do que outra.

Segundo Castañón (2007), a definição de verdade para ambos se concentra na reciprocidade de um enunciado em relação aos eventos aos quais se refere. No entanto, ainda há um critério que esclarecerá categoricamente se determinada teoria é verdadeira ou não, pois seus efeitos são inúmeros, o que impossibilitaria a verificação.

No entanto, Agassi (2011, p.61) afirma que "a ideia de verossimilhança está implícita nos escritos de Einstein desde 1905, quando ele declarou a distribuição da energia do campo segundo a teoria de Maxwell [...]".

Como já apontado nesta seção, a questão da verdade sempre esteve em voga no campo da ciência, porém, dado que o que podemos ter são teorias melhores e que as verdades absolutas nas ciências empíricas são inteligíveis, permanece a questão: o que podemos ter então?

Popper responde a essa questão por meio do conceito de plausibilidade que, em poucas palavras, trata da possibilidade de chegar a teorias cada vez melhores, mais sofisticadas e estáveis e, ao mesmo tempo, afastar-se de falsidades.

Para Watkins (1978), Popper buscava com sua teoria certa profundidade científica com alta capacidade explicativa e, por meio de testes rigorosos. Nesse sentido, o filósofo afirma que uma teoria permanece eternamente conjectural, mas não apenas os argumentos fundamentais contra os quais é avaliada, também conservam essa característica, até porque sua corroboração é provisória.

Essa teoria da corroboração proclamada pelo filósofo austríaco tem a seguinte configuração, segundo Watkins (1978). T é tida como a melhor teoria em uma determinada área e tempo. Para ser confrontada com uma nova teoria T', esta, por sua vez, deve cumprir os seguintes propósitos: (i) como T, esta nova teoria deve satisfazer, pelo menos no mesmo nível, todas as questões impostas a T; (ii) responder perguntas que T não fez; e (iii) elaborar revisões claras sobre as respostas dadas por T, tendo ou não encontrado dificuldades em fazê-lo.

Sem dúvida, a ideia de verossimilhança é simples, porém, na realidade, é insuficiente quando subordinada a uma formalização lógica. Ainda assim, Watkins (1978, p. 41) aborda esta questão de forma firme e direta.

“Sobre a simplicidade da metodologia de Popper, direi três coisas. (i) Popper [1934] forneceu uma medida comparativa de simplicidade empírica que é toleravelmente dura e objetiva. (ii), [...] a razão de preferir hipóteses mais simples é metodológica e não metafísica [...]. (iii) [...] enquanto as teorias indutivistas de confirmação requerem simplicidade, além de consistência lógica e adequação empírica, como terceiro critério independente para avaliação de hipóteses, uma teoria falsificacionista de corroboração dispensa esse terceiro requisito. Opera apenas com a ideia dedutivista de falsificabilidade (da qual sua ideia de simplicidade é uma aplicação especial) e com a ideia de adequação empírica, que interpreta como resistência às tentativas de falsificação”.

Um resultado importante e curioso da plausibilidade é que ela afirma que quanto mais fatos uma teoria pode antecipar, menos provável é que ela seja verdadeira. O que parece conter informações paradoxais, na verdade, busca eliminar tal aparência. A ciência não depende de probabilidade considerável para suas teorias, pois busca teorias melhores, então quanto menor a probabilidade de que uma determinada afirmação seja verdadeira, mais informações ela contém.

4. Discussão

Quanto às contribuições de Popper ao debate epistemológico, ele se destaca por meio de nomes como Lakatos, Feyerabend e Kuhn, a quem incentivou a explorar novos meios de conhecimento.

O primeiro desaprova o que chama de ingenuidade do falsificacionismo de Popper, bem como seus "experimentos cruciais" e a falta de contextualização do esclarecimento do desenvolvimento científico. No entanto, ele usa algumas proposições racionalistas, especialmente a ideia de que o desenvolvimento do conhecimento científico é racional e que a crítica é justamente a atitude ou o meio para esse desenvolvimento.

Segundo Siqueira e Perseguido (2018, p. 43), o conceito de falsabilidade é crucial no processo de “correção, ajustamento e acumulação de conhecimento científico rigoroso”.

Paul Feyerabend, em seu *Against Method*, é provocativo sobre os esforços de Imre Lakatos e Karl Popper para produzir um “instrumento” estruturado de normas que busquem orientar as metodologias e deliberações dos cientistas.

A respeito de Thomas Kuhn, ele estabelece ideias importantes e impressionantes, tais como: paradigma; período normal de ciências; período de crise; entre outros. Foram justamente essas ideias sobre o desenvolvimento da ciência que despertaram as críticas de Popper, como se pode perceber pelo título de sua obra: *A ciência normal e seus perigos*.

“O método científico é, portanto, um método de testar hipóteses, mas testando a ciência não pretende justificar suas hipóteses, mas refutá-las. Isso é racionalismo crítico, fazendo tudo ao nosso alcance para provar que estamos errados. Fazer tudo ao nosso alcance inclui usar toda a lógica que pudermos, mas não há mais lógica do que lógica dedutiva e, portanto, não há mais inferência possível no teste do que o *modus tollens*, a refutação. Se o *modus tollens* não puder ser aplicado porque a previsão foi bem-sucedida, não há mais nada a ser aplicado. A lógica só permite refutar hipóteses, nunca as confirma, nem total nem parcialmente”. (Díez & Moulines, 1999)

Ainda segundo os autores, em relação à fase, “deve-se enfatizar que não se pretende estabelecer apenas como a ciência deve proceder, mas como ela realmente procede. Há um problema lógico de indução, que Hume resolveu de uma vez por todas (ou seja, não há lógica indutiva)”. (Díez & Moulines, 1999)

Apesar de sua proximidade com o movimento neopositivista do Círculo de Viena, Popper provocou uma importante reflexão ao prescrever a essa corrente, contundente e profunda crítica a alguns de seus postulados. Acima de tudo, na busca de uma versão dividida do conhecimento, a partir do qual as proposições científicas, que deveriam ser as únicas devidamente consideradas, por um lado, e por outro, as proposições metafísicas, que em nenhum caso deveriam ser consideradas relevantes. Nesse sentido, segundo Popper, bastaria delimitar rigorosamente o próprio campo da ciência, sem negar a eficácia de outros discursos em campos que não a ciência.

“Haverá teorias testáveis, teorias dificilmente testáveis e teorias não testáveis. Aqueles que não são testáveis não interessam aos cientistas empíricos. Eles podem ser descritos como metafísicos. Aqui devo enfatizar novamente um ponto que muitas vezes tem sido mal compreendido. Talvez eu possa evitar esses mal-entendidos se expor meu ponto agora dessa maneira. Pegue um quadrado para representar a classe de todos os enunciados de uma linguagem na qual pretendemos formular uma ciência; desenhe uma linha horizontal larga, dividindo-a em metade superior e inferior; escreva 'ciência' e 'testável' na metade superior, e 'metafísica' e 'intestável' na metade inferior: então, espero, você perceberá que não proponho traçar a linha de demarcação de tal maneira que coincidir com os limites de uma linguagem, deixando a ciência dentro e proscrevendo a metafísica, excluindo-a da classe dos enunciados significativos”. (POPPER, 1972)

5. Considerações Finais

Claramente, as contribuições de Popper e da escola racionalista não se esgotam aqui. Este trabalho buscou conjecturar a respeito do conhecimento científico a partir dos pressupostos racionalistas e *popperianos*, ademais de apresentar a riqueza e potência de suas obras, com vistas a enriquecer o debate epistemológico nos cursos de formação de professores. Sobre a demarcação da Ciência, por exemplo, Popper estabelece o mecanismo da falseabilidade como uma resposta lógica e metodológica com a intenção de “identificar” aquilo que é e o que não é Ciência.

Quanto ao conhecimento humano, este deve estar centrado no cidadão e na forma deste se relacionar com o mundo, com a devida ênfase nos já mencionados elementos neo-racionalistas e, por conseguinte, resgata a metafísica enquanto importante berço de ideias e introduz o método hipotético-dedutivo em contraposição clara à indução.

Em suma, o racionalismo crítico tinha como concepção filosófica que todo conhecimento humano é conjectural e falível, de modo que verdades indiscutíveis nunca podem ser proclamadas. A posição científica deve se basear em uma posição crítica que, por sua vez, se baseia em contrastes substanciais.

Esse arquétipo do comportamento crítico aparece com Popper porque ele estava certo de tê-lo descoberto da ciência física, e é justamente a partir daí que se manifesta a essência hipotética das teorias científicas.

Enfim, Popper apresenta uma tese substancial e muito significativa quanto ao progresso da ciência que busca romper com os ideais positivistas desde uma abordagem revolucionária da filosofia da Ciência no tocante ao seu posicionamento anti-justificacionista.

Num próximo trabalho, procuraremos abordar possíveis impactos da presença ou ausência desta corrente filosófica e de Karl Popper em documentos oficiais de cursos de formação de professores.

Referências

- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo, M., & Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 465-76.
- Agassi, J. (2011). Verisimilitude. *Discusiones Filosóficas* 12(19):61-86.
- Artigas, M. (2009). Filosofía de la Ciencia. *Ediciones Universidad de Navarra*, Pamplona.
- Bocato, V. R. C. (2006). Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo*, São Paulo, 18(3), p. 265-74.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo, Brasil: Cortez.
- Castañón, G. (2007). Introdução à epistemología. *Editora Pedagógica e Universitária Ltda. – EPU*, São Paulo.
- Couto, F. F., Saraiva, L. A. S., & Carrieri, A. de P. (2021). De Kant a Popper: Razão e Racionalismo Crítico nos Estudos Organizacionais. *Revista Organizações & Sociedade*, 28(96), 57-76.
- Cupani, A. (2009). Filosofia da Ciência. Florianópolis: UFSC, 206p.
- Díez, J. A., & Moulines, C. U. (1999). Fundamentos de Filosofía de la Ciencia: Ariel.
- Fonseca, A. S., Santos, L. L. S., Oliveira, C. S. P., Lima, A. F., Nascimento Filho, J. F., & Rangel Junior, A. (2020). A crise da hegemonia da ciência moderna e a ascensão de um novo paradigma: uma reflexão à luz dos conceitos de Boaventura de Sousa Santos. *Research, Society and Development*, 9(9), e647997744, <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7744>.
- Gil, A. C. (2007). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. (6ª ed.): Atlas.
- Grajales, A. A., & Negri, N. J. (2017). Manual de introducción al pensamiento científico. 1A ED. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, 328.
- Laudan, L. (1983). The demise of the demarcation problem. [In]: Cohen, R. & Laudan, L. (ed). *Physics, Philosophy, and Psychoanalysis*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, pp.111-27.
- Mahner, M. (2007). Demarcating Science from Non-Science, [in] Theo Kuipers (ed.) *Handbook of the Philosophy of Science: General Philosophy of Science — Focal Issues*, Amsterdam: Elsevier, pp. 515-75.
- Osorio, C. R. (2001). Invitación a la filosofía de la ciencia. Invitación a la Filosofía de la ciencia. Universidad de Puerto Rico. Humacao. Puerto Rico
- Pando, D. A., & Almeida, C. C. de (2021). Análise sobre a epistemologia e sua aplicação à ciência da informação. *Informação & Informação*; 26(2); 680-705.
- Popper, K. R. (1972). Conjecturas e refutações. Brasília: UNB.
- Popper, K. R. (1975). Conhecimento Objetivo. São Paulo, EDUSP.
- Popper, K. R. (1989). A lógica da pesquisa científica. 4. ed. Cultrix. (Tradução da 3ª edição, revista e com apêndices, de *The logic of scientific discovery*, 1972).
- Rivadulla-Rodríguez, A. (2004). La Filosofía de la Ciencia hoy. Problemas y posiciones. Perspectivas del pensamiento contemporáneo. [coord.] Juan Manuel Navarro Cordón, Vol. 2, 2004, ISBN 84-9756-231-3, pp. 109-163.
- Rother, E. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm.*, 20(2), v-vi, <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Silva, W. M. (2019). Contribuições e Limitações de Revisões Narrativas e Revisões Sistemáticas na Área de Negócios. *Revista de Administração Contemporânea*, 23(2), 1–11. doi: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019190094>.

- Silveira, F. L. da (1996). A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3): 197 -218, dez.
- Siqueira, V. R., & Persegueiro, A. C. (2018). A “forma-linguagem” utilizada por Karl R. Popper. *Diaphonía*, e-ISSN 2446-7413, 4(I).
- Tarski, A. (1944). La concepción semántica de la verdad y los fundamentos de la semântica. In: *Buenos Aires: Nueva Visión*, 1972.
- Thornton, S. (2017). Karl Popper. [In] *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta, Summer. Metaphysics Research Lab, Stanford University. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/popper/>.
- Verneaux, R. (1985). *Epistemología General o Crítica del Conocimiento*. Barcelona, *Editora Herder*.
- Vilela, M. V. F., Rocha, E. F. da, Silva, V. C., Castro, E. B. de, & Araújo, C. S. O. (2021). Reflexões Históricas e Epistemológicas sobre a trajetória da Ciência e suas implicações para o ensino de ciências: Contribuições do estudo de temas CTS à luz da HFC em prol da superação de imagens distorcidas do trabalho científico. *Research, Society and Development*, 10(9), e55410918422, <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18422>.
- Watkins, J. W. N. (1978). The popperian approach to scientific knowledge. [in] Radnitzky & Andersson, 23-43.