

EPISTEMOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Andreza Estéfane Silveira Gonçalves
Marcel Thiago Damasceno Ribeiro

KUHN

POPPER

HUME

LOCKE

BACON

DESCARTES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
INSTITUTO DE FÍSICA

EPISTEMOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS



Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais
Universidade Federal de Mato-Grosso



Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

G635E Gonçalves, Andreza Estéfane Silveira.

EPISTEMOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS/ Andreza Estéfane Silveira Gonçalves. --2019
52 f.: il. color.; 30 cm.

Orientador: Marcel Thiago Damasceno Ribeiro.

Produto Educacional (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2019.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-8018-280-4

1. Produto Educacional. 2. Epistemologia. 3. Formação de Professores.
4. Ensino de Ciências. 5. Ensino de Química. I. Título

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada à fonte.

Diagramação

Andreza Estéfane Silveira Gonçalves

Revisão Ortográfica

Karin Elizabeth Rees de Azevedo



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
INTRODUÇÃO	8
O QUE É CIÊNCIA?	10
RACIOCÍNIO INDUTIVO.....	13
RACIOCÍNIO DEDUTIVO	15
A IDEIA DA MODERNIDADE	18
O RENASCIMENTO	20
A REFORMA PROTESTANTE	21
A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA.....	22
RACIONALISMO CARTESIANO.....	26
EMPIRISMO COMO GUIA	33
POPPER- CRÍTICA A INDUÇÃO.....	37
KUHN-REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS	42
CIÊNCIAS NORMAL E OS PARADIGMAS	44
ANOMALIAS, CRISE E A CIÊNCIA EXTRAORDINÁRIA	45
ENCAMINHAMENTOS PARA O ENSINO.....	46
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	46



APRESENTAÇÃO

Ao leitor (a),

Este fascículo é oriundo de estudos desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso (PPGECN/UFMT) em conjunto com o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ/UFMT).

O intuito deste material é fomentar o desenvolvimento profissional com vistas a buscar sempre o olhar reflexivo dentro da complexidade que é o trabalho docente. Dito isso, o ensino deve ser acompanhado de tomada de consciência constante, pois esse é feito por professores que possuem crenças e valores, e o conhecimento científico, por mais que se expresse de forma exata, puramente explícita, é composto por um conjunto de saberes compreendidos historicamente, que pode ser entendido com base em conhecimentos implícitos ao longo dos anos, esses sendo representados por modelos dos quais, muitas vezes, as construções são desconhecidas.

Assim, este material traz uma abordagem construtivista da produção do conhecimento científico ao longo do tempo, permitindo que o leitor tenha um maior envolvimento com perspectivas histórico-filosóficas, que moldaram a percepção de Ciência no decorrer do tempo.

Partindo desse ângulo, almeja-se que este produto educacional possa auxiliar o professor de Ciências da Natureza a se aproximar do conhecimento epistemológico, que faz parte do currículo de quem ensina Ciências, auxiliando-o a compreender melhor a Ciência que está a ensinar, dando um significado mais credível as suas propostas, pois a epistemologia ajuda o professor não apenas na construção das concepções de Ciências, na qual a Química está inserida, por exemplo, mas também o torna mais reflexivo quanto a sua prática pedagógica.

Acredita-se no sucesso desta proposta de formação complementar ou continuada, como forma de fomentar um ensino de Ciências Naturais, sob parâmetros mais holísticos do processo científico. Sendo assim, deseja-se uma boa leitura!!!

ANDREZA ESTÉFANE SILVEIRA GONÇALVES
MARCEL THIAGO DAMASCENO RIBEIRO

1 INTRODUÇÃO

A interpretação do que é Ciência e como ocorreu a construção do conhecimento científico ao longo dos anos não é uma tarefa fácil, muito menos unidimensional, uma série de referências históricas representa o pensamento de uma determinada época e somente com o entendimento das rupturas de equilíbrio e antagonismo até a modernidade, se é possível perceber uma não dimensionalidade científica. O conhecimento científico matematizável, no qual a Química está inserida é representado por modelos e possui caráter provisório.

A Ciência tem a atribuição de fundamentar critérios seguros para se obter o conhecimento verdadeiro, através do método científico, que irá abordar as evoluções e rupturas ao longo dos séculos.

Sendo a Ciência expressa por modelos, que são representações do real, o modelo decorrente da não admissão de erros é o da racionalidade técnica, que tem como base regras bem definidas para o alcance de resultados já previstos, essa deixa de fora toda possibilidade de incertezas e não considera a perspectiva do sujeito.

Pensando em questões relacionadas com a atuação profissional docente, ou seja, situações que envolvem aptidões que não podem ser resolvidas com cálculos infalíveis e preestabelecidos, que necessitam de um olhar reflexivo, não sendo consideradas sob o ponto de vista da racionalidade técnica que será abordada a construção ao longo deste fascículo.

Sabendo disso, é importante que o profissional do ensino volte o olhar para práticas reflexivas, aspecto que é fundamental para o ofício

de professor, para saber analisar criticamente as teorias e a forma como esta é abordada em sala. A epistemologia fornece isso, sendo considerada como um estudo reflexivo do saber, sendo o cerne que explica a Ciência como ela é, atentando a problemas e soluções de cunho filosófico, atentando aos métodos e a realidade da investigação crítica.

Outra utilidade é ser capaz de reconhecer se a Ciência é autêntica ou falsa. Esse é o papel da epistemologia, trazer à tona os pressupostos filosóficos que subjazem os métodos ou resultados apresentados no processo de investigação. Esclarecer, regular, recompor conceitos e teorias científicas que ajudem a explicar e solucionar divergências na Ciência.

Assim, a intenção deste fascículo é fornecer uma abordagem epistemológica que auxilie o professor a compreender a Ciência que está a ensinar, viabilizando um significado mais claro e credível para suas propostas e, por consequência, no manuseio de suas aulas.

Este material serve de apoio para formação de professores e estudantes da grande área das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia), bem como para professores de Pedagogia, que trabalham na Educação Básica com Ciências.

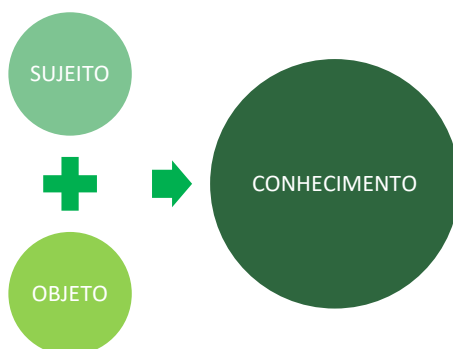
2

O QUE É CIÊNCIA?



Antes de se iniciar o estudo da Ciência, começa-se refletindo sobre o sentido da palavra Ciência segundo seu ponto de vista. O que é Ciência para você? Sem buscar nenhuma definição, escreva o que você entende por Ciência.

Para falar de algo com propriedade, deve-se de antemão conhecer. E o que é conhecer? Parece até redundante falar, mas é fazer uso da consciência, trazer ao pensamento tudo aquilo que se sabe. Quando se refere ao conhecimento de algo, faz-se uso de duas expressões já citadas anteriormente, o sujeito que é o ser que conhece e o objeto que é aquilo que se deseja obter Ciência, ou seja, o conhecimento é oriundo da relação de alguma coisa que se põe como objeto surgindo no cognitivo de um sujeito.



Fonte: Próprio dos autores, 2019.

Quando um sujeito conhece algo no primeiro instante, apreende uma realidade limitada pertinente ao conhecimento que é próprio dele, das relações, das diversas maneiras que um ser pode conhecer algo, das impressões que chegam à mente frente a qualquer coisa que se observa, podendo denominá-lo de conhecimento particular, vulgar, pertinente da maior parte daquilo que se conhece. É chamado de conhecimento particular, pois existem diversas formas de um sujeito conceber algo em uma primeira ordem.

Nos primórdios da vida na Terra, os seres humanos demoraram alguns séculos para se importarem com fenômenos naturais, porém com o passar do tempo, a vida com intuito de apenas sobreviver já não atendia mais as expectativas do homem, era preciso compreender o Universo e as explicações relativas aos fenômenos corriqueiros, como: crescimento de plantas, períodos de chuvas em determinadas épocas do ano, etc. A princípio, a explicação para tais fenômenos surgiu da *épisteme theoretike*, dando origem as Ciências gregas, provenientes de explicações religiosas em que deuses abençoavam a fertilidade do solo, as chuvas, e tudo que ocorria na natureza. Tais crenças ocorriam de forma particular, sendo que em alguns lugares se tinha a ideia de que a Terra era uma deusa que controlava a fertilidade dos solos, como também existia o deus Sol.

Representação do deus Sol



Fonte: <https://pt.depositphotos.com/154088774/stock-photo-sun-god-symbol.html>. Acesso em: 05/07/2019.

Os filósofos faziam o uso do conhecimento empírico, baseado na observação, para explicar os fenômenos naturais que observavam, além de se preocuparem com as razões sociais de existência do ser humano. Em certo momento, o ser humano se preocupava não somente com a observação de fenômenos, mas também com os efeitos desses, com as causas e leis que motivaram a ocorrência desses fenômenos. Este processo ocorreu lenta e gradualmente e, assim, surgiu o conhecimento científico.

A morte de Sócrates de Jacque-Louis David



Fonte: <https://professorakaroline.blogspot.com/2017/05/1-ano-filosofia-socrates.html>. Acesso em: 06/07/2019.

O conhecimento científico, também chamado de segunda ordem, se ausenta de tudo que é particular, busca por padrões no sentido de compreender a razão do geral e as relações que existem entre essas. Tal conhecimento garante validade, rompe o particular e garante generalidades, através de um método. O que se deve ter claro em mente é que uma forma de conhecimento não anula a outra, mas apenas a antecede.

Ao voltar os olhares para conhecer algo se deve utilizar lentes que irão dar clareza para a obtenção de respostas com base na maneira como se irá interpretar o objeto.

RACIOCÍNIO INDUTIVO

Como já dito anteriormente, o conhecimento científico é derivado de um método, que deve ser realizado e testado inúmeras vezes até ser provado, dessa forma, a Ciência não abre precedentes para preferências pessoais, por isso é uma forma de conhecimento confiável. Porém, até meados do século XVII não era essa visão que se tinha do conhecimento, o período que antecedeu era permeado de dúvidas e ter certeza de algo estava longe de ser possível. Ver-se-á mais adiante que depois da revolução científica, cada vez ficava mais evidente a importância de se observar e testar, experimentalmente, uma ideia para entender sua natureza, ao invés de ler escritos de antigos. Tal postura foi incentivada pelo sucesso dos experimentos realizados por Galileu Galilei, o que deu início a estrutura da Ciência ser realizada em cima de fatos.

O aspecto principal do pensamento de Galileu não foi pelo fato dele realizar experimentos em si, mas da forma que ele tratava os dados, de maneira pura, não se amarrando a teorias pré concebidas, caso não houvesse uma teoria que explicasse a existência de algo, esta deveria ser construída para adequar aos dados.

A popularidade da Ciência extremamente confiável como sendo verdade absoluta, como é vista por muitos, atualmente, se inicia com o indutivismo, pautado na pura observação e a utilização dos sentidos, sendo as conclusões das primeiras observações chamadas de afirmações singulares, decorrentes de fatos que acontecem em um lugar e tempo específico. As afirmações universais são aquelas que sucedem as singulares, de forma que ocorrem quando as afirmações singulares possam ser generalizadas. O conhecimento científico das leis e teorias decorre desse tipo de afirmação, compondo o conhecimento científico.

No entanto, fica a indagação, se a Ciência é uma forma de conhecimento baseada na experiência e não aceita particularidade, como é possível fazer generalizações universais de experimentos singulares? Como é possível transformar em afirmações universais observações realizadas em lugar e tempo específicos? E como tais afirmações, que constituem leis e teorias, podem ser explicadas com observações limitadas?

Para os indutivistas, a resposta de tais perguntas será positiva se algumas condições forem estabelecidas, as leis e as teorias serão derivadas daquilo que se chama de preposições, que são afirmações que podem ser realizadas por qualquer pessoa através da utilização direta dos sentidos e seguindo uma série de critérios. Primeiramente, deve-se ter um número grande de preposições para então ser possível fazer uma generalização. Em seguida, realizar em diferentes condições e locais a observação e, por fim, aceitar o critério de que nenhuma preposição deve ir contra a lei universal resultante.

Por exemplo, dizer que um papel tornassol ficará rosa se imergido em solução ácida com base em apenas uma observação não irá garantir generalização. Do mesmo modo que dizer que agosto é um mês de seca em Cuiabá, baseado apenas em uma única observação. Dessa forma, é necessário o segundo critério, pois mergulhar o papel tornassol inúmeras vezes em condições iguais não generaliza a preposição. Por fim, o terceiro critério para que a garantia das preposições observáveis seja verdadeira é que essa obedeça a uma lei geral, pois não garantiria universalidade se houvesse um experimento em que o papel tornassol não ficasse rosa imerso em ácido.

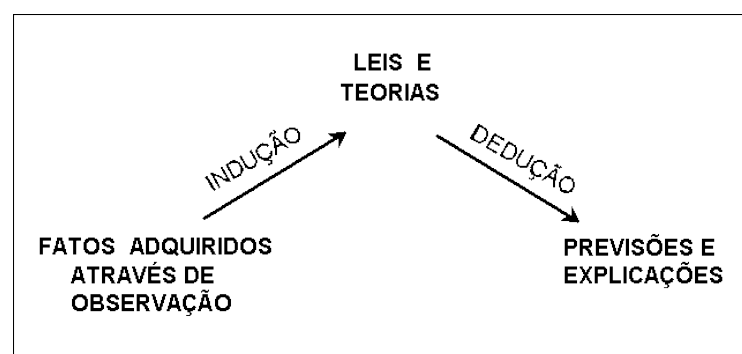
Esse tipo de raciocínio, que foi descrito, parte do micro para o macro, do singular para o universal, ocasionando uma infinidade de afirmações singulares. Aos indutivistas ingênuos fica a devoção de crerem que a base da Ciência segura decorre do processo indutivo, ou seja, se o fato X puder ser observado pelos sentidos e puderem ser

repetidos inúmeras vezes, ocasionando sempre o mesmo resultado sem ressalva aos atributos da lei geral Y, pode-se dizer então que todos X possuem os mesmos atributos de Y.

A explicação indutivista corresponde a uma explicação apenas de uma parte da Ciência, pois entre as diversas características, é que uma dessas se enquadra na capacidade de prever e desvendar fenômenos.

RACIOCÍNIO DEDUTIVO

Antes de dar início ao raciocínio dedutivo, cabe evidenciar que esse difere da indução. Conforme dito anteriormente, a Ciência é capaz de fazer previsões com base em suas leis universais, que deixam a disposição conhecimentos para que se possam dar explicações para as novas ocorrências observadas. A indução difere da dedução, pois na primeira as leis e as teorias são oriundas de fatos observáveis e a segunda parte de tais teorias para promover explicações e previsões, ou seja, do macro para o micro. Conforme ilustração a seguir:



Fonte: O que é ciência afinal? (CHALMERS,1993, p. 23)

Observe os exemplos das premissas abaixo para compreender a lógica dedutiva:

1. Todos os químicos estudam demais.
2. Maria faz Química.

3. Maria estuda demais.

Tomando como base que as premissas 1 e 2 são verdadeiras, conclui-se que a 3 por dedução também seja, pois haveria contradição da terceira premissa ser falsa sendo que 1 e 2 são verdadeiras. Porém, cabe atentar ao próximo exemplo, que mesmo em situação na qual as duas premissas sejam verdadeiras não garantem, necessariamente, que a terceira seja também. Veja o exemplo:

1. Muitos homens são fortes.
2. Manoel é homem.

3. Manoel é forte.

Observe que no exemplo, mesmo sendo as premissas 1 e 2 verdadeiras, a terceira pode ser falsa, pois Manoel pode fazer parte da minoria dos homens que não são fortes. Sendo as premissas 1 e 2 verdadeiras e a 3 falsa, o argumento é inválido. Assim, tudo o que a lógica dedutiva pode fornecer é que a conclusão será verdadeira se as premissas forem válidas, mas a garantia das premissas serem verdadeiras ou não, a lógica dedutiva não pode resolver.

Observe no exemplo a seguir um caso em que a dedução é lógica, baseada em premissas falsas.

1. Todos os cavalos são bípedes.
2. Brutus é meu cavalo.

3. Brutus é bípede.

Essa dedução possui grau de validade satisfatório, sendo as premissas 1 e 2 verdadeiras, assim 3 tem por obrigação ser também. O que ocorre nesse caso é que 1 e 3 não são verdadeiras, mas isso não compromete a validade da dedução.

Pode-se concluir com os exemplos que a lógica dedutiva impede de generalizar afirmações, a dedução está atrelada a uma premissa maior que foi gerada a partir de observações repetidas de casos particulares. No quadro 1 abaixo se tem um comparativo entre característica dos raciocínios dedutivo e indutivo.

Quadro 1: Raciocínio dedutivo X Raciocínio indutivo

Raciocínio dedutivo	Raciocínio indutivo
Se todas as premissas possuírem valor de verdade, a conclusão obrigatoriamente será verdadeira.	Se todas premissas possuírem valor de verdade, a conclusão possivelmente será verdadeira, mas não obrigatoriamente.
Parte do geral para o particular.	Parte do particular para o geral.

Fonte: Próprio dos autores, 2019.

A elucidação dos tipos de raciocínio dará base para compreender mais adiante a postura assumida pelos epistemólogos na construção do conhecimento científico.

3 A IDEIA DA MODERNIDADE

Caro leitor, antes de dar continuidade, avisa-se que este capítulo em diante serão encontradas algumas palavras não tão comuns no vocabulário cotidiano, porém se irá trazer um breve significado nas notas de rodapé, mas se desejar buscar maior entendimento, não deixe de consultar o dicionário de filosofia.



SAIBA MAIS

Para compreender mais o significado das palavras, acesse o dicionário de filosofia (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2001), disponível em:

https://drive.google.com/open?id=1eQF8Cn8R1jnSZRi6NQHE_7Cb1PfQ8ayU

Obs: abra o link acima, aperte os comandos Ctrl+F e digite a palavra que deseja saber o significado.

A palavra modernidade é uma derivação de moderno que do latim “modo” tem o significado de “agora, de certa maneira”, sendo assim, referente aquilo que é atual. A modernidade se opõe ao tradicional, busca por renovação, retira o indivíduo do status de aceitação e o instiga ao pensamento crítico por meio da Ciência.

A compreensão de modernidade está atrelada à ruptura da tradição, todas as formas de conhecimento desde as mais antigas até a atual já foram consideradas como modernas, em algum momento, e para compreender o início da Era Moderna (século XVII) se faz necessário



-VOCÊ SABIA?

O termo moderno foi utilizado antes do século XVII para conceber o novo raciocínio chamado de lógica *modernorum* concebido no século XII que possuía caráter inovador em relação à lógica *vetus* que era a até então conhecida.

pensar em uma linha cronológica de acontecimentos até a inauguração do novo.

Iniciar algo novo não é tarefa fácil, demanda muita energia. O processo para a chegada do novo ocorre, inicialmente, com o surgimento de alguma anomalia, seja no sistema ou na sociedade com a qual se irá alterar o estado normal de funcionamento ou pensamento, desse modo, surgirão

tensões que não poderão ser resolvidas com os conhecimentos já existentes e, com isso, se instala uma crise.

Para Tardif e Lessard (2005) existem três concepções de crise, sendo essas: interrupção do equilíbrio, antagonismo a modernidade e exacerbação de contradições sociais. A primeira concepção decorre de um abalo que o sistema pode sofrer ocasionando um desequilíbrio de seu funcionamento decorrendo assim uma crise, e saída dessa ocorrerá a partir de um ou mais tipos de recuperação do sistema ou por uma nova reformulação. Na segunda concepção, a crise decorre pelos bloqueios expressos pelos meios corporativistas. Sendo a crise o momento de separação do antigo e o moderno, nesta concepção, a saída da crise será sempre pela escolha do novo.

E por fim, a terceira concepção, que não distingue a crise da vida social, sendo a sociedade um híbrido de múltiplas relações não podendo ser compreendido que exista uma única forma de contradição que seja mais pertinente, assim neste caso não existe um contexto de saída da

crise, apenas haverá grupos que irão narrar, na história, os embates entre as diferentes contradições.

Conforme dito anteriormente, ao se chamar a epistemologia para o diálogo, deve-se sempre levar em consideração a questão da temporalidade para compreender como ocorreu a criação e o motivo de determinada concepção histórica, assim sendo se deve levar em consideração três fatos históricos, que contribuíram para a modernidade do século XVII, sendo esses: o Renascimento do século XV, a Reforma Protestante do século XVI e a Revolução Científica do século XVII, que serão explicitados em seguida.

O RENASCIMENTO

O Renascimento marca um período de transição entre o fim da Idade Média e o início da Modernidade. Com a Europa abalada com a transição entre o fim do sistema feudal e o início do mercantilismo, dá-se o início de um movimento cultural em resposta a essa crise. Com isso, o Humanismo Renascentista ou simplesmente Humanismo foi um movimento artístico e intelectual que ocorreu durante o Renascimento, colocando o homem como protagonista e rompendo com a visão teocêntrica¹ de que o homem é marcado pelo pecado e indigno. Sendo um movimento cultural, inúmeros artistas da época expressaram o novo pensamento em pinturas e obras retratando as características humanas de homens comuns e não o alto clero. Conforme expresso nas obras humanistas, *Monalisa*, *Davi* e *O homem Vitruviano*. Com a valorização do corpo humano e de pessoas comum da época.

¹ Doutrina que afirma que Deus está no centro do Universo e de todas as coisas.

Quadro Monalisa



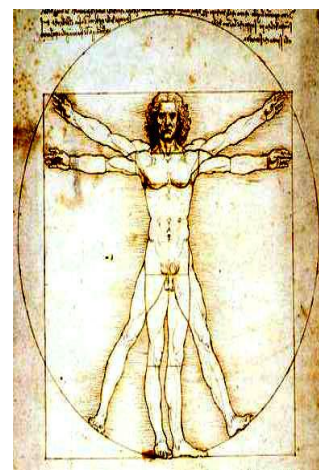
Fonte: Wikipédia

Estátua Davi



Fonte: Wikipédia

O Homem Vitruviano



Fonte: Wikipédia

A REFORMA PROTESTANTE

Tudo que se encontra no meio de um período de transição contribui ou para a mudança ou o permanecimento do antigo, assim não foi diferente com a Reforma Protestante, que contribuiu para a queda do período medieval e a ascensão da modernidade e esse movimento teve Lutero como precursor das ideias revolucionárias sobre a defesa do individualismo.

A Igreja Católica tinha poder central no período em questão, baseado na interpretação bíblica, o Papa era detentor do poder das chaves que iriam abrir o reino dos céus, e ele como representante celestial é quem iria decidir quem estava apto a ir para esse reino, se este no caso estivesse dentro da Igreja. A Igreja era a detentora do conhecimento e que transmitia sua interpretação sobre as palavras de Deus na Bíblia. O poder da Igreja era tão preponderante que os Papas participavam de decisões políticas, a manutenção de exércitos para resguardar os territórios, que os Papas da Itália governavam, geraram grandes despesas para a Igreja Católica, ocasionando assim atos abusivos praticados pela Igreja como perdão divino em troca de pagamento.

Tudo isso culminou em geração de conflitos, e Martinho Lutero extasiado com a corrupção da Igreja defendeu a necessidade de uma reforma. Os principais pontos que foram o fator propulsor da modernidade implicaram a defesa do individualismo e a repulsa das autoridades externas, Lutero defendia a ideia de que o indivíduo poderia, por si só, compreender a mensagem divina presente nos escrituras bíblicas. Tal ideal propagou com a tradução do Novo Testamento para o inglês por Wyncliffe e, em seguida, para o alemão por Lutero. O indivíduo agora poderia interpretar e tirar seu conceito de verdade quanto às questões religiosas e constatar com espírito crítico, característica da Modernidade (MARCONDES, 2001).

A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

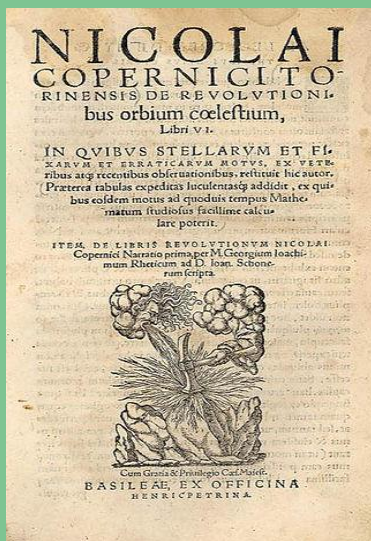
Por último, mas não menos importante, se diria até que o mais importante fato da Modernidade, que ocasionou uma intensa transformação na visão Ocidental, e que decorreu das bases da Ciência como é conhecida até hoje. A Revolução Científica teve como propulsora a obra de Copérnico *Das evoluções das esferas celestes*², publicada em 1543, em que Copérnico defende um sistema em que o Sol seria o centro do Universo (heliocentrismo) e a Terra seria apenas mais um dos astros, que se encontraria girando em torno desse, ocasionando uma ruptura nas concepções que se acreditavam até então formuladas por Ptolomeu no século II, baseada nos preceitos Aristotélicos em que a Terra seria o centro do Universo (geocentrismo). Tal obra de Copérnico teve inspiração em função da mudança do calendário juliano solicitada pelo Papa Leão X, então Copérnico sentiu a necessidade de refazer os

² De *revolutionibus orbium coelestium*, nome original da obra em latim.

cálculos realizados por Ptolomeu, e assim, propos essa nova hipótese, porém mantendo a concepção de finitude do Universo (MARCONDES, 2001).

VOCÊ SABIA?

O sistema heliocêntrico foi tratado no início como hipótese, o que fazia que fosse aceito com mais facilidade, apesar disso não ter ocorrido de imediato. Copérnico teve sua obra publicada apenas no ano de sua morte em 1543. Em 1641 a obra de Copérnico foi condenada pela inquisição, tendo como justificativa os escritos bíblicos de Josué 10, 11-13 em que Deus atende ao clamor de Josué e para o Sol comprovando que se o Sol parou até porque orbitava ao redor da Terra e não o contrário.



Fonte: Wikipédia.

Ao formular essa nova astronomia, Copérnico recebeu várias críticas e indagações e como os conhecimentos astrológicos da época eram fortes e já consolidados, Copérnico não conseguiu refutá-los a partir de cálculos, pois ele mesmo estava imerso nas concepções Aristotélicas e não conseguia dar luz as indagações com uma nova teoria.

Apesar das críticas, uma série de filósofos se interessaram pelo sistema de Copérnico e não mediram esforços para defender sua hipótese.

Giordano Bruno, em 1583, inspirado nos estudos de Copérnico, defendeu a ideia de que o Universo era infinito e foi queimado na fogueira, em 1600, sendo acusado de heresia.

Apenas no século XVII, cem anos depois do lançamento do livro de Copérnico, que Galileu Galilei, em 1610, conseguiu, através do telescópio, observar no céu estrelas que não eram vistas a olho nu e as duas luas de Júpiter. Com isso, as dificuldades de quem seguia as ideias de Copérnico diminuíram, porém ainda

surgiram argumentos oriundos de cardeais da Igreja de que a verificação através de um telescópio era tão imperfeita quanto se o fizesse a olho nu.

Em 1609, Johannes Kepler, contemporâneo de Galileu, formulou a primeira teoria ótica que daria explicações para os fenômenos observados pelo telescópio. Kepler adota a ideia de que o Universo é regido por leis matemáticas.

Galileu contribuiu para Ciência com suas obras sobre mecânica em que auxiliou futuramente para a matematização para as Ciências como essa é conhecida hoje. Ele diferenciou, em seus estudos, velocidade de aceleração e postulou que:

[...] objetos em queda livre movem-se com uma aceleração constante independente de seu peso, caindo a uma distância proporcional ao quadrado do tempo da queda. Ele negou a afirmação aristotélica de que todo movimento requer uma causa; em seu lugar, propôs uma lei circular da inércia, de acordo com a qual um objeto em movimento não sujeito a forças pode mover-se indefinidamente num círculo em torno da Terra em velocidade uniforme (CHALMERS, p. 105).

Os estudos de Galileu e Kepler contribuíram para que Newton formulasse sua teoria da inércia linear, baseada na lei da inércia circular de Galileu e a lei da gravidade.

Pode-se observar com os fatos para ascensão da modernidade que a Ciência não é uma construção linear que segue uma única direção, pode-se compreendê-la como um espiral que ora retoma pontos do início e ora do meio construindo assim o conhecimento. A teoria heliocêntrica demorou séculos para ser aceita, observa-se ao longo da história que conhecimento e pessoas foram queimadas, tudo em nome da Igreja, que tinha poder e foi a principal determinante para o avanço do conhecimento científico.

Observa-se que o Humanismo despertou o olhar para colocar o homem como centro, fazendo refletir em questões políticas e sociais oriundas do cidadão comum. A Reforma Protestante despertou o senso crítico em questões sobre religião. E a Revolução Científica mudou toda a concepção de mundo retirando a Terra do centro do Universo e colocando o Sol. Inicia-se então o processo de compreender a natureza

através da matematização e não apenas como a contemplação dos fenômenos como era antes.

Com essa nova visão de mundo necessitava então de uma fundamentação sólida que fortificasse a Ciência sob critérios seguros. René Descartes foi o grande responsável por esse papel e todo o processo será narrado nos capítulos a seguir.



QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

Com a leitura desse capítulo, foi possível elucidar várias questões. Com isso, responda as questões a seguir:

1. Quais as principais características da Modernidade?
2. Qual a contribuição da Reforma Protestante na Modernidade?
3. Como podemos compreender as mudanças na concepção de mundo neste período?



SAIBA MAIS

Acesse o vídeo para conhecer mais sobre o Humanismo clicando no link abaixo:

<https://www.youtube.com/watch?v=slkvPFXJ3eM>

4 RACIONALISMO CARTESIANO

Foi visto que a Modernidade surgiu por meio de rupturas em uma série de questões de cunho religioso, artístico, econômico e social. A Revolução Científica mudou a concepção de mundo e as leis e teorias que se acreditavam até então caíram por terra e toda a base de conhecimento deveria ser refeita.

Movidos por essa série de conflitos ideológicos que empoderava a criticidade do ser, o ceticismo³ que até então era repudiado pela escolástica⁴ ganha fôlego com a Modernidade com inspiração do Renascimento. Segundo Marcondes (2001):

Os cétricos se destacaram na Antiguidade pelo questionamento das pretensões dogmáticas ao saber e por apontarem a inexistência de um critério decisivo para resolver disputas e conflitos entre teorias rivais. Ora, a crise da escolástica, a rivalidade entre protestantes e católicos, aristotélicos e platônicos, bem como a oposição entre ciência antiga e moderna, parecem reproduzir exatamente o cenário de conflito de doutrinas discutidos pelos cétricos, despertando assim o interesse pelos argumentos desses filósofos (p. 155).

Desse modo, o ceticismo contribui muito para o desenvolvimento do método científico, como se verá mais adiante, pois sua premissa de questionar tudo e argumentar sobre verdades incontestáveis é fator marcante em todo pensamento moderno. Conforme se começa a

³ Doutrina filosófica que tem como característica a contestação de todas as coisas e a não aceitação de nada como verdade absoluta. Para saber mais acesse o dicionário de Filosofia, disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1eQF8Cn8R1jnSZRi6NQHE_7Cb1Pfq8ayU>.

⁴ Escola medieval baseada nos preceitos da fé cristã, de cunho indiscutível. Para saber mais acesse o dicionário de Filosofia, clicando no link acima.

discutir no fim do capítulo anterior, René Descartes foi o filósofo responsável por fundamentar propriamente o pensamento moderno e as bases das quais se tem herança até hoje. Conforme começamos a discutir no fim do capítulo anterior, René Descartes foi o filósofo



VOCÊ SABIA?

Michel Eyquem de Montaigne (1533-1592) foi um filósofo de grande importância na retomada do ceticismo na modernidade. Foi referencial para René Descartes no desenvolvimento do método científico.



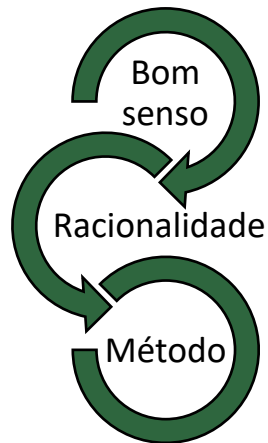
Fonte: Wikipédia

responsável por fundamentar propriamente o pensamento moderno e as bases nas quais somos herdeiros até hoje. Ele nasceu no ano de 1596, no período de crise em que ocorriam diversas transformações e rupturas na nova visão de mundo, seja na Ciência com o heliocentrismo, seja na economia com o mercantilismo, na religião com o protestantismo.

Movido pelo individualismo da época e pela incerteza, esse período da história ficou conhecido como século da escuridão, pois abalou o pensamento da época e com a retomada do ceticismo, de nada se tinha mais certeza.

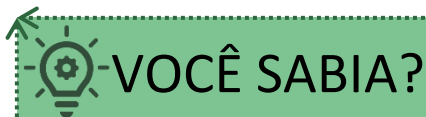
A forma que Descartes escreveu suas meditações foi inusitada para a época. Ele escreve o livro em primeira pessoa, narrando os percursos para a construção de seu pensamento, características marcantes do individualismo e uso da razão. O pensamento filosófico de Descartes tem como marco o caráter reflexivo da experiência como guia.

Descartes segue na linha que corrobora com as concepções de Copérnico, Galileu e Kepler, defendendo o novo modelo de Ciência e demonstrando que este seria o correto. Para ele, para se obter sucesso na busca de verdades era seguindo o caminho da racionalidade que era permeado de bom senso, evitando assim falhas. O método é um conjunto de critérios preestabelecidos que se deve seguir para evitar o erro, sendo o direcionamento da razão.



Fonte: Próprio dos autores, 2019.

Descartes propôs quatro critérios seguros que devemos seguir para



Com a descoberta das Américas no século XV pelas grandes navegações houve a revolução da imagem que se tinha da Terra que até então se achava que era plana. Contribuindo assim para o mar de incertezas no século que antecedeu a Modernidade.

obtenção de verdades e as chamou de Método Científico. Essas regras devem ser criteriosamente seguidas. A primeira delas de inspiração céptica, consiste em não aceitar nada como sendo verdade, antes de investigar e ter certeza. Descartes chamou esse primeiro critério de “Regra da evidência”.

A segunda regra diz respeito a “Regra da análise”, que decorre que ao se deparar com uma problemática geral, deve-se dividi-la em várias partes pequenas e da soma da resolução de todas essas, se terá a resolução do todo. A terceira regra consiste em resolver, primeiramente, as partes mais simples do conhecimento, para aos poucos caminhar para a resolução e compreender o todo. Chamada de “Regra da síntese”.

E por fim, a quarta regra que decorre em listar as partes de modo tão rigoroso para que se tenha garantia que nada tenha sido esquecido. A ruptura entre o modelo de Ciência geocêntrico para heliocêntrico gerou grande dúvida até mesmo em relação ao próprio conceito de Ciência.

Ao se viver todos esses séculos sob influência de uma teoria errônea, o que garantiria que esse novo modelo iria representar o real? Essa era a indagação dos céticos, que não estavam errados, apenas com a instauração máxima da dúvida em relação às coisas do meio externo seria possível estabelecer critérios seguros para não se basear em teorias errôneas novamente.

Descartes foi o responsável por formular tais critérios, o seu trabalho inicial foi refutar os céticos. Apesar de concepções que não aceitaram nada como verdade terem tido papel muito importante no início da Modernidade, na construção do saber tradicional imposto pela Igreja, não seria possível construir nenhum saber novo fundamentado partindo da eterna premissa de que a construção do conhecimento através de sentidos seria errôneo.

Descartes então precisou estabelecer um critério seguro e inicial que não fosse possível ser refutado pelos céticos e chamou esse critério de ponto arquimediano⁵, para ele a racionalidade oriunda de cada ser seria a possibilidade de decifrar o mundo partindo da reflexão do sujeito.

Foi por meio do argumento do cogito⁶ que Descartes desenvolveu o pensamento filosófico e concebeu os fundamentos do conhecimento e do saber científico, para isso utilizou dos critérios do ceticismo para ao final refutá-lo, e propor um ponto de partida que fosse considerado verdade e a partir disso desenvolver o método científico.

Descartes escreveu cinco meditações e na primeira dessas utilizou de três argumentos pertinente ao pensamento cético para então refutá-los. O primeiro argumento aborda sobre a não confiança em sentidos humanos, podendo esses serem falhos, o segundo trata sobre os sonhos e diz que quando se sonha há certeza daquilo que se está passando pela cabeça, e somente ao acordar a pessoa se dá conta de que é um sonho, assim não se pode confiar nos sonhos também. Então, segue a

⁵ Ponto de partida para o processo de conhecimento. Critério que é válido para o sistema, mas é independente dele.

⁶ Palavra derivada do latim que tem significado de “penso”.

terceira meditação denominada de argumento do gênio maligno, que foi a radicalização da instauração da dúvida.

Esse argumento parte da premissa de que Deus, sendo o criador de todas as coisas, e tendo criado o ser humano poderia inserir na mente ilusões fazendo com que a pessoa se engane sobre as coisas do mundo externo, por isso, todo filósofo que quisesse percorrer o caminho para obtenção de certezas deveria estar atento para as tramoias desse Deus enganador.

Com a primeira meditação conclui-se que de nada nesse mundo se pode ter certeza, mas com o terceiro argumento se inicia o processo para a obtenção da primeira certeza. Se existe um Deus enganador, que coloca pensamentos que façam a pessoa ter dúvida sobre o mundo externo, é preciso que a pessoa exista para que Deus coloque nela tais pensamentos, então, a primeira certeza que se estabelece é o pensamento.

A célebre frase de Descartes: *Penso, logo existo*, é proveniente de que a única certeza que se tem é o pensamento, logo, se eu penso, eu existo. Porém, muitos contemporâneos da época consideraram essa ideia circular, pois a única garantia que se podia ter era o pensamento propriamente dito e não o ser pensante, pois para uma pessoa saber se realmente existe, precisa utilizar dos sentidos, algo que o argumento do cogito não aceita.

Partindo da premissa de que a única certeza era o pensamento, Descartes disse que a mente é feita de ideias, independente que o conteúdo dessa ideia seja verdadeiro ou falso, ter uma ideia é pensar sobre algo. Então, na terceira meditação Descartes adota a ideia da evidência. Uma ideia só será válida se essa for evidente.

A concepção de ideia ainda era algo confuso, então Descartes identifica três tipos de ideias, expressas no quadro 2 abaixo:

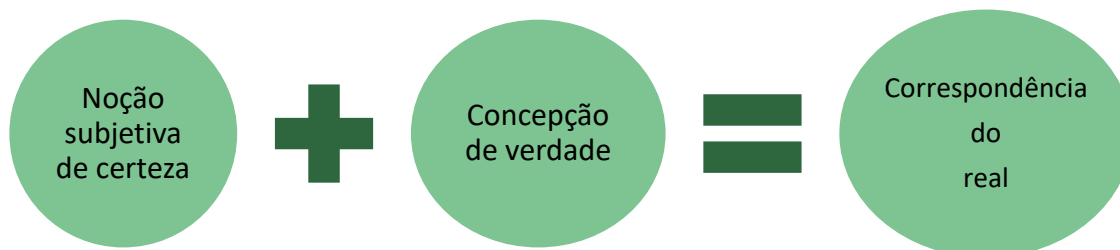
Quadro 2: Ideias segundo Descartes

	Ideia inata	Ideia adventícia	Ideia da imaginação
Conceito	Que não são derivadas da experiência. Já se nasce com essa.	Formadas a partir da experiência, da percepção do mundo externo.	Formam na mente a partir de elementos da experiência.
Exemplo	Ideia de infinito e perfeição	Essas ideias estão sujeitas a dúvida	Unicórnio (cavalo+chifre)

Fonte: Próprio autores, 2019.

Assim, na quarta meditação, Descartes tenta fazer a correlação entre a ideia pensada e o objeto que a representa no mundo externo, conforme imagem a seguir.

O argumento Cartesiano parte da ideia de Deus como um ser



perfeito na mente de cada pessoa, porém os humanos, não são seres perfeitos, assim, a ideia de perfeição é uma ideia inata, colocada nos seres por Deus, sendo o sinal do criador em sua obra. Deus é a causa da ideia que se possui sobre perfeição, o que a partir do argumento cosmológico de relação de causa e efeito leva, finalmente, a argumentação de que Deus é o criador do mundo externo.

O argumento ontológico⁷ parte da noção de essência de Deus e de sua definição como ser perfeito, então se Deus é um ser perfeito e o ser humano reconhece sua perfeição, conhece sua existência. Se Deus não existisse, não se conheceria a ideia de perfeição, pois lhe faltaria uma qualidade, a existência.

⁷ Prova da existência de Deus através da razão. Para saber mais acesse o dicionário de Filosofia, disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1eQF8Cn8R1jnSZRi6NQHE_7Cb1PfQ8ayU>.

Então, partindo da ideia de Deus como ideia inata, Descartes chega a essa a partir do próprio cogito, não se utilizando de nada do meio externo, então como consequência do argumento cosmológico, Deus é o criador do mundo externo, servindo de garantia da existência do mundo. Deus é o caminho relacional entre o verdadeiro e do conhecimento das coisas. Sendo assim, Ele é o ponto arquimediano e não o cogito, passando finalmente de um idealismo para o realismo.

Com essa radicalização, na busca por verdades, se teria contribuído para abandono do conceito tradicional de conhecimento científico como certeza definida. Após Descartes no pensamento moderno, a concepção clássica jamais poderá ser retomada.



RECAPITULANDO

- ✚ Descartes foi o introdutor da retomada do ceticismo no pensamento moderno;
- ✚ Descartes utilizou do argumento da existência de Deus para derrubar o ceticismo;
- ✚ O bom senso sobre algo ocorre através do uso da razão;
- ✚ O início da Modernidade era o dito século da escuridão;

5 EMPIRISMO COMO GUIA

Já foi visto que o racionalismo de Descartes inaugurou o pensamento moderno. No racionalismo, a fonte principal de conhecimento se encontra na razão, oriunda de cada ser individual. O conhecimento sensível (do mundo externo) pode ser enganador, pois o contato com o mundo externo ocorre através dos sentidos, de maneira que apenas a razão poderá conduzir um processo lógico do conhecimento do mundo externo.


O empirismo, juntamente com o racionalismo, contribuiu para a constituição do início do pensamento moderno, sendo corrente filosófica que se constituiu a partir do século XVI, com origem na Inglaterra. Essa tem como critério a experiência como guia para a obtenção de conhecimento, assim, segue na contramão da razão. A valorização e o impulso da Ciência experimental ocorreram nesse período.

O empirismo teve contribuintes de todos os lugares do mundo, não se restringindo apenas à Inglaterra, porém se irá discorrer sobre os principais filósofos e suas concepções, sendo: Francis Bacon, John Locke e David Hume.

Francis Bacon, assim como Descartes, buscou desenvolver um método que fosse em direção à ruptura do tradicional. Foi defensor do método investigativo, que tinha como fundamento a experimentação. O método científico proposto por Bacon teria base indutiva, em que a observação da natureza e a regularidade dos fatos observados admitiria que se criassem leis, que pudessem ser generalizadas. O conhecimento ocorria do particular para o geral, como visto no capítulo 1. Segundo

Marcondes (2001), esse novo método de Ciência “defende uma Ciência aplicada, que interage com a técnica e nos possibilita o controle da natureza para o benefício do homem” (p.179). Observa-se que o método empírico-indutivista proposto por Bacon ainda tem grande influência na educação escolar, sendo os passos da metodologia científica que se conhece.

John Locke (1632-1704) acreditava que a filosofia era o caminho para a construção do conhecimento, pois essa é o saber crítico. Na concepção de Locke não existe conhecimento inato, a representação do real ocorre através da percepção do mundo externo, através da experiência do sujeito.



VOCÊ SABIA?

Tanto Locke quanto Bacon tiveram forte influência no Royal Society of London for the Improvement of Knowledge, organização fundada em 1660 com fins de aplicação de técnicas e conhecimentos e patrocinada por comerciantes influentes de Londres.

Utiliza dos mesmos significados de ideias estabelecidas por Descartes, porém contesta o conceito de ideia inata, demonstrando que os conceitos de infinito e perfeição podem ser derivados da experiência.

O termo “tábula rasa” é oriundo das concepções de Locke que ao ir contra o inatismo diz que a mente humana tem configurações de uma folha em branco e somente com a experiência é possível

imprimir nessa folha.

Dos três filósofos empiristas sobre os quais se discorre, o último, David Hume (1711-1776), seria o mais drástico. Hume desenvolve um método que interpreta tanto as coisas do meio externo como a mente. A compreensão que se tem do mundo real ocorre através de interações com as coisas externas, e o sentimento que fica registrado na pessoa, levando em consideração a intensidade dessa interação, é o que determinará os pensamentos futuros.

Hume defende a concepção de que uma ideia é algo particular de cada ser e somente quando se expressa essa particularidade é que essa se generaliza. O ceticismo de Hume utiliza de dois critérios criados por ele, que seriam: o **critério da casualidade e da identidade pessoal**. Para Hume, uma sequência de eventos que ocorre casualmente, de modo independente, ocasionando ao observador apenas uma regularidade de fatos, não garante generalidade, bem como faz uma crítica a identidade pessoal opondo-se à perspectiva cartesiana.

Para Hume, não é possível ter uma percepção de algo na mente se a pessoa não a vivenciar, o que vai contra a ideia de pensamento puro. A cada minuto que se vive muda-se a visão das coisas, em função do contato com o meio externo por meio das experiências.

Portanto, para Hume, se todo nosso conhecimento provém de impressões sensíveis e da reflexão sobre nossas ideias, se essas impressões e ideias são assim sempre variáveis, se a casualidade e a identidade resultam apenas de regularidade, repetição, costume e hábito, então em consequência, jamais temos um conhecimento certo e definitivo; toda a ciência é apenas resultado da indução, e o único critério de certeza que podemos ter é a probabilidade (MARCONDES, 2001, p.184).

Observa-se que Hume era contra o argumento da indução, defendido por Bacon, pois não existe garantia de universalidade através de afirmações singulares pelo princípio da casualidade defendido por ele. Assim se observa que tal versão indutivista ingênua é substituída pela probabilidade, que implica que um dado evento que ocorre sob limitações irá ocasionar prováveis verdades.



SAIBA MAIS

Para saber um pouco mais sobre as contribuições de Bacon no ensino acesse o artigo: "FRANCIS BACON, TEORIA, MÉTODO E CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO" Disponível em:

<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5175564>>

Para saber um pouco mais sobre as contribuições de Locke acesse: "A RECONSTRUÇÃO RACIONAL DO PROGRAMA DE PESQUISA SOBRE O RACIONALISMO CLÁSSICO: LOCKE E A VERTENTE EMPIRISTA" Disponível em:

<<http://stoa.usp.br/carolinaleister/files/-1/18655/Artigo+15+-+Filosofia+Unisinos.pdf>>

Para saber um pouco mais sobre as contribuições de Hume, acesse: "O LANCE DE DADOS DE DAVID HUME" Disponível em:

<http://oquenofazpensar.fil.puc-rio.br/import/pdf_articles/OQNFP_02_01_deborah_danowski.pdf>

6 POPPER- CRÍTICA A INDUÇÃO



Você se lembra de que o método indutivo é aquele segundo o qual uma lei é estabelecida através de repetidas observações de casos particulares? É importante que você tenha esse conceito fresco em sua mente antes de iniciar este capítulo, pois esse será discutido mais uma vez.

Acaba-se de ver que Hume adota um posicionamento que vai contra o princípio da indução e assegura que a indução não pode ser justificada pela lógica probabilística, nem através da experiência, pois as leis e teorias oriundas desse raciocínio são pertinentes aos dados extraídos das observações que a mente julgar pertinente.

Popper parte da constatação de Hume, e contribui no sentido da contramão da indução, estabelecendo mais um critério de que a Ciência não pode ser sustentada pelo domínio da indução.

Ao longo do estudo deste fascículo, você pode perceber que a construção do conhecimento científico na Modernidade ocorreu através da busca de verdades, de certezas absolutas⁸, de tudo que ausentasse do erro. Karl Popper (1902-1994) foi um dos filósofos mais influentes do século XX, desenvolvendo uma concepção própria de lógica e de metodologia científica.

⁸ Expressão pleonástica usada para ressaltar a crítica à busca de um conhecimento incontestável.

Para Popper, a Ciência ocorre através da possibilidade de falsear teorias existentes, fornecendo uma explicação mais plausível para o evento por meio de observações e experimentos. Neste caso, Popper não trabalha com a ideia de certezas absolutas, a Ciência evolui do erro e da tentativa, e o papel do cientista é estar em busca da melhor explicação disponível.

O método proposto por Popper denominado Falsificacionismo enxerga a Ciência como um conjunto de explicações, as quais são chamadas de hipóteses, e essas retratam minuciosamente um aspecto do Universo. Contudo, não são todas as hipóteses que possuem tal característica, para uma hipótese satisfazer os critérios de Ciência, essa deveria poder ser sempre falsificável (CHALMERS, 1993).

Observe o seguinte exemplo:

1. Ou estou respirando ou estou sem respirar.
2. Todo quadrado tem quatro pontas.

Vê-se que essas afirmações provenientes da observação não podem ser refutadas⁹, serão verdadeiras em qualquer circunstância, assim, não são falsificáveis. Nenhuma dessas duas afirmações traz consigo uma explicação de como o Universo se comporta, então para Popper não é uma hipótese.

Uma hipótese, quanto mais falsificável for, melhor será para o falsificacionista. Uma boa teoria não é aquela que caminha no sentido de verdades absolutas, mas sim aquela que faz um grande número de afirmações a respeito do Universo para que possam ser falsificadas e que resistam durante as tentativas de falsificação.

Não tem problema que surjam várias teorias especulativas, pois quanto maior o número de conjecturas dessa teoria, melhor essa é para ser confrontada, contribuindo assim para o avanço da Ciência, porém

⁹ Palavra oriunda de refutação: argumento que tem a intenção de ocasionar a invalidação de outro que vai contra ele, procurando demonstrar incoerência. Para saber mais acesse o dicionário de Filosofia, disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1eQF8Cn8R1jnSZRi6NQHE_7Cb1PfQ8ayU>.

de nada adianta uma teoria ter muitas conjecturas se suas afirmações não forem claras e precisas. Se o enunciado de uma teoria for vago, sem demonstrar clareza do que se quer afirmar, pode ser considerado como infalsificável, por isso teorias com afirmações claras são o que um falsificacionista reivindica.

Para além de clareza, o falsificacionista busca também precisão. De acordo com Chalmers (1993):



[...] o falsificacionista deve preferir a afirmação de que a velocidade da luz num vácuo é de $299,8 \times 10^6$ metros por segundo do que a afirmação menos precisa de que é de cerca de 300×10^6 metros por segundo, exatamente porque a primeira é mais falsificável que a segunda (p. 64).

Conjecturas são hipóteses que ainda não foram verificadas, a Ciência se direciona para produções de teorias que configurem conjecturas audaciosas, então qualquer tipo de especulação abrupta é bem-vinda para ser testada e condenada quando falsificada. Tal concepção falsificacionista vai contra as precauções do indutivista ingênuo, uma vez que para este, teorias científicas são aquelas que carregam consigo caráter de verdade ou quase verdades.

O uso da lógica dedutiva é de grande importância na Ciência, em seu aspecto crítico, pois permite colocar à prova as teorias, fazer inferência sobre os dados observados e os criticar na tentativa de encontrar falhas por meio do raciocínio crítico. Assim, Popper denota sobre a importância da lógica na Ciência e critica a indução (POPPER, 2006).

Popper reflete sobre a afirmação de senso comum, que a observação antecede a teoria, e chama isso de crença. A mera observação esvaziada de objetivos não é Ciência e sim admiração, a observação, como diz Popper, pressupõe “interesses, pontos de vista e problemas” (2006, p.73). O trabalho de um cientista é investigar, porém essa investigação não é sem objetivos, necessita de interesses, aporte teórico, de um problema para se refletir. Dessa forma, a Ciência começa

com problemas e não da pura observação e repetição de regularidades, como diziam os indutivistas.

Popper apresenta uma série de critérios quanto ao problema da indução e sua não cientificidade. Para ele, uma série de fatos repetíveis e observáveis não configura o fazer científico, apenas produz prováveis teorias que irão fornecer conjecturas passíveis de refutação. Não se pode confiar como critério de verificação, um método cuja resolução de um primeiro problema dependa da conclusão do segundo. Como Popper (2006) denota que “nenhuma observação ou experiência, por mais ampla que seja, pode nos dar mais do que um número finito de repetições”; por conseguinte, “o enunciado de uma lei - B depende de A - transcende sempre a experiência” (p. 82).

“NÃO IMPORTA QUANTOS CISNES BRANCOS VOCÊ VEJA AO LONGO DA VIDA; ISSO NUNCA LHE DARÁ CERTEZA DE QUE CISNES NEGROS NÃO EXITEM.”



Por meio desse ponto de vista que surge então a célebre frase proferida por Popper segundo a imagem.

Como já se discorreu anteriormente, o ponto chave da teoria proposta por Popper é de que a Ciência não é vista como acabada e como verdade absoluta, como corrobora Chalmers (1993): “hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções para o problema” (p.64), assim, não se pode dizer que uma teoria é verdadeira definitivamente, mesmo essa tendo superado outra, mas sim dizer que esta possui uma posição elevada¹⁰ em relação àquela que foi superada.

¹⁰ Posição elevada no sentido dos métodos da nova teoria serem mais completos do que a anterior.

Com isso, fica evidente que o pensamento central da explicação falsificacionista está no progresso da Ciência.



SAIBA MAIS

Fique por dentro um pouco mais da teoria de Popper acessando o artigo "A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE KARL POPPER: O RACIONALISMO CRÍTICO". Disponível em:
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7046/6522>>

7 KUHN-REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS

Thomas Samuel Kuhn (1922-1964), em seus estudos, percebeu que as teorias indutivista e falsificacionista não contemplavam um aspecto importante na construção da Ciência, a perspectiva histórica. Sua teoria caminha no sentido de subsidiar a relação entre Ciência e cenário histórico. A principal característica de sua obra é estudar o progresso da Ciência através de revoluções e paradigmas, abordando o contexto de comunidades científicas. Suas principais obras foram: A revolução Copernicana (1957), A tensão essencial (1977), Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity (1978), este último livro traz contribuições para a mecânica quântica.

VOCÊ SABIA?

Thomas Kuhn era físico de formação. Ingressou em 1940 na Universidade de Harvard. Devido a segunda guerra mundial seus estudos duraram apenas três anos. Doutorou-se em Física em Harvard no ano de 1949. Em 1956 mudou-se para a Universidade da Califórnia se dedicando ao estudo de filosofia, onde permaneceu até 1964.

O livro “A Estrutura das revoluções científicas¹¹” (1962) é a obra na qual Kuhn publicou sua teoria a respeito do funcionamento da Ciência e sobre este se discorre melhor ao longo deste capítulo.

Nesse livro, Kuhn expressa que o conceito que se tinha de Ciência até então não levava em consideração o contexto histórico e que se este fosse explorado mudaria toda a visão da Ciência. Se os textos existentes até então fossem estudados no sentido de se obter respostas sobre a evolução do

¹¹ O livro foi tão polêmico que no ano de 1969 Kuhn lançou a segunda edição acrescentando um apêndice para responder as críticas.

conhecimento científico, de nada teriam proveito, pois o que se perceberia seria o método científico restrito apenas para a melhora de processos de coleta e análise de dados, sem ter muita relação o contexto em que essa Ciência está inserida (CHALMERS, 1993).

Outro ponto que Kuhn traz para discussão é o papel árduo de que os historiadores da Ciência têm frente ao estudo das questões de quem foi ou quando foi que tal descoberta aconteceu. Se levar em conta o modelo de Ciência por acumulação de fatos sempre se irá deparar com tais questões filosóficas, pois se pensar nas formas de conhecimento que outrora trouxeram explicações para o Universo, mas no momento atual não são mais condizentes com a realidade que se conhece, conclui-se, por consequência, que a Ciência que se conhece ocorreu pelo acúmulo de crenças que um dia foram consideradas ideais (KUHN, 1962).

Percebe-se que a concepção de Ciência acumulativa deixa implícita que leis e teorias, que tinham sucesso no passado, ficam vistas para quem as estuda, hoje em dia, como erros. Além de que fica difícil diferenciar algo que se enquadra no critério científico de algo que seja mito.

Ao se analisar a construção do conhecimento se pode recorrer ao exemplo já cotado anteriormente, do geocentrismo. Durante séculos, essa teoria permeou a visão de Ciência, e hoje se sabe que essa perspectiva não condiz com a realidade.

De acordo com o exposto, fica explícita a visão de Kuhn de que a construção do conhecimento científico ocorre de forma não cumulativa e a análise que ele realizou em busca de respostas para suas indagações será explanada nos tópicos a seguir.

CIÊNCIAS NORMAL E OS PARADIGMAS

Antes de dar continuidade a teoria de Kuhn é importante esclarecer alguns termos que ele utiliza para explicar sua concepção de Ciência, e um desses é “Ciência normal”, que é um período na história em que as teorias são reconhecidas e aceitas dentro da comunidade científica, tais teorias se encontram registradas em livros, servindo de base para outros estudos. Outra expressão estritamente relacionada à Ciência normal implica os “paradigmas” que se relacionam com as leis e teorias que compõe a tradição. Conhecer e estudar os paradigmas surge como papel do estudante das Ciências, para que possa basear suas pesquisas nas teorias vigentes, pois através dessas surgirão perguntas e soluções (KUHN, 1962).

Segundo Chalmers (1993), “Kuhn retrata a Ciência normal como uma atividade de resolução de problemas governada pelas regras de um paradigma” (p. 114). Assim, se um cientista regido por um determinado paradigma não conseguir respostas para suas indagações, o problema se encontrará nele e não no paradigma e esse deverá realizar adequações em seu interior para descobrir o que não deu certo.

Porém se esse mesmo problema perdurar com vários membros da comunidade científica poderá ser uma anomalia (cuja explicação se dará no tópico a seguir). Assim, um paradigma é o fundamento para a Ciência normal, o uso do paradigma não se atrela a um conjunto de regras específicas. Com um paradigma sustentando uma determinada pesquisa científica, o cientista é capaz de relacionar seu estudo com o paradigma de muitas formas e condições e todas as vezes que essas condições atenderem à expectativa do paradigma, esse é impulsionado dentro da comunidade científica.

Como frisa Kuhn (1962):

A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômeno; na verdade, aqueles que não se ajustam aos limites do paradigma frequentemente nem são vistos. Os cientistas também estão constantemente procurando inventar novas teorias; frequentemente mostram-se intolerantes com aquelas inventadas por outros. Em vez disso, a pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma (p.45)

Nesse sentido, é no período da Ciência normal que os cientistas se debruçam intensamente no conhecimento esotérico para compreender toda pequena parcela do paradigma, realizar novas pesquisas e propor soluções devido o compromisso que estabeleceram com esse paradigma. Por isso, Kuhn fala da importância de um grupo de pesquisa adotar determinado paradigma e conhecer toda teoria que dá base a esse.

Destarte, a Ciência normal se relaciona com a visão cumulativa da Ciência, haja vista que o papel do cientista é se portar como a pessoa que irá encadear paradigmas, solucionando quebra-cabeças, pela razão da Ciência normal, colocar à prova as habilidades de resolução de problemas de um cientista.

Por mais que sejam escassas as grandes descobertas durante a Ciência normal, a pesquisa científica trabalha na descoberta de novos fenômenos, e esse momento pode levar os cientistas a colocarem à prova o paradigma em vigor, sendo via de acesso para a Ciência extraordinária.

ANOMALIAS, CRISE E A CIÊNCIA EXTRAORDINÁRIA

Um paradigma é colocado à prova quando não dá conta de explicar uma anomalia que emergiu, com isso, a dúvida se instaura em toda a comunidade científica e, assim, a crise. Retomando as três concepções de crise como discutido no capítulo quatro, nesse caso se irá configurar como interrupção do equilíbrio e a saída da crise ocorrerá a partir de um ou mais tipos de recuperação do sistema ou por uma nova

reformulação, ou seja, o trabalho só cessa “quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo se tenha convertido no esperado” (KUHN, 1962, p.78).

No entanto, um ponto importante que se deve considerar é até que essa anomalia não tenha sido completamente estudada e elucidada e vista como algo diferente pelo cientista, essa não é considerada como científica.

A palavra anomalia é comum de entendimento, mas para Kuhn uma anomalia pode ser explicada como qualquer acontecimento que colocará o paradigma à prova instaurando a crise. Esse período na Ciência é chamado de Ciência extraordinária, sendo o momento em que acontecem as inovações científicas, coisa que não ocorre na Ciência normal. Nesse momento, a comunidade científica se atenta para necessidade de renovar os conceitos teóricos e produzir novos instrumentos para solucionar a crise (KUHN, 1962).

Tendo identificado um fenômeno anômalo, não é tarefa simples a ocorrência da mudança de um paradigma. Para Kuhn existem apenas três tipos de fenômenos, dos quais uma nova teoria pode surgir e esses devem ser testados em ordem do primeiro para o terceiro. No primeiro caso são fenômenos que surgem, porém podem ser explicados pelo paradigma vigente, logo de início as novas teorias para explicar o novo fenômeno não são aceitas, então, nesse caso, raramente se abre espaço para novas pesquisas.

No segundo caso, os fenômenos surgem e grande parte das indagações podem ser explicadas com o paradigma vigente, mas alguns detalhes irão demandar um maior aprimoramento da teoria do paradigma existente e não a formulação de um novo. Apenas quando os dois casos anteriores não conseguirem sanar a anomalia surge uma nova teoria, porém essa nova deve ter explicações diferentes das anteriores e, após um significativo período fazendo parte da Ciência,

essa assumirá o lugar da anterior, como no exemplo do geocentrismo substituindo o heliocentrismo.

Na perspectiva de Kuhn, quando um paradigma não é mais considerado válido, deve existir outro com explicações mais completas, para que possa ser comparado e, por fim, o possa substituir. Renunciar um paradigma sem juntamente o substituir por outro é renunciar a própria Ciência. Quando a Ciência passa por períodos extraordinários é comum que ocorram conflitos entre os membros da comunidade científica perante a busca incessante por novas respostas. Os conflitos diminuem na medida em que se caminha para a implementação do novo paradigma, quando o antigo vai se tornando frágil.

Em função dessa noção de quebra de paradigma que Kuhn corrobora que a Ciência deve ser vista sob um ideal não cumulativo, também promove a força de uma comunidade científica, demonstrando que o surgimento de um novo paradigma não decorre de um único cientista, mas da comunidade como um todo (CHALMERS, 1993).

Dito isso, com uma mudança de paradigma, emerge também uma nova visão de mundo para os cientistas, como afirma Kuhn (1962): “o que eram patos no mundo dos cientistas antes da revolução posteriormente são coelhos” (p.148). Os cientistas dotados de um novo paradigma orientam seu olhar rumo a novas direções.

Com a instauração de um novo paradigma se retorna então ao status de Ciência normal. A mudança de um paradigma acontece sempre movido por uma revolução, pois não muda apenas o paradigma em questão, como também a visão de mundo daquele que o estuda. Como explicitado no início deste capítulo se encontram as teorias e leis de um paradigma vigente em livros, então quando ocorre a mudança de uma revolução científica, todos os livros são reescritos explicitando a renovação.

Agora se vê a diferença entre uma revolução científica e o falsificacionismo. O período que Kuhn chama de Ciência normal implica o tempo em que os cientistas trabalham para aprimorarem as teorias do paradigma vigente, sendo um período acrítico, se tudo tivesse a chance de ser falseado assim como Popper orientava, não haveria tempo para aprofundamentos detalhados dos estudos.

É importante ter em mente que, mesmo que um paradigma substitua outro, não existe razão para pensar que esse é perfeito e insubstituível, por isso existem as revoluções e o progresso científico ocorre por meio dessas, sendo o caminho para se afastar do conhecimento cumulativo, tendo em vista a perspectiva histórica em que decorreu cada acontecimento.

8

ENCAMINHAMENTOS PARA O ENSINO

Este é o momento que se adquire uma série de conhecimentos, bem como surgem várias indagações. Conhece-se um pouco da história da Ciência e alguns epistemólogos, que dedicaram parte de sua vida para compreender a Ciência, e agora ao final desta jornada se quer esclarecer que não existe modelo de Ciência certo ou errado, mas seguindo a perspectiva Kuhniana, existem paradigmas que fornecem respostas em dado período. Toda essa narrativa da construção do conhecimento que foi feita até aqui faz uma parte da história da Ciência, existindo muitos outros epistemólogos.

A epistemologia é o discurso sobre o conhecimento, sua principal função está na recomposição do pensamento, de compreender o processo da construção do conhecimento científico, partindo da interpretação sociológica, sempre chamando para o diálogo, o tempo, pois só assim é capaz de compreender o porquê e quais necessidades de uma dada teoria ter sido desenvolvida.

Dito isso, existe uma série de concepções implícitas na produção do conhecimento em que se viu, e por mais que possa parecer ultrapassado se discutir, deve-se ter em mente que as perguntas, que surgiram ao longo da história da Ciência, deixaram muitas respostas em formato de modelo, sendo importante que o professor compreenda que entre os diversos modelos didáticos que existem, esses estão atrelados aos modelos epistemológicos e que não existe um modelo que seja melhor ou pior no ensino, mas o que melhor se adequa ao período e

realidade em que se está inserido e essa compreensão do professor demanda criticidade para que esse se posicione frente a um modelo.

Assim, para encerrar esta caminhada serão apresentados os modelos didáticos que influenciam relações de ensino e aprendizagem e tiveram origem em modelos epistemológicos e compete a cada professor saber qual a base epistemológica que acompanha sua prática docente.

O primeiro é o modelo pedagógico diretivista, que se associa com o empirismo que trata que a única fonte de conhecimento provém da experiência, segue a perspectiva de Locke e o ser é considerado uma tábula rasa, por meio da qual o meio físico (objeto) irá imprimir, ao longo do tempo, os conhecimentos através dos sentidos.

Essa concepção reflete no ensino tradicional, em que o professor é considerado o meio externo, sendo o detentor do conhecimento e apenas este se encontra apto a transmitir os ensinamentos aos alunos, os papéis nesse modelo são bem definidos, o professor ensina e aluno aprende, o professor jamais irá aprender e o aluno jamais irá ensinar. Esse modelo é dito objetivista, no qual o objetivo interfere diretamente no sujeito.

O segundo modelo pedagógico não-diretivistista se relaciona com apriorismo, ou seja, o conhecimento é inato do sujeito e tal modelo epistemológico explana que o ser quando nasce já traz consigo premissas de conhecimento provenientes de herança genética, se associando ao modelo empirista proposto por Descartes. No modelo não-diretivistista, o meio (objeto) não interfere no conhecimento do sujeito, sendo esse responsável por toda atividade de conhecimento. Esse conceito se expressa em um professor que oportuniza ao aluno o conhecer, pois esse já detém o conhecimento, sendo preciso apenas organizá-lo. O professor deve interferir o mínimo possível, sendo que o aluno determina a ação. Esse modelo é subjetivista, no qual o sujeito interfere diretamente no objeto.

O terceiro modelo pedagógico abordado é denominado relacional, e tem relação com o modelo epistemológico interacionista, tendo ação simultânea no sujeito e no objeto, ou seja, um pode interagir diretamente com o outro.

A partir dessas abordagens se concluiu a importância do professor ter uma criticidade epistemológica e compreender qual o seu papel frente à docência, com reflexões desprovidas das amarras do senso comum e que sujeito e objeto interajam entre si, mas não apenas em questão de conteúdo, que ambos tenham o enfoque de interagir frente à sociedade compreendendo qual o papel de cada um e sua relação frente a essa.



SUGESTÃO FINAL

Para saber mais sobre as obras dos epistemólogos para cada área das Ciências das Natureza, não deixe de ler:

Ensino de Química: Gaston Bachelard

BACHELARD, Gaston. A Formação do Espírito Científico. Tradução: Estela dos Santos Abreu. 1. ed. 10. reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

Ensino de Física: Ilya Prigogine

PRIGOGINE, I. O fim das certezas. São Paulo, Universidade Estadual de São Paulo, 1996.

Ensino de Biologia: Humberto Maturana

MATURANA, H., VARELA, F. A árvore do conhecimento. Campinas: Editorial Psy, 1995.

Georges Canguilhem

CANGUILHEM, G. (1977) Ideologia e racionalidade nas ciências da vida. Edições 70, Lisboa.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência Afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

GAMBOA, S.S. **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias.** 2. ed. Chapecó/SC: Argos, 2012.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia.** 3.ed. atual. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1962.

MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia:** dos pré-socráticos a Wittgenstein. 6. ed. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2001.

POPPER, K. **Conjecturas e refutações:** o desenvolvimento do conhecimento científico. Tradução de Benedita Bettencourt. Portugal, Coimbra: Editora Almedina. 2006.

TARDIF, M., LESSARD, C. O trabalho docente hoje: elementos para um quadro de análise. In: **O trabalho docente:** elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

