

KARL POPPER: REFLEXÕES SOBRE A LÓGICA DA PESQUISA CIENTÍFICA E AS SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Recebido em: 17/03/2023

Aceito em: 19/04/2023

DOI: 10.25110/educere.v23i1-012

Diego Marlon Santos ¹

RESUMO: O presente estudo nos mostra uma revisão bibliográfica fundamentada na obra *A Lógica da Pesquisa Científica* de Karl Popper, destacando suas contribuições para o Ensino de Ciências. Portanto, foi possível perceber alguns aspectos principais na obra deste autor e a colocação de alguns problemas fundamentais, como: o problema da indução, a prova dedutiva de teorias, o problema da demarcação, a falseabilidade e o problema da base empírica, que consistem em instigações para encontrar critérios que possam reconhecer a importância das teorias empíricas científicas. Neste contexto, foram analisados artigos científicos e livros relacionados na qual os autores abordam esta temática. Nessa perspectiva, constatamos que as teorias podem ser falseadas, onde a partir da dedução das previsões empíricas pelos pressupostos é possível realizar a comparação com o que é observado, podendo também testar por meio de experimentos. Diante disto, Karl Popper destaca um Ensino de Ciências, em que o professor antes de tudo precisa esquematizar os conhecimentos preexistentes dos alunos, como uma estratégia didática possível de ser utilizada em sala de aula. Assim, as contribuições das ideias de Karl Popper vão além do esclarecimento das teorias científicas, pois ajuda-nos a entender que o conhecimento científico não é duradouro, mas de fato temporário.

PALAVRAS-CHAVE: A Lógica da Pesquisa Científica; Teoria do Método Científico; Falseabilidade; Ensino de Ciências.

KARL POPPER: REFLECTIONS ON THE LOGIC OF SCIENTIFIC RESEARCH AND ITS CONTRIBUTIONS TO SCIENCE TEACHING

ABSTRACT: The present study shows us a bibliographical review based on Karl Popper's *The Logic of Scientific Research*, highlighting his contributions to the Teaching of Sciences. Therefore, it was possible to perceive some main aspects in the work of this author and the placement of some fundamental problems, such as: the problem of induction, the deductive proof of theories, the problem of demarcation, falsifiability and the problem of the empirical base, instigations to find criteria that can recognize the importance of scientific empirical theories. In this context, scientific articles and related books were analyzed in which the authors approach this theme. In this perspective, we find that theories can be distorted, where from the deduction of the empirical predictions by the assumptions it is possible to make the comparison with what is observed, and can also test by means of experiments. In view of this, Karl Popper emphasizes a Science Teaching, in which the teacher first of all needs to outline the preexisting knowledge of the students, as a didactic strategy possible to be used in the classroom. Thus the contributions of Karl Popper's ideas go beyond the clarification of scientific theories, as it helps us to understand that scientific knowledge is not enduring, but in fact temporary.

KEYWORDS: The Logic of Scientific Research; Theory of the Scientific Method; Falseability; Science Teaching.

¹ Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM). E-mail: marlonquimica29@gmail.com

KARL POPPER: REFLEXIONES SOBRE LA LÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y SUS CONTRIBUCIONES A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

RESUMEN: El presente estudio nos muestra una revisión bibliográfica basada en el trabajo *La lógica de la investigación científica* de Karl Popper, destacando sus aportes a la Enseñanza de las Ciencias. Por tanto, fue posible percibir algunos aspectos principales en el trabajo de este autor y la presentación de algunos problemas fundamentales, tales como: el problema de la inducción, la prueba deductiva de las teorías, el problema de la demarcación, la falsabilidad y el problema de la base empírica, que consisten en instigaciones para encontrar criterios que puedan reconocer la importancia de las teorías científicas empíricas. En este contexto, se analizaron artículos científicos y libros relacionados en los que los autores abordan este tema. En esta perspectiva, encontramos que las teorías pueden ser falseadas, donde a partir de la deducción de las predicciones empíricas por los supuestos es posible realizar la comparación con lo observado, y también se puede contrastar mediante experimentos. Ante esto, Karl Popper destaca una Enseñanza de las Ciencias, en la que el docente primero necesita delinear los conocimientos preexistentes de los estudiantes, como una estrategia didáctica que se puede utilizar en el aula. Así, las aportaciones de las ideas de Karl Popper van más allá de la clarificación de las teorías científicas, ya que nos ayuda a comprender que el conocimiento científico no es duradero, sino temporal.

PALABRAS CLAVE: La lógica de la investigación científica; Teoría del método científico; Falsificabilidad; Enseñanza de las ciencias.

INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, a compreensão da Ciência nos traz importantes discussões para a sociedade, podemos verificar que as ideias de Karl Popper proporcionam diferentes concepções a respeito do desenvolvimento da Ciência e que exerce uma grande influência em nossa vida cotidiana, podendo ocorrer expressivos debates e conversas sobre as teorias científicas, apontando qual seria o melhor definição relacionada a Ciência e que esteja ciente e coesa a determinados princípios, havendo que contemplar um estabelecido aspecto da sociedade.

Diante disto, Karl Popper faz refletirmos sobre a necessidade dos questionamentos acerca das ações científicas com base em certos padrões e ideologias sociais. Neste contexto, as discussões sobre mudança conceitual encaminham ao entendimento sobre como ensinar e aprender Ciências. Neste viés, vale ressaltar que as ideias de Popper precisam ser respeitadas, e se tornam proveitosas, pois levam a imprescindíveis reflexões e repercussões no Ensino de Ciências, revelando que estão presentes nos pontos de vista e comportamento da sociedade, nos princípios e no sistema político. Desta maneira, a Ciência acaba exercendo uma forte influência no cotidiano das pessoas, de forma a ser

difícil ficar pensando como seria o atual mundo em que vivemos se não houvesse a participação da Ciência no decorrer do tempo.

O presente trabalho tem como objetivo elaborar uma revisão bibliográfica, em que se apresentam as contribuições das ideias de Karl Popper para o Ensino de Ciências, destacando a fundamentação teórica da Lógica da Pesquisa Científica (2013). Por fim, foram analisados artigos científicos e livros relacionados na qual os autores abordam esta temática. Sendo assim, de acordo com Popper temos que procurar a veracidade, ainda que ela em certas situações apresenta-se distante da compreensão de todos.

DESENVOLVIMENTO

Biografia de Karl Popper

Karl Popper nasceu aos 28 de julho de 1902 em Himmelhof, um distrito de Viena, faleceu no dia 17 de setembro de 1994 em Londres, Reino Unido (POPPER, 2013).

Popper foi um filósofo austríaco, que se naturalizou britânico, e desenvolveu teorias que refutavam os regimes totalitários, seja na sua forma nazista ou comunista. Portanto, foi considerado um dos maiores filósofos do século XX e escreveu livros como a “Lógica da Pesquisa Científica” e “A Sociedade Aberta e Seus Inimigos”.

Popper cresceu num ambiente repleto de muitos livros. Seu pai era doutor em direito e se interessava pela filosofia e se dedicava as obras sociais. Nesse tempo, seu pai e o amigo Arthur Arndt influenciaram o jovem Karl a despertar a sua curiosidade por questões filosóficas.

No ano de 1917, Karl Popper realizou sua matrícula como ouvinte na Universidade de Viena e, no ano seguinte, prestou os exames e ali ingressou como aluno regular. Em 1919 e 1920, viveu numa república de estudantes, improvisada em uma parte abandonada de um velho hospital de guerra.

Inicialmente, Popper com seus 17 anos simpatizou com as ideias comunistas, mas depois se voltou contra essa doutrina, por julgar Marx muito dogmático. Criticou a dialética marxista.

De 1922 e 1924 trabalhou como aprendiz de marceneiro. Em 1923 conseguiu a licenciatura, que o habilitou a lecionar em escolas primárias. Em 1924 abandonou o trabalho na marcenaria e iniciou sua carreira docente, registrando suas ideias, mas sem a intenção de publicá-las. Assim, em 1925 ingressou no Instituto de Pedagogia, que visava a uma reforma do ensino de primeiro e segundo graus e admitia, como estagiários, alguns assistentes sociais.

Popper conheceu, em 1926, o filósofo Julius Kraft e passou a discutir com ele vários assuntos relacionados à epistemologia, passando a se interessar por essa área. A epistemologia é a teoria da ciência e tenta reagrupar em uma só doutrina a crítica do conhecimento científico, a filosofia das ciências e a história das ciências. Em 1928 defende sua tese de doutorado, sendo aprovado contra suas próprias expectativas, pois julgava sua tese fraca. No ano de 1929, Popper por meio de um novo exame de licenciatura tem autorização para lecionar matemática e física nas escolas secundárias. Assim, casou-se em 1930 e alguns anos depois, com a publicação do seu primeiro livro, em 1934, teve condição de se tornar filósofo profissional (POPPER, 2013).

Karl Popper foi influenciado pela filosofia do Círculo de Viena, um grupo filosófico formado nos anos 20 que tinha por principal objetivo a unificação do saber científico, e para fazer isso propunha-se a eliminar os conceitos sem sentido e as quimeras da metafísica, que deveria ser distinguida das ciências. A filosofia deles é uma semiótica que estuda a natureza da linguagem da ciência. Compreende uma sintaxe, uma semântica e uma pragmática. Dentre os principais filósofos desse círculo podemos citar Carnap, Ziesel, Neurath, Menger. Em 1930 redigiu o primeiro volume do seu livro, que possibilitou discussões bastante amplas com os integrantes do Círculo. Sendo assim, em 1934, foi publicada uma de suas principais obras, *Logik der Forschung* (POPPER, 2013).

Devido a ascensão do nazismo, Popper em 1937 foi lecionar no Canterbury College, em Christchurch, na Nova Zelândia, e em 1945 foi para Austrália. Quase ao término da guerra, foi convidado em janeiro de 1946 para ser professor na London School of Economics e pôde desenvolver melhor suas teorias de lógica e metodologia das ciências sociais e probabilidades. Criticou o método indutivo e não acreditava na verificação definitiva. Em 1949 visitou os Estados Unidos da América, para ministrar palestras em Harvard. Assim, em Princeton, teve oportunidade de conversar com Einstein e com Bohr (POPPER, 2013).

Desde então, Popper se dedicou em publicar outras importantes obras. No fim de 1972, foi publicado em Londres: *Objective Knowledge: na evolutionary approach e Philosophy and physics* e a sua autobiografia, *The Philosophy of Karl R. Popper*.

Neste contexto, quando Popper se aposentou deixou Londres, para viver em um pequeno subúrbio, bem mais calmo e onde se sentia muito feliz. Mas, continuou se dedicando aos estudos, deixando as sementes fecundas de seu pensamento.

Colocação de Alguns Problemas Fundamentais

Karl Popper diz que um cientista formula enunciados ou sistemas de enunciados verificáveis. Nas ciências empíricas, ele formula hipóteses ou sistemas de teorias, submetendo-os a teste, confrontando-as com a experiência.

Segundo Schmidt e Santos (2007, p. 7) apud Popper (1986, p. 93) “o conhecimento humano consiste em teorias, hipóteses e conjecturas que nós formulamos como produto de nossas atividades intelectuais”.

A lógica da pesquisa científica ou do conhecimento deve analisar os métodos das ciências empiristas, em que se destacam os métodos indutivos. Nesse contexto, Popper critica esses métodos, ressaltando não haver ponto de vista lógico na inferência de enunciados singulares, independente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar isso não justifica que todos os cisnes são brancos. O método indutivo tem a sua validade, mas não tem uma absoluta verdade.

O *Problema da Indução* é uma indagação sobre a validade de enunciados universais que se baseiam na experiência. E muitas pessoas acreditam que a verdade desses enunciados universais é conhecida por meio da experiência. Portanto, toda afirmação com base na experiência é singular, e não universal.

O princípio da indução não pode ser uma verdade lógica, como um enunciado analítico, mas deve constituir-se em um enunciado sintético. Popper (2013, p. 28) salienta que [...] “poderia continuar a sustentar que um princípio de indução é supérfluo e deve conduzir a incoerências lógicas”.

Karl Popper afirmou que Kant não teve sucesso para justificar *a priori* para os enunciados sintéticos. Popper ao citar Reichenbach, que aponta o princípio da indução como meio pelo qual a Ciência decide acerca da verdade do *apriorismo*. Sendo assim, Popper ainda defende a teoria do método dedutivo, em que uma hipótese só admite prova empírica.

Com relação a *Prova Dedutiva de Teorias*, Popper discutirá o caminho entre uma ideia nova, formulada conjecturalmente e a metodologia deve ser concluída por meio do ponto de vista lógico. Portanto, essas conclusões por meio de deduções lógicas são comparadas, para se descobrir as relações lógicas existentes. Popper (2013, p. 31-32) distingui quatro maneiras para submeter uma teoria à prova, são elas: “1º) comparação lógica das conclusões uma às outras; 2º) investigação da forma lógica da teoria; 3º) comparação com outras teorias; 4º) comprovação da teoria por meio de aplicações empíricas [...]”.

Diante disto, em que através de resultados com aplicações práticas e experimentos, procura-se chegar a uma decisão que se for positiva, a teoria foi comprovada, e não terá motivos para contestá-la. Nesse sentido, se a decisão for negativa, esse resultado foi falseado e as conclusões foram logicamente deduzidas.

O *Problema de Demarcação* é a dificuldade de estabelecer um critério que nos ajude a entender a diferenciação entre as ciências empíricas, de uma parte, e a Matemática e a Lógica, bem como os sistemas “metafísicos”, de outras. Assim, podemos notar que para os epistemólogos com tendência empiricista, o empirismo está relacionado com o método de indução e isso se aplica de maneira especial ao Positivismo.

De acordo com Popper os positivistas queriam a aniquilação da Metafísica, pois tinha sido definida como não empírica e que simplesmente reiterou o critério de demarcação de sua Lógica Indutiva. Portanto, temos que compreender que o método indutivista de demarcação falha ao traçar uma linha que separa os sistemas científicos dos metafísicos.

Quando a *Falseabilidade puder ser utilizada como critério de demarcação*, deverão existir enunciados singulares que sirvam como premissas das inferências falseadoras. Popper (2013, p. 38) sugere que “deve ser tomado como critério de demarcação, não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um sistema”. Sendo possível validá-lo através de recursos e provas empíricas. Segundo a proposta de Popper, o empirismo se destaca pela sua maneira de expor a falsificação, de todos os modos possíveis.

Os *Problemas de Base Empírica* são os problemas referentes ao caráter empírico dos enunciados singulares e o modo de submetê-los à prova, nessa perspectiva, dentro da lógica da ciência executam um papel diferente, do que é feito pela maioria dos outros. Pois esses últimos acabam tendo uma relação estreita com a prática da pesquisa, enquanto a questão empírica pertence, de forma quase especial à teoria do conhecimento. Contudo, estes problemas podem provocar o aparecimento de muitas questões obscuras, no que respeita a relação entre experiências perceptuais e enunciados básicos.

Na *Objetividade Científica e Convicção Subjetiva*, Karl Popper não difere de Kant, pois também faz o uso dos termos objetivo e subjetivo. Usando a palavra objetivo para indicar que todo o conhecimento científico deve ser justificado; mas a justificação será objetiva se puder ser submetida à prova e entendida. Desse modo, Popper aponta que as teorias científicas nunca são inteiramente justificáveis ou verificáveis, mas que, contudo, estão sujeitas de serem submetidas a um teste. Popper (2013, p. 41) salienta que

“a objetividade dos enunciados científicos reside na circunstância de eles poderem ser *intersubjetivamente submetido a teste*”.

Segundo Popper, Kant foi, talvez, o primeiro a concordar que a objetividade dos enunciados científicos está estritamente relacionada com o desenvolvimento de teorias, com o uso de hipóteses e de enunciados universais. Kant afirma que o subjetivo está relacionado as nossas convicções. Apenas com a reprodução de certos experimentos, que as observações podem ser submetidas à prova, sendo possível no início para qualquer pessoa.

Popper ainda destaca que os enunciados científicos devem ser objetivos, e os enunciados que estão relacionados à base empírica da ciência deverão também ser objetivos, para que sejam todos submetidos a testes intersubjetivos. Sendo assim, Popper não aceita a ideia de que na ciência existem enunciados verdadeiros, por motivos lógicos, devem ser postos à prova.

O Problema da Teoria do Método Científico

Conforme Karl Popper a Lógica da Pesquisa Científica deve ser reconhecida como a teoria do método científico, em que se projeta para além da análise lógica das relações entre enunciados científicos, corresponde à seleção de métodos, as decisões sobre o modo de manipular estes enunciados. Popper (2013, p. 45) propõe que “se adotem as regras que assegurem a possibilidade de submeter à prova os enunciados científicos, o que equivale a dizer a possibilidade de aferir sua falseabilidade”.

Para Popper as metodologias que serão utilizadas são indispensáveis, dessa maneira, faz o seguinte questionamento: O que são regras do método científico e por que necessitamos delas? Pode existir uma teoria de tais regras, uma metodologia?

As respostas desses questionamentos serão consequência das ações que serão tomadas junto com a Ciência. Portanto, temos questões que se assemelham ao positivismo, e defrontam a ciência empírica com um sistema de teorias científicas que satisfaz os critérios lógicos, como significatividade ou verificabilidade, dando uma resposta, para que os diferentes enunciados empíricos sejam suscetíveis de revisão, de forma que possam receber críticas, havendo a troca por enunciados mais apropriados.

Karl Popper admiti que se impõe uma análise puramente lógica das teorias, análise que não leve em conta a maneira como essas teorias se alteram e se desenvolvem. Contudo, esse tipo de análise não elucida aqueles aspectos das ciências empíricas que eu prezo muito. Popper (2013, p. 45) afirma que “um sistema como o da Mecânica Clássica

poderá ser científico tanto quanto se queira; mas os que o afirmam dogmaticamente, acreditando, talvez, que lhes cabe defender da crítica um sistema de tanto êxito, enquanto não for ele refutado de modo conclusivo”.

Diante disso, a ciência empírica pode ser caracterizada apenas pela estrutura lógica de seus enunciados, e não será possível eliminar aquela dominante forma de Metafísica resultante de se elevar uma teoria científica conservadora ao nível de verdade indiscutível.

Essa concepção, na qual a metodologia é uma ciência empírica, em que o estudo do processo efetivo da Ciência pode ser denominado de naturalista. Certamente, a abordagem naturalista da teoria do método, é valiosa para aquele que estuda a lógica da ciência, pois o seu interesse acaba refletindo no seu aprendizado. Mas, Popper diz que não acredita ser possível comprovar, por meio de métodos da ciência empírica, questões já contestadas como a de saber se de fato a ciência utiliza ou não o princípio da indução, que está longe de oferecer uma verdade pura o lógica. Popper (2013, p. 47) salienta que “minhas dúvidas aumentam quando me dou conta de que será sempre questão de decisão ou de convenção saber o que deve ser denominado *ciência* e quem deve ser chamado de *cientista*”.

As *Regras Metodológicas Apresentadas como Convenções*, podem ser apontadas como regras do jogo da ciência empírica. Dessa forma, se distinguem das regras da lógica pura, como destas diferem as regras do xadrez, que poucos encarariam como parte desta lógica. Segundo Popper do mesmo modo que o jogo de xadrez pode ser estabelecido em função das suas próprias regras, a Ciência pode ser definida através de regras metodológicas. Portanto, cabe proceder a organização dessas regras de maneira sistemática. Então, deve-se introduzir uma regra máxima, que sirva como um tipo de lei para definir o objetivo das demais regras, ou seja, uma regra acima de qualquer outra. Logo, trata-se de uma regra soberana do processo científico e reconhece que as outras necessitam ser desenvolvidas de modo a não proteger contra o falseamento qualquer de enunciados ou teorias científicas.

Alguns Componentes Estruturais de Uma Teoria da Experiência

Teorias

As teorias científicas são consideradas enunciados universais e a lógica do conhecimento científico corresponde a uma dessas teorias. Segundo Popper (2013, p. 53) “as teorias são redes lançadas para capturar aquilo que denominamos o mundo: para

racionalizá-lo, explica-lo, dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreitas”.

Karl Popper aponta duas diferentes espécies de enunciados, sendo itens fundamentais para a explicação causal, sendo: os enunciados universais e singulares. O autor expõe um conjunto de teorias, que ajudam no processo de compreensão, fundamentação e controle, do universo.

Com relação ao *princípio da causalidade* é a certeza de que todo e qualquer fenômeno pode ser causalmente justificado, podendo ser dedutivamente previsto. Desse modo, saindo da causalidade, esclarecimento e da conclusão das práticas, tal como dos princípios da dedução, Popper salienta que é importante compreender uma regra simples que vale para os enunciados universais e singulares, e ordena para que não se afaste dos estudos sobre as leis universais e da metodologia teórica adequada. Ao investigar a diferença entre os enunciados, percebemos que podem ser de ordem estrita ou numérica, se caracterizando como totalmente universais e existenciais.

Popper (2013, p. 61) ressalta que “os enunciados em que só ocorrem nomes universais e não ocorrem nomes individuais serão aqui denominados estritos ou puros”.

Sob este olhar, podemos dizer que os enunciados estritos ou puros, sejam existenciais, não sofrem restrições quanto ao local e tempo. Portanto, não menciona uma área específica, insuficiente e espaço-temporal. Sendo assim, esse é um motivo que explica por que os enunciados estritamente existenciais não são falseáveis. Por fim, não é possível analisar todo o mundo para verificar que algo não existe, nunca existiu e nunca existirá.

Falseabilidade

Karl Popper realizou críticas a ciência indutivista e com seus métodos de investigação na verificação para reconhecer algo científico. Popper destaca a proposta de adotar a falseabilidade, e aponta que uma teoria pode ser considerada científica quando é falseável, ou seja, quando é possível prová-la falsa. Portanto, essa definição ficou conhecida como falseabilidade ou refutabilidade.

Conforme Popper (2013) o que não é falseável ou refutável jamais será afirmado científico. Nesse contexto, podemos dizer que as teorias da gravitação universal de Isaac Newton são consideradas científicas, pois podem ser definidas por meio de equações que relatam os campos gravitacionais. Contudo, as teorias de Newton também são falseáveis, pois Einstein quando criou a Teoria da Relatividade provou que a Teoria de Newton da

gravitação universal não era apropriada para velocidades próximas à da luz, ou seja, esclareceu que a luz era atingida pelos campos gravitacionais.

Logo, o autor expressa distintos níveis de falseabilidade, apoiado na observação do conteúdo empírico, que cresce com o seu grau de falseabilidade, portanto, quanto mais um enunciado restringe mais ele expõe a respeito do mundo empírico. Nesse contexto, as teorias podem ser falseadas, onde a partir da dedução das previsões empíricas pelos pressupostos é possível realizar a comparação com o que é observado, podendo também testar por meio de experimentos.

O método da falseabilidade de Popper pode ser dado como convencionalista, entretanto diferentes dos tradicionais ao compreender que os enunciados determinados através do consentimento, se mostram de forma singular e não de forma universal. Do mesmo modo, observamos que a falseabilidade se distingue ao destacar que as informações verdadeiras não podem ser comprovadas meramente por situações, mas também, através do consenso. Ao refletir sobre o método falsificacionista o autor ultrapassa o problema da indução. Diante disso, o objetivo da experimentação de uma teoria científica não deve ser a de confirmar a veracidade dessa teoria, mas de falseá-la. Melhor dizendo, deve procurar deixar cair essa teoria (POPPER, 2013).

Popper ressalta que a durabilidade das inferências não poderia se apoiar numa mentalidade indutiva, nem a ciência em processo indutivo, visto que a exterioridade do mundo não é capaz de comprovar qualquer teoria que tenha enunciados universais. Portanto, para tal resposta temos o método hipotético-dedutivo, em que as teorias possuem enunciados universais, assim como condições iniciais e pressupostos auxiliares, que causam a dedução de previsões. Sendo assim, podemos dizer que o erro é o motor da ciência, ou seja, a capacidade de provar algo que é verdadeiro é aquela que assegura a necessidade da falsidade lógica do enunciado. Por fim, uma teoria científica apenas será válida enquanto não houver uma sentença na observação que falsifica o que a teoria põe (POPPER, 2013).

Podemos concluir que na concepção de Popper o conhecimento científico deve ser entendido como temporário, conjectural, enquanto uma teoria, para ser científica, necessita carregar em si a perspectiva de ser verdadeira ou falsa. Rufato e Carneiro (2009, p. 270-271) salientam que “de acordo com Popper, a ciência continua tendo nos experimentos algo, mas não, como na concepção positivista, para confirmar as teorias como verdadeiras, e, sim, para testá-las com o objetivo de comprovar sua qualidade”.

Portanto, para ser possível encontrar a verdade da realidade, por meio da refutação das premissas, depurando os erros, tal refutação não é definitiva para Popper, uma vez que seu caráter é hipotético, tal como suas provas encontradas empíricas, baseando-se em teorias que somente podem ser refutadas, mas não verificadas.

O Problema da Base Empírica

O problema da base empírica está relacionado com o caráter empírico dos enunciados singulares e como podem ser falseados ou colocados a prova. Nessa perspectiva, observamos que no sensualismo epistemológico os enunciados científicos empíricos, relatam sobre as experiências. Popper (2013, p. 82) afirma que “podemos distinguir o enunciado verdadeiro, aquele cujos termos estão em concordância com a experiência, do enunciado falso, aquele cujos termos não concordam com a experiência”. Popper ainda dá um exemplo sobre se a cor da mesa é azul ou verde, isto se deve a nossa experiência sensorial, em que por meio do sentimento de concordância conseguimos diferenciar o enunciado verdadeiro, em que os termos estão de acordo com a experiência, enquanto que o enunciado falso não concorda com a experiência.

Popper (2013, p. 91) salienta que “no que concerne o psicologismo, admito que a decisão de aceitar um enunciado básico e dá-lo por satisfatório está causalmente relacionada com nossas experiências – em especial, as nossas experiências perceptuais”.

Karl Popper tenta deixar claro o conceito deste problema da base empírica justificando que ele ocorre especialmente, com a união das experiências perceptivas com os enunciados básicos, que alegam uma falseação empírica, do qual constantemente tentam assegurar a comprovação por meio das experiências perceptivas.

Por fim, uma solução para o problema da base empírica, seria o distanciamento das experiências subjetivas, referentes ao campo da psicologia, das relações lógicas objetivas, aqueles enunciados que possam ser falseados.

Graus de Testabilidade

Neste capítulo, destacam-se as teorias que podem ser submetidas a avaliações de maior ou menor rigor, para provar o grau de falseabilidade. Portanto, foram comparados os graus de falseabilidade ou testabilidade que são fundamentais para a escolha das teorias.

O grau de testabilidade de uma teoria está rigorosamente relacionado ao tanto de conteúdo empírico propagado por ela, e quanto maior a quantidade, maior também será a soma de enunciados básicos impedidos por ela. Portanto, uma teoria que anunciava bem mais informações com relação ao mundo empírico, terá menos chance de escapar da falsificação. Deste modo, Popper (2013, p. 99) ressalta que “a quantidade de informação empírica veiculada por uma teoria, ou seja, seu conteúdo empírico cresce com seu grau de falseabilidade”. Assim, verificamos numa teoria com maior conteúdo empírico é também uma teoria com o maior grau de universalidade e de precisão possíveis.

Conforme Karl Popper, a ciência teórica procura obter teorias que sejam ainda mais testáveis. O cumprimento às condições metodológicas que favorecem graus de universalidade é importante para alcançar os objetivos da ciência. De tal maneira que o grau de testabilidade de uma teoria é, pois, critério para a prática de escolhas entre teorias competitivas. Nessa perspectiva, os problemas que devem ser solucionados devem estar relacionados estreitamente com o grau de testabilidade.

Simplicidade

Outro alvo almejado por Popper no contexto de comparação entre graus de testabilidade de teorias era a simplicidade. Dessa forma, a simplicidade pode ser muito utilizada em sentidos diferentes, sendo uma característica a ser analisada na seleção por teorias sem, entretanto, demonstra obviamente seu aspecto ou sua aplicação diante da perspectiva epistemológica.

Para Schlick (1965) apud Popper (2013, p. 122) “ainda que sintamos incapazes de explicar o que realmente se pretende dizer com simplicidade, é importante reconhecer que todo o cientista que obteve êxito ao representar uma série de observações por meio de uma fórmula bem simples... se convence imediatamente de que descobriu uma lei”.

Sob a ótica do autor, o conceito de simplicidade estaria relacionado com algo vago, em que não é possível definir todas as relações de causa e nem definir de maneira correta uma lei, tendo a função de possibilitar o grau de regularidade dos fatos.

Popper (2013, p. 124-125) afirma que “todas as questões epistemológicas que se colocam em conexão com o conceito de simplicidade podem ser respondidas, se igualarmos esse conceito ao de grau de falseabilidade”. Sob esta ótica, as teorias de menor expressão são mais facilmente falseáveis do que as de maiores expressões.

Por causa dos obstáculos com relação ao uso do conceito, Popper aponta o problema da simplicidade. Portanto, uma maneira de eliminar os obstáculos epistemológicos amarrados a esse problema é igualar o conceito simplicidade ao de grau de falseabilidade.

Sendo assim, Popper relata que é possível justificar as razões da simplicidade e porque é tão almejada pela ciência, estando de olho no conhecimento, e enunciados simples que devem ser muito mais apreciados do que os menos simples, de modo que os enunciados mais simples têm uma grande quantidade de conteúdo empírico e também são propensos a testes mais rigorosos.

Probabilidade

Dentre os vários importantes filósofos do século XX, as ideias de Karl Popper contribuíram para as discussões filosóficas sobre as probabilidades, portanto, desenvolve ideias originais que foram mais tarde submetidas a avanços e debates. Nesse contexto, Popper se preocupou em solucionar duas grandes tarefas: a primeira é a de proporcionar fundamentos novos para o cálculo de probabilidades, e a segunda é a de elucidar as relações entre probabilidade e experiência ou buscar a solução do problema da decisibilidade dos enunciados de probabilidade.

Atualmente, o conceito de probabilidade está relacionado a aplicação do conhecimento matemático em problemas abrangendo a incerteza e a previsão de eventualidades, por meio do cálculo de probabilidades. Portanto, a teoria da probabilidade foi motivo de bastante polêmica no cenário da Física, principalmente no que refere se a mecânica estatística e a mecânica quântica. Mas, suas ideias desempenharam um papel crucial na física moderna. Assim, na epistemologia e na filosofia da ciência, os problemas relacionados a indução e a causalidade puseram, além disso, o tema sobre a interpretação da probabilidade.

De acordo com Popper (2013, p. 133) “uma interpretação subjetiva da teoria da probabilidade é sugerida pelo uso frequente de expressões de sabor psicológico, tais como “expectativa matemática”, ou digamos, “lei normal de erro”, etc.; em sua forma original, essa interpretação é psicológica”. Enquanto que na interpretação objetiva Popper

(2013, p. 134) “considera todo o enunciado de probabilidade numérica em termos de enunciado acerca da frequência relativa com que um evento de certa espécie se manifesta, dentro de uma sequência de ocorrências”.

Diante disto, podemos entender que no ponto de vista de Popper a interpretação objetiva era capaz de esclarecer os cálculos de probabilidades presentes na ciência empírica. Contudo, a teoria subjetiva esta hábil a proporcionar um resultado coerente para o problema de como apreciar os enunciados de probabilidade, mas como não são empíricos, esta solução torna-se inviável quando recordamos que os físicos realizam o uso da teoria da probabilidade.

Sendo assim, esse método de definir a probabilidade só é possível depois de desenvolver uma teoria da frequência. Dessa forma, retornamos ao problema da interpretação da probabilidade, mas neste momento, o duelo entre as teorias objetiva e subjetiva, que inicialmente parecia decisivo, pode ser completamente abolido pela definição, algo comum, da probabilidade formalmente singular.

Conclui-se que o estudo da compreensão de frequência e das ideias com base em provas que sejam conscientes ou não, torna-se uma condição fundamental, especificamente na filosofia do risco. Neste sentido, o avanço da probabilidade numérica, de acordo com os acontecimentos históricos, teria tido, enfim, uma explicação convincente com a mudança da relação psicológica entre um mundo de ordem divina e outro entregue à razão humana.

Algumas Observações a Respeito da Teoria Quântica

Karl Popper através da probabilidade introduz ferramentas que podemos colocá-las a prova, empregando-as a um dos obstáculos recentes da ciência moderna. Por meio desse processo Popper tentará investigar e justificar certos pontos incompreensíveis da teoria quântica no momento atual.

A investida corajosa de Popper de analisar através de procedimentos filosóficos ou lógicos um dos principais obstáculos da Física é capaz de causar a desconfiança dos físicos. Portanto, a expectativa de Popper é ter a possibilidade de ultrapassar as ideias destes cientistas, mas, em toda divisão da ciência, aparecem dúvidas especialmente de caráter lógico. Mas, isso demonstra que os atraídos pela física quântica estão envolvendo-se insistentemente em debates epistemológicos. Portanto, isso quer dizer que muitos físicos perceberam que a resposta para alguns problemas não solucionados, deverá ser

encontrada em um território sob disputa entre partes que não o ocuparam, portanto, essas partes envolvidas são conhecidas como a Lógica e a Física (POPPER, 2013).

Popper estava realmente animado em compreender os problemas relacionados a Teoria Quântica, e não fazia muito tempo que tinha sido elaborada, portanto, faz críticas ao movimento positivista que influenciavam os físicos, inclusive, Heisenberg que é criticado por proteger as relações que acompanham o seu nome, pois apontam problemas sobre a determinação de algumas grandezas físicas. De acordo com Popper estas relações, tal como a compreensão estatística da função de onda, foram importantes para anunciar a disseminação de informações estatísticas, relações de divulgação, de dados experimentais, assim, temos que entender que esta é uma concepção que corresponde a interpretação sobre a teoria da probabilidade (POPPER, 2013).

Portanto, esta interpretação além de coesa com as ideias de Karl Popper, era evidentemente objetivista, por isso tanto lhe agradava. Contudo, ela expõe às dificuldades em compreender se as relações de incerteza de Heisenberg tinham importância quando empregadas a fenômenos singulares, um obstáculo que Popper só viria a identificar muitos anos depois, quando criou a interpretação propensional da probabilidade.

Quando Popper assumiu uma posição importante no campo intelectual da filosofia de ciência, ainda mais sendo um membro crítico, do movimento positivista centrado no Círculo de Viena, portanto, não conseguiu impressionar e nem convencer durante as discussões sobre a interpretação da Teoria Quântica. Sendo assim, Popper afirma isso em sua autobiografia e relata que ficou desanimado com a sua falha técnica, sobre a ponderabilidade, na Teoria Quântica, com relação a grandezas como posição e quantidade de movimento.

Diante disto, o desânimo sentido por Popper foi a expressão de um determinado contexto intelectual. Mas se atualmente, existem vários estudos interessantes sobre a história deste processo, isto se deve a compreensão de Niels Bohr que teve influência marcante para o reconhecimento das ideias de Popper pelos físicos da época.

Por fim, as críticas de Popper sobre a Teoria Quântica foram compartilhadas anos mais tarde, por cientistas que revolucionaram a física com as suas teorias, entre eles, Albert Einstein, Erwin Schrödinger e Louis de Broglie.

Corroboração ou Como uma Teoria Resiste a Testes

No pensamento de Karl Popper as teorias não são investigadas, entretanto, são capazes de serem corroboradas. Várias as experiências aconteceram para que fossem

explicadas as teorias, para alcançar maior precisão. Dessa forma, desenvolveu-se a lógica indutiva e em vez de debater a probabilidade de uma teoria, temos o dever de verificar as provas, que rejeições essa hipótese foi capaz de derrotar. Por isso, Popper busca por meio dos testes, investigar até que ponto a hipótese tornou-se inalterada e como foi corroborada.

De acordo com Popper (2013, p. 235) “ao apreciar o grau de corroboração de uma teoria leva-se em consideração seu grau de falseamento. Quanto mais passível de teste, tanto mais uma teoria poderá ser corroborada...”.

Nesse contexto, uma teoria corroborada sobrevive aos testes designados para falsificá-la. Portanto, este tipo de teoria deve ter um bom conjunto de conceitos e ideias empíricas que seja capaz de delimitar aquilo conforme as suas previsões, devendo ser aprovado em testes sérios e rigorosos. No entanto, ser corroborada não quer dizer que a sua veracidade foi provada nem que é provável que seja real.

Popper (2013, p. 241) afirma que “uma teoria que mereceu ampla corroboração só pode ceder passo a uma teoria de mais alto grau de universalidade, ou seja, a uma teoria passível de submeter-se a melhores testes e que, além disso, abranja a teoria anterior e bem corroborada”.

Sendo assim, se a teoria não foi refutada, é importante que se prossiga, para que mais adiante possa ser desmentida ou até mesmo encontrar uma com maior perfeição. Por fim, a qualquer instante uma teoria pode ser refutada com modernos testes, até que se chega num momento em que ela acaba resistindo aos testes usados para refutá-la.

As Contribuições das Ideias de Karl Popper Para o Ensino de Ciências

As ideias de Karl Popper permitem reflexões sobre os fundamentos da Ciência, e além do mais, nos traz discussões sobre as transformações que ocorrem na sociedade atual, envolvendo questões sociais, políticas e econômicas, havendo uma atenção especial ao Ensino de Ciências.

Segundo Ellwanger, Alves e Fagan (2016),

Karl Popper acredita que o método indutivista de produção e de Ensino da Ciência continua dominante entre os professores e cientistas. Isso pode ser facilmente encontrado nos livros didáticos, em que são feitas “reconstruções racionais” da criação das teorias a partir dos fatos. Outro exemplo são as atividades experimentais, em que os alunos são levados ao laboratório para aprenderem como as teorias são construídas a partir dos fatos, ou para verificarem a verdade das teorias. Nesse sentido, faz-se urgente uma mudança de concepção (ELLWANGER; ALVES; FAGAN, 2016, p. 24).

Sob este viés, Popper nos mostra que o indutivismo ainda é predominante no Ensino de Ciências principalmente quando os professores procuram seguir os roteiros das atividades experimentais de certos livros didáticos. Sendo assim, as ideias de Popper na perspectiva do Ensino de Ciências contribuirão para reflexões sobre as definições de Ciência, podendo influenciar no processo de ensino e aprendizagem em que tanto professor e aluno estão envolvidos.

Neste contexto, se os professores utilizarem as ideias de Karl Popper sobre como fazer Ciência, permitirá aos alunos que reformulem o pensamento a respeito do método científico destacando a perspectiva do racionalismo. Para isso, será imprescindível que os alunos desenvolvam suas concepções de Ciência buscando contemplar o progresso científico.

Desta maneira, percebemos que as contribuições de Popper para o Ensino de Ciências esta diretamente relacionada as distintas definições que existem sobre a Ciência e que geralmente são utilizadas em nosso cotidiano. Neste viés, é possível observar diferentes concepções nas teorias científicas no campo do processo de ensino e aprendizagem no contexto escolar. Dentre estas teorias, Shmidt e Santos (2007, p. 6) apud Karl Popper (1983, p. 265) destacam os métodos “[...] por tentativa e erro — de aprender com nossos erros — parece ser fundamentalmente o mesmo, praticado pelos animais inferiores, ou superiores, os chipanzés ou os homens da ciência”. Sob este olhar, vale ressaltar que o pensamento de Karl Popper aborda aprendizagem através dos erros, pois estes estimulam a construção dos nossos saberes.

Contudo, no Ensino de Ciências são destacadas situações específicas, tratando-se do entendimento das implicações da forma como compreendemos o processo de formulação e aprovação das teorias científicas, sendo conhecidas pelos adequados esclarecimentos do seu tempo.

Ellwanger, Alves e Fagan (2016) salientam que,

a partir da epistemologia de Popper, torna-se possível abordar e pensar alguns aspectos do ensino da ciência. Infelizmente, alguns professores acreditam que o problema da aprendizagem estaria resolvido se o aprendiz entrasse em contato com os fatos e realizassem experimentos, redescobririam as leis e as teorias. Em última análise, a abordagem de novos conteúdos começa com atividades experimentais. Encarar, desse modo, o processo de construção e aquisição do conhecimento, significa desconsiderar todo o conhecimento, as teorias e as expectativas trazidas pelo aluno, isto é, tratá-lo como uma “tábula rasa” (ELLWANGER; ALVES; FAGAN, 2016, p. 24).

Sob este ponto de vista, Karl Popper aponta que todo o novo conhecimento é uma transformação do conhecimento pré-existente. Diante disto, faz-se necessário que no processo de ensino e aprendizagem o professor compreenda as ideias de seus alunos.

Conforme Silveira (1989),

penso que o ensino poderá ser mais eficiente na medida em que o professor conhecer as teorias que seus alunos possuem. Uma formulação clara e precisa dessas ideias seria tomada como ponto de partida. Nesse sentido temos aprendido muito nos últimos anos através dos estudos voltados às concepções alternativas, intuitivas, espontâneas, ou seja, lá como nós as denominamos (SILVEIRA, 1989, 159).

Sendo assim, o professor não pode admitir que os alunos estejam aptos de distanciar-se de suas ideias enquanto essas não forem expressas como problemáticas, ou seja, os princípios e crenças dos alunos apenas serão renunciadas, conforme forem apresentadas como um conjunto de problemas.

Diante disto, Silveira (1989) afirma que,

o professor deverá ser capaz não apenas de apresentar a “teoria oficial” mas também de criticar as teorias inadequadas. Ele não pode assumir a posição ingênua de acreditar que seus alunos aprenderão porque ele está ensinando “o certo”; um professor já dizia: esqueçam tudo que vocês sabem porque agora eu lhes ensinarei a verdade (SILVEIRA, 1989, 159).

Portanto, não é aceitável que os professores assumam um posicionamento considerando que o verdadeiro conhecimento é adquirido por meio dos ensinamentos em sala de aula. Para Popper há a necessidade de se enfatizar as questões racionais e o compartilhamento de ideias entre as pessoas, ficando cada vez mais claro como ocorreriam as discussões sem os aspectos apontados. É oportuno lembrarmos que as teorias científicas conseguiram se alicerçar não apenas pela eficiência de nos mostrar as explicações sobre os fenômenos, mas também pelos interesses tecnológicos, econômicos e políticos.

Neste contexto, uma das contribuições de Karl Popper para a Ciência foi apontar as ameaças do subjetivismo e irracionalismo, pois se tratam de obstáculos em que o sujeito aceitaria apreciar as ideias do outra pessoa, por meio de princípios anteriormente definidos.

Segundo Silveira (1996) apud Ellwanger, Alves e Fagan (2016, p. 25) é possível propor uma sequência de passos para o Ensino de Ciências, visando à superação da “teoria alternativa” e à apreensão da “teoria oficial”: a) formular de modo claro e preciso a “teoria

alternativa”; b) discutir criticamente a “teoria alternativa” visando identificar seus pontos problemáticos e corroborações; e c) apresentar a “teoria oficial” e seu debate crítico, ressaltando as vantagens dessa teoria sobre a anterior.

É importante ressaltar que os alunos possuem conhecimentos prévios e científicos, que podem ou não estar relacionados com a prática docente. No entanto, o papel do professor é de motivar e orientar os alunos para a compreensão das teorias científicas, fortalecendo o esquema conceitual correto.

Neste viés, na área do Ensino de Ciências inicialmente podemos pensar nos efeitos de uma Ciência em que as questões racionais que Karl Popper destaca acabam não sendo reconhecidas. Podemos dizer que a Ciência é produto das ações conscientes do homem, sendo obrigação daqueles que se empenham por causa dela, da sua designação principal e o planejamento de seus elementos mais significativos.

Portanto, as ideias de Popper nos faz entender os aspectos mais relevantes do Ensino de Ciências, como fazer os alunos elaborarem suas ideias promovendo condições para uma discussão racional, buscando um melhor esclarecimento através de críticas avaliações e colaborando com a formação cidadã no contexto em que vivem. Nesta perspectiva, através de um aprendizado esclarecedor, o aluno tem a oportunidade de refletir e debater suas ideias tendo a oportunidade de participar de um debate sem critérios estabelecidos, na qual a meta mais importante é fazer valer uma suposta hipótese de qualquer maneira.

Assim, entendemos que seria relevante considerar as implicações das ideias de Karl Popper sobre o Ensino de Ciências. Daí a necessidade das instituições de ensino se responsabilizarem pelo aprendizado dos alunos com relação aos conteúdos científicos ensinados no ambiente escolar, tanto em sala de aula como no laboratório. Enfim, temos que compreender que Karl Popper nos traz reflexões sobre a importância da aprendizagem e que dão oportunidades aos alunos construir seus saberes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste contexto, o atual estudo apresenta uma discussão baseada nas ideias de Karl Popper, trazendo repercussões para reestruturação do Ensino de Ciências nos dias atuais. O presente trabalho teve como objetivo elaborar uma revisão bibliográfica, em que se apresentam as contribuições das ideias de Karl Popper para o Ensino de Ciências, destacando a fundamentação teórica da Lógica da Pesquisa Científica (2013). Portanto, foi possível perceber alguns aspectos principais na obra deste autor e a colocação de

alguns problemas fundamentais, como: o problema da indução, a prova dedutiva de teorias, o problema da demarcação, a falseabilidade e o problema da base empírica, que consistem em instigações para encontrar critérios que possam reconhecer a importância das teorias empíricas científicas. Diante disto, temos que destacar a teoria do método científico, porque são indispensáveis as decisões metodológicas, apresentando uma abordagem naturalista da teoria do método e as suas regras. Os estudos sobre Karl Popper vêm de encontro ao que queremos, portanto, ressalta que a falseabilidade é um aspecto lógico e o falseamento um método empírico. Com relação ao Ensino de Ciências o autor diz que antes de tudo o professor precisa esquematizar os conhecimentos preexistentes dos alunos, como uma estratégia didática possível de ser utilizada em sala de aula. Assim, a contribuição de Karl Popper para o Ensino de Ciências vai além do esclarecimento das teorias científicas, pois ajuda-nos a entender que o conhecimento científico não é duradouro.

Concluimos que as discussões anunciadas no campo do Ensino de Ciências conduzem a respostas significativas, como a maturidade intelectual alcançada pelos alunos no ambiente escolar, destacando o discernimento entre seus princípios e o do seu respectivo caráter. Portanto, vale ressaltar que o Ensino de Ciências poderá ser mais eficaz se o professor tiver o conhecimento das teorias científicas, podendo iniciar as discussões e tomar como ponto de partida a exposição das ideias de seus alunos. Enfim, Karl Popper nos mostra que primeiro vem a teoria científica e logo em seguida os fatos, contudo, todo conhecimento científico é conjectural e pode passar por uma avaliação crítica, sendo possível validá-lo através de recursos e provas empíricas, o que torna viável o desenvolvimento e a ascensão dos saberes.

REFERÊNCIAS

ELLWANGER, A. L.; ALVES, M. A.; FAGAN, S. B. As Implicações da Epistemologia de Popper no Ensino de Ciências. **Revista Vidya**, v. 36, n. 1, p. 15-27, jan./jun. 2016.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Karl R. Popper: tradução Leonidas Hegenberg, Octanny Silveira da Mota. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 2013. 454p.

_____. **El Desarrollo del Conocimiento Científico: Conjeturas v Refutaciones**. Buenos Aires: Paidós, 1983.

_____. **Autobiografia intelectual**. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1986.

RUFATO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A Concepção de Ciência de Popper e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

SCHLICK, M. Sobre El Fundamento del Conocimiento In: AYER, A. **El Positivismo Lógico**. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 215-232, 1965.

SCHMIDT, P.; SANTOS, J. L. O Pensamento Epistemológico de Karl Popper. **Revista Contexto**, v. 7, n. 11, 1º semestre, 2007.

SILVEIRA, F. L. da. A Filosofia de Karl Popper e suas Implicações no Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 148-162, ago. 1989.