

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM FILOSOFIA – PROF – FILO**

WENDEL ALVES DOS SANTOS

**A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A IMPORTÂNCIA DO SEU ENSINO NAS
AULAS DE FILOSOFIA NO ENSINO MÉDIO**

**CAICÓ - RN
2019**

WENDEL ALVES DOS SANTOS

**A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A IMPORTÂNCIA DO SEU ENSINO NAS AULAS DE
FILOSOFIA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Filosofia – PROF – FILO da Universidade Federal do Paraná em parceria com a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito final da pesquisa e Intervenção filosófica para obtenção do título de Mestre em Filosofia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco de Assis Costa da Silva.

© Todos os direitos estão reservados à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catálogo da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

S237f Santos, Wendel Alves dos
A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A IMPORTÂNCIA DO
SEU ENSINO NAS AULAS DE FILOSOFIA NO ENSINO
MÉDIO. / Wendel Alves dos Santos. - Caicó - RN, 2019.
101p.

Orientador(a): Prof. Dr. Francisco de Assis Costa da
Silva.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-
graduação Mestrado Profissional em Filosofia).
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Filosofia da Ciência. 2. Ensino de Filosofia. 3. Karl
Popper. I. Silva, Francisco de Assis Costa da. II.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

WENDEL ALVES DOS SANTOS

**A FILOSOFIA DA CIÊNCIA E A IMPORTÂNCIA DO SEU ENSINO NAS AULAS DE
FILOSOFIA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Filosofia – PROF – FILO – da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) – Campus Caicó, em cumprimento às exigências legais como requisito final à obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco de Assis Costa da Silva
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
Orientador

Prof. Dr. Marcos Érico de Araújo Silva
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
Examinador interno

Prof. Dr. Márcio de Lima Pacheco
Universidade Federal de Rondônia – UNIR
Examinador externo

RESUMO

O objetivo do presente trabalho, cujo título é “A Filosofia da Ciência e a importância do seu ensino nas aulas de Filosofia no Ensino Médio”, é discutir a relevância do ensino de Filosofia da Ciência para os alunos da educação básica, pois esta é capaz de lhes proporcionar uma nova visão do que é apresentado como ciência. Dessa forma, pretende-se mostrar que a filosofia não só tem sua importância na história da ciência, mas que ela traz substanciais contribuições ainda hoje para a problematização da atividade e da formação do conhecimento científico como, por exemplo, o debate em torno do alcance cognitivo da ciência e as implicações éticas das pesquisas e de suas aplicações na realidade, que são discutidos neste texto. Utilizando-se como metodologia o estudo de caso com enfoque qualitativo, busca-se perceber, na prática aplicada com os alunos da 2º série do Colégio Diocesano Seridoense do município de Caicó-RN, se esta lhes proporcionou uma experiência do pensar filosoficamente as ciências e observar que contribuições tal experiência pode acrescentar às discussões do ensino de Filosofia da Ciência. Como referencial da filosofia da ciência para este trabalho, será apresentado o pensamento de Karl Popper, sintetizado em alguns aspectos, que ajudarão a refletir sobre os limites do saber científico, os valores que regem a atividade científica e a possível influência dos valores sociais dos cientistas em suas pesquisas. A relevância deste trabalho justifica-se por se tratar, dentro do debate atual sobre o ensino de filosofia, de uma contribuição significativa por discorrer sobre o ensino de uma área específica da filosofia que, por sinal, é propícia a atividades interdisciplinares com as matérias da área de ciências naturais.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência. Ensino de Filosofia. Karl Popper.

ABSTRACT

The objective of the current work, whose title is "The Philosophy of Science and the importance of its teaching in Philosophy classes in Ensino Médio", is to discuss the relevance of the teaching of Philosophy of Science to students of basic education, because it is able to give them a new view of what is presented as science. Thus, it is intended to show that philosophy not only has its importance in the history of science, but that it still brings substantial contributions to the problematization of the activity and the formation of scientific knowledge, such as the debate about the scope science and the ethical implications of research and its applications in reality, which are discussed in this text. Using as methodology the case study with qualitative focus, we seek to understand, in the practice applied with the students of the 2nd grade of Colégio Diocesano Seridoense, from Caicó – RN, if it provided them with an experience of thinking philosophically the sciences and note what contributions such an experience can add to discussions of the teaching of philosophy of science. As a reference of the philosophy of science for this work, we will present Karl Popper's thought, synthesized in some aspects, which will help to reflect on the limits of scientific knowledge, the values that govern scientific activity and the possible influence of social values of scientists in their researches. The relevance of this work is justified because it is, within the current debate on the teaching of philosophy, a significant contribution by discussing the teaching of a specific area of philosophy that, by the way, is conducive to interdisciplinary activities with the subjects of the field of natural sciences.

Keywords: Philosophy of Science. Philosophy Teaching. Karl Popper.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: química na culinária..... | 63 |
| Figura 2: apresentação dos trabalhos..... | 64 |
| Figura 3: apresentação dos trabalhos..... | 64 |
| Figura 4: química no cotidiano..... | 66 |
| Figura 5: o uso medicina da <i>Cannabis</i> | 67 |
| Figura 6: o uso medicina da <i>Cannabis</i> | 68 |
| Figura 7: paradigmas midiáticos e seus prejuízos para a sociedade..... | 68 |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO CRÍTICO-FILOSÓFICA..... | 12 |
| 2.1 A filosofia e a ciência | 12 |
| 2.1.1 A Ciência antiga | 12 |
| 2.1.2 A Ciência medieval..... | 19 |
| 2.1.3 Aspectos históricos da Matemática | 22 |
| 2.1.4 A Ciência moderna..... | 27 |
| 2.2 A importância da Filosofia para a Ciência | 34 |
| 2.2.1 Popper e a falseabilidade | 36 |
| 2.2.2 Ciência e Valor | 41 |
| 2.3 A filosofia da Ciência e seu ensino | 46 |
| 3 METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO | 50 |
| 3.1 Um estudo de caso de enfoque qualitativo..... | 50 |
| 3.2 Ações previstas para a intervenção prática..... | 54 |
| 3.3 Análise dos dados..... | 55 |
| 4 RELATO E AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO | 57 |
| 4.1 Análise da intervenção | 57 |
| 4.2 Interpretação dos dados..... | 69 |
| 5 CONCLUSÃO | 72 |
| REFERÊNCIAS..... | 75 |
| ANEXO A - Transcrição do debate entre professores de química, biologia e física com os alunos..... | 79 |
| ANEXO B – Trabalho do Grupo I: Química na culinária..... | 83 |
| ANEXO C – Trabalho do Grupo II: Química no cotidiano. | 85 |
| ANEXO D – Grupo III: Biologia (Cannabis)..... | 95 |
| ANEXO E – Grupo IV: Paradigmas midiáticos | 104 |

1 INTRODUÇÃO

No senso comum a ciência é tida como a forma de conhecimento mais “segura”, confiável e credível diante da necessidade de explicar ou resolver uma problemática. Ora, o termo ciência origina-se da palavra latina *scientia*, que significa conhecimento (VASCONCELOS 2011), conhecimento este buscado de forma racional e rigorosa já desde a antiguidade, como com os filósofos gregos, que vão deixando os mitos e começam a investigar a natureza na busca de formas de explicar a realidade e o princípio de tudo. Com a revolução científica no século XVI, a ciência começou a se separar ou a se destacar das demais formas de conhecimento abarcadas pela filosofia, progredindo rapidamente e dividindo-se em campos como a biologia, a física, a matemática e a química, especializando-se cada vez mais nestas áreas e, conseqüentemente, produzindo maiores efeitos na humanidade, tanto benéficos quanto maléficos, como será visto.

Diante de todo este avanço, emerge a indagação a respeito dos rumos para os quais a ciência pode levar a humanidade, sobre quais são suas motivações, seus limites, seus valores. Por conseguinte, emerge também a discussão sobre a importância e a contribuição que a filosofia pode dar à ciência ante a necessidade de se lançar um pensamento reflexivo sobre ela, questionando as práticas de pesquisa, os métodos adotados na elaboração de teses e no processo de construção do conhecimento, além do impacto das descobertas e da atividade científica na realidade. A partir daí, percebe-se a importância do objetivo do presente trabalho, que é discutir a relevância deste assunto para o ensino de filosofia, como também sua necessidade para os alunos do ensino médio. Compreende-se que, por meio de uma experiência do pensar filosoficamente a ciência, estes poderão desenvolver novos entendimentos sobre o que é a própria ciência, poderão também cultivar novas posturas diante do que se apresenta como dados e conhecimento científico e até mesmo ter um novo olhar sobre a realidade, cuja construção muito se baseia neste tipo de conhecimento.

Para abordarmos estas reflexões, utilizaremos alguns conceitos popperianos como o de falseabilidade, o de progresso científico, o de objetividade, entre outros citados à frente. O conceito de falseabilidade é apresentado por Popper como o critério de demarcação e consiste no entendimento de que, para que uma teoria seja

considerada científica, ela deve ser passível de falseamento, ou seja, tal teoria deve dar margens para ser posta à prova para poder ser descartada como falsa, caso sucumba à prova, ou corroborada, caso passe por esta. Isto nos leva à compreensão do conceito de ciência, que para Popper não é um sistema de enunciados certos e imutáveis, mas um tipo de conhecimento que está em constante desenvolvimento e cujas leis não passam de conjecturas que são superadas à medida que novas ideias vão sendo corroboradas. Dessa forma, o conceito de progresso científico no pensamento popperiano não diz respeito ao acúmulo de conhecimentos, mas na possibilidade de se debater e contrapor ideias divergentes livremente, pois só esse livre debate possibilitará as condições para se comparar e provar perspectivas e hipóteses diferentes sobre um mesmo assunto e assim descartar as menos prováveis e considerar as que se reafirmam. Por conseguinte, veremos que a objetividade da ciência para Popper não estará na ausência de interesse particular por parte do cientista, ou na ausência da influência dos valores sociais, mas nas condições favoráveis para um livre debate de ideias.

Isto posto, o desenvolvimento deste texto foi dividido em três partes. Na segunda seção (Fundamentação crítico-filosófica), o itinerário percorrido começa no primeiro capítulo com a apresentação da relação que há entre filosofia e ciência, realizando, a princípio, um esboço histórico desde a antiguidade (primeiro subcapítulo), com o surgimento da filosofia dos pré-socráticos, considerada a origem da ciência ocidental, passando por Platão, que apresenta quatro modos ou graus do conhecimento no qual a ciência (*epistême*) seria o conhecimento racional das essências, das ideias imutáveis e universais, e também Aristóteles, com os seus três grandes grupos de conhecimento: as ciências teoréticas, as ciências práticas e as ciências produtivas ou poiéticas. No segundo subcapítulo, aborda-se a Ciência Medieval que era fortemente influenciada por Aristóteles, mas que já trazia as raízes da ciência moderna, como se pode constatar nos estudos empreendidos principalmente por Robert Grosseteste e Roger Bacon, na Escola de Oxford, que já faziam uso da matemática em suas pesquisas. Devido à revolução ocasionada na ciência pelo uso da matemática em estudos e experimentos, no subcapítulo três (A matemática: da Grécia antiga até a modernidade), são apresentados alguns traços históricos dela desde a Grécia antiga, passando pela era de ouro com Euclides, Arquimedes e Apolônio de Perga até o Renascimento. No quarto subcapítulo,

verifica-se que a ciência deixa de ser uma interpretação contemplativa da natureza para tornar-se experiência ativa, mensurando e quantificando os objetos e o mundo. Como personagens deste período, destacam-se Francis Bacon, Galileu e Newton. Enfatizam-se também a demarcação e a ruptura entre filosofia e ciência que começou com o embate entre as concepções realista e idealista das possibilidades de conhecimento dos objetos.

No capítulo dois (A importância da filosofia para a ciência), discorreremos sobre a importância da relação Filosofia e Ciência ainda hoje a partir de duas questões: a) sobre o alcance cognitivo da ciência; e b) sobre as implicações éticas das pesquisas científicas e de suas aplicações. Como auxílio para refletir estes pontos, no primeiro subcapítulo apresentamos alguns aspectos do pensamento de Karl Popper com ênfase na falseabilidade. No segundo subcapítulo, denominado Ciência e valor, além do auxílio de Popper, contaremos também com a contribuição de Pablo Rubén Mariconda para refletir acerca da segunda questão e pensar sobre as implicações éticas das pesquisas científicas a partir da distinção e reflexão dos chamados valores cognitivos e valores sociais.

Reconhecida a importância da filosofia não só na história da ciência, mas também nos dias de hoje, no capítulo três desta seção (A filosofia da ciência e seu ensino), trataremos da relevância do ensino de filosofia da ciência para os alunos do ensino médio, enfatizando que abordar a ciência de forma filosófica irá propiciar um olhar crítico e reflexivo a algo que já faz parte da vida deles, do seu dia-a-dia, sendo também uma ótima oportunidade de proporcionar um ensino interdisciplinar com as matérias de física, biologia, química.

Na terceira seção (Metodologia e estratégias de avaliação da intervenção), apresentamos já no primeiro capítulo a metodologia empregada em nossa pesquisa, que se trata de um estudo de caso de enfoque qualitativo; e, no segundo capítulo, as ações previstas para a intervenção prática, que consistirá de algumas aulas ministradas, uma pesquisa motivada, debate com os professores das disciplinas de ciências naturais e da apresentação da pesquisa realizada pelos alunos da 2ª série do Colégio Diocesano Seridoense na cidade de Caicó-RN. No terceiro capítulo, expomos como será feita a análise dos dados coletados durante a pesquisa.

Na quarta seção (Relato e avaliação da intervenção), no primeiro capítulo, realizaremos a descrição das atividades aplicadas e análise dos registros feitos

durante o desenvolvimento e conclusão dos trabalhos. Já no capítulo dois (Interpretação dos dados), buscaremos identificar se esta atividade proporcionou uma experiência do pensar filosoficamente as ciências, tomando por base o que na primeira seção identificamos como problemas e características da Filosofia da Ciência e também alguns pontos do pensamento de Popper, como a relação ética-ciência, baseada na honestidade intelectual dos cientistas, pois os esforços empregados nas pesquisas correspondem a uma constante busca da verdade, e as hipóteses apresentadas e testadas são sempre aproximações falseáveis, e no valor inestimável da vida; como também o seu entendimento de progresso do conhecimento, compreendido como uma modificação de um conhecimento anterior que foi superado.

Como desfecho desta pesquisa, na conclusão, verificaremos as possíveis contribuições que a análise da experiência vivenciada na abordagem prática pode proporcionar para enriquecer a reflexão e o debate do que foi visto na primeira parte deste texto.

2 FUNDAMENTAÇÃO CRÍTICO-FILOSÓFICA

2.1 A Filosofia e a Ciência

Apesar da filosofia da ciência ter se consolidado como campo de investigação no século XIX, ao examinar as suas atribuições como a análise das afirmações e dos conceitos científicos, os modelos científicos e as implicações dos seus métodos no estudo da realidade, o estudo e compreensão da forma como são produzidas as hipóteses e as explicações sobre os fenômenos, a classificação das ciências, entre outras, percebemos uma relação íntima com a teoria do conhecimento (epistemologia) e a ontologia. Esta vinculação foi concebida desde a antiguidade por meio dos primeiros filósofos que se inquietaram por encontrar explicações racionais para o surgimento e a existência do mundo. Diante disto, se faz necessário nos deter, mesmo que de forma rápida e introdutória, em uma visão histórica da relação filosofia e ciência para melhor compreendermos a importância da correspondência entre estes dois campos de conhecimento.

2.1.1 A Ciência antiga

A ciência desenvolvida e praticada pelos pré-socráticos é considerada a filosofia que eles produziram a partir de formulações não mais baseadas apenas nos mitos, mas com elementos racionais sobre o existente. Ora, o caminho percorrido e os procedimentos utilizados em uma investigação são, justamente, o método adotado para chegar a um fim. Neste caso, o meio utilizado nesta busca foi o da observação e análise da realidade que possibilitou aos filósofos pré-socráticos o desenvolvimento de respostas que apresentavam os elementos como água, ar, fogo e terra como sendo o princípio explicativo (*arché*) da realidade; por isso os filósofos pré-socráticos também foram chamados de filósofos da natureza (*physis*).¹

¹ É importante ressaltar que Karl Popper (cujo pensamento veremos mais à frente), em *Conjecturas e Refutações*, afirma que a ciência não se origina diretamente de uma coleção de observações ou na invenção de experimentos, mas sim na discussão crítica dos mitos, das técnicas e práticas mágicas. Com isso, ele queria criticar o caráter dogmático de algumas teorias que queriam se mostrar irrefutáveis, assim como a autoridade dos mitos era inquestionável na antiguidade; como também queria realçar o caráter crítico que a ciência deve ter ao mesmo tempo em que deve estar aberta a críticas feitas às suas leis, como foi com os primeiros filósofos, cujas teorias não eram transmitidas

Os filósofos da natureza não apresentaram sistemas de leis e teorias sobre a realidade, mas suas explicações são engendradas de forma original, pois eles tinham como instrumento apenas a observação racional e tinham como objeto a permanência e as mudanças que ocorrem na natureza e os fenômenos naturais. Tales de Mileto observou que onde havia água havia vida, que o corpo humano é constituído em sua maior parte de líquidos e que, quando os animais morriam, sua carcaça secava. Concluiu então que a água e a umidade estava em tudo, seja de uma forma condensada ou de forma dispersa. Assim foi também com Anaximandro e seu elemento indeterminado (*apeiron*), Anaxímenes e o ar, Heráclito e o fogo, além de Pitágoras e os números. O que há em comum nestes filósofos é a busca pelo princípio constitutivo da *physis*, que não é entendida apenas como o mundo material, mas:

Em todos eles, a noção de *physis* está associada a alguma coisa que é fundamental e radical (constitui a base e a raiz) e que, possuindo o atributo da permanência, subjaz ao que é mutável e transitório. Esse princípio é, portanto, constitutivo, mas é também, dentro do pensamento milesiano, principalmente originário e formativo (gerativo). (POLITO; SILVA FILHO, 2013, p. 335)

A *physis* é toda a realidade existente, cujo princípio não agiu apenas na origem do cosmos, mas é atuante na permanência e nas transformações das coisas. Ela abarca a totalidade de tudo que é e, assim, é a manifestação visível da *arkhé*, do modo como esta se faz percebida e pensada, pois a *physis* pode ser apreendida em tudo o que existe e em tudo o que aparece e acontece, como o céu, a terra, os astros, os homens e animais (CHAUÍ, 2002).

Entretanto, um filósofo pré-socrático analisou a natureza a partir de um olhar racional mais abstrato, e com isso não enxergou nenhum elemento natural como sendo o princípio constitutivo da realidade. Ele afirma que as coisas que existem têm Ser, e o que não tem Ser não existe. Este filósofo é Parmênides de Eléia (530-470 a.C.), que, na sua obra *Da Natureza*, coloca na boca da deusa representante da razão: “Necessário é o dizer e pensar que (o) ente é; pois é ser, e nada não é; isto eu te mando considerar” (PARMÊNIDES, 1996, p. 133). Para ele, a *arkhé* é o ser, ou o ente que é – princípio de identidade – e o contrário disso, o não-ser, não existe,

como dogmas, mas abertas a discussões e reformulações, pois os mitos não supriam mais os questionamentos que eles levantavam sobre o mundo.

pois não é possível – princípio de não-contradição. O ser é eterno, imóvel, imutável, pleno, contínuo, homogêneo e indivisível; dessa forma, a mudança, a transitoriedade e as transformações que percebemos na natureza são ilusões causadas pelos sentidos. Com Parmênides, então, teria nascido o que hoje conhecemos como ontologia (CHAUÍ, 2002).

Algo que também interessa para nós no filósofo de Eléia é que, por sua obra, que se trata de um grande poema, ele se torna um dos primeiros (senão o primeiro) a distinguir dois tipos de conhecimento: a *alétheia* e a *doxa*. Parmênides divide o poema em duas partes nas quais apresenta o caminho da verdade e o caminho da opinião. Mas o que diferencia estes dois tipos de conhecimento?

A distinção fundamental entre os dois caminhos está em que, no primeiro, o homem se deixa conduzir apenas pela razão e é então levado à evidência de que "o que é, é — e não pode deixar de ser" (primeira formulação explícita do princípio lógico ontológico de identidade). Já na segunda via, "os mortais de duas cabeças", pelo fato de atentarem para os dados empíricos, as informações dos sentidos, não chegam ao desvelamento da verdade (*aletheia*) e à certeza, permanecendo no nível instável das opiniões e das convenções de linguagem. (SOUZA, 1996, p. 26)

A via da verdade (*aletheia*) é trilhada apenas pelo pensamento, pela razão, pois só ela é capaz de captar o ser das coisas e suas características como a imutabilidade, indivisibilidade, continuidade, etc. Só o pensamento puro formula julgamentos lógicos que não necessitam dos dados da experiência sensorial. Já a compreensão do que apreendemos pelos nossos sentidos pode mudar à medida que variam os estados de nossos corpos e as situações de nossas vidas, findando que o conhecimento que resulta desta experiência não passa de opinião (*doxa*) compartilhada em discussões. Dessa forma, vemos aqui o início da tradição racionalista e, com ela, de uma discussão que perpassou a história da filosofia onde os simpatizantes desta tradição, desde Platão e passando por Descartes, Kant, Hegel e chegando até os nossos dias, não só negariam status de conhecimento aos dados brutos obtidos por via sensorial, como também sustentariam a tese de que conhecer consiste em revelar as estruturas profundas que se encontram veladas pelas aparências dos fenômenos (POLITO; SILVA FILHO, 2013).

Platão, por sua vez, recebeu grande influência de Parmênides, pois, em sua filosofia, expressou desconfiança do conhecimento adquirido pelos sentidos por se

tratar de algo impreciso, mutável, subjetivo, o que se configura no que ele também chama de opinião (*doxa*) sobre a realidade. Na República, Platão aborda os conceitos como o de matemática e ciência na qual faz a diferenciação entre *doxa*, *episteme* e *dianóia* apresentando, mais especificamente nos livros V, VI e VII, quatro modos ou graus do conhecimento e no qual a ciência (*episteme*) seria o conhecimento racional das essências, das ideias imutáveis e universais, adquirido pelo exercício do método dialético:

Assim, há quatro dessas disposições na alma que correspondem às quatro subseções de nossa linha: entendimento para a subseção mais elevada, intelecção para a segunda, crença para a terceira e imaginação para a última. Organiza-as numa proporção e considera que cada uma participa em clareza no mesmo grau que seus objetos da verdade e da realidade. (PLATÃO, 2014, p. 288)

Segundo Chauí (2002), para cada modo, grau ou subseção existe um objeto específico de conhecimento: o nível mais baixo é o da imaginação, simulacro (a *eikasía* – imagem, conjectura, representação), e tem como objeto imagens de percepções das coisas sensíveis. Fazem parte deste nível a poesia, a escultura, a pintura e a retórica. O nível seguinte é o da crença (*pístis*), ou seja, confiança que depositamos na sensação. É também o nível da opinião (*doxa*) que formamos a partir das sensações e do que nos é passado; conhecimento que não foi demonstrado nem provado, mas que é aceito pelas experiências dos sentidos e pelos hábitos e costumes nos quais fomos educados. Esses dois tipos de conhecimento têm como objeto o mundo sensível, já os outros dois seguintes correspondem ao mundo inteligível. O próximo nível é o da intelecção (ou *diánoia*), conhecimento que opera por etapas sucessivas de raciocínio para se chegar a uma conclusão. Fazem parte deste nível os objetos matemáticos como a aritmética, a geometria, música e astronomia. Embora tratem de realidades inteligíveis, estes conhecimentos se utilizam de imagens para melhor compreendê-los, por isso são considerados inferiores. Por fim, o nível mais alto, o da verdadeira ciência, é o do entendimento (*nóesis* – ação de conceber uma coisa pela inteligência, ato intelectual de conhecimento). “Esse nível é o mais alto, é o que conhece a essência, designada por Platão com a palavra *eidos*, a forma inteligível, a ideia, a verdade incondicionada” (CHAUÍ, 2002, p. 253).

Posto esta classificação, vemos que a ciência, ou *episteme*, em Platão, se trata de um conhecimento adquirido por meio dos atos de intuição intelectual que, por meio da dialética, conduz o pensamento na contemplação das ideias e no conhecimento dos princípios.

Por sua vez, Aristóteles não desvalorizou tanto os sentidos, ao contrário, ele se utilizou da observação e da coleta de dados justamente no intuito de compreender e explicar o movimento presente na natureza. Segundo Pinedo e Pinedo (2008), Aristóteles representa um avanço importante para a história da ciência, pois, além de ter fundado várias disciplinas científicas (como a taxionomia biológica, a meteorologia, a dinâmica e a hidrostática), ele deu um passo a mais na direção da ciência tal como hoje a conhecemos, encarando a observação da natureza de um ponto de vista mais sistemático. Ora, para o ocidente, até o século XIX, a filosofia e a ciência eram uma só e mesma coisa, e a filosofia de Aristóteles foi a base para a ciência de grande parte deste período.

Ele apresenta três grandes grupos de conhecimento: as ciências teoréticas, cujo fim é a verdade; as ciências práticas (ética e política), cujo fim é o bem humano; e as ciências produtivas ou poiéticas (agricultura, escultura, engenharia, medicina, sapataria, poesia, etc), cujo fim é uma obra. O conhecimento científico para ele corresponde ao conhecimento dos princípios e das causas dos seres e dos objetos; neste caso, nos deteremos apenas nas ciências teoréticas porque também são as mais perfeitas, visto que é um conhecimento desejado por si mesmo, não por outro fim:

Ademais, o saber e o conhecer cujo fim é o próprio saber e o próprio conhecer encontram-se sobretudo na ciência do que é maximamente cognoscível. De fato, quem deseja a ciência por si mesma deseja acima de tudo a que é ciência em máximo grau, e esta é a ciência do que é maximamente cognoscível. Ora, maximamente cognoscíveis são os primeiros princípios e as causas; de fato, por eles e a partir deles se conhecem todas as outras coisas, enquanto ao contrário, eles não se conhecem por meio das coisas que lhes estão sujeitas. (ARISTÓTELES, 2002, p. 11).

O estagirita divide as ciências teoréticas em três, segundo a presença ou ausência de movimento, visto que não existe ciência apenas do que é imutável, diferentemente de Platão. A primeira delas é a física que, segundo Chauí (2002), corresponde à ciência da natureza, chamada mais tarde também de filosofia natural

e que hoje chamamos de física; corresponde também à biologia, no estudo de animais e plantas, e à psicologia. Em sua obra Física, ao apresentar uma definição de natureza (*physis*), Aristóteles diz que:

Entre os entes, uns são por natureza, outros são por outras causas; por natureza são os animais e suas partes, bem como as plantas e os corpos simples, isto é, terra, fogo, ar e água (de fato dizemos que essas e tais coisas são por natureza), e todos eles se manifestam diferentes em comparação com os que não se constituem por natureza, pois cada um deles tem em si mesmo princípio de movimento e repouso. (ARISTÓTELES, 2009, p. 42)

Entendemos que a *physis* é apresentada aqui como causa, pois os objetos que são por natureza têm em si mesmos o princípio do movimento, isto é, independem da ação e da vontade humana e se desenvolvem naturalmente sem nenhuma participação do homem.

A segunda ciência teórica é a matemática, cujos seres têm existência nas coisas físicas (quantidade de frutas, proporções de um objeto, etc), mas que também podem ser separados da matéria pelo pensamento e estudados em si mesmos. Fazem parte desta ciência a aritmética, que estuda os números e suas operações; a geometria, que estuda pontos, linhas, superfícies e figuras; a música ou acústica, que estuda os ritmos e as proporções dos sons; e a astronomia, cujos objetos são os astros imperecíveis (CHAUÍ, 2002).

Por fim, a terceira ciência é a metafísica ou filosofia primeira, cujo objeto de investigação Aristóteles descreve assim: “o nome do objeto de nossa investigação refere-se a uma única ciência; esta deve especular sobre os princípios primeiros e as causas, pois o bem e o fim das coisas é uma causa” (ARISTÓTELES, 2002, p. 11). É a ciência mais importante, pois investiga os primeiros princípios dos quais dependem os princípios da matemática e da física, sendo a mais universal de todas porque ela não estuda nenhum ser em particular, mas o ser enquanto ser, os atributos fundamentais a todos os seres.

Conhecer os princípios universais dos seres é o primeiro passo da investigação. Após isso, devem-se deduzir efeitos necessários e características desses seres. É o que afirma Chauí:

Depois de ter investigado os princípios e as causas e de haver mostrado qual é a natureza própria de tais seres, o filósofo deve deduzir as consequências ou os efeitos universais e necessários que decorrem da existência e atuação de tais seres. Por último, o filósofo deve realizar as demonstrações, isto é, mostrar de maneira inequívoca e correta como os seres estudados se vinculam aos seus princípios e como desses seres decorrem consequências ou efeitos necessários. (CHAUÍ, 2002, p. 347)

Na elaboração de sua lógica, também chamada de *Analíticos*, Aristóteles examina fórmulas argumentativas que possibilitem distinguir e demonstrar o conhecimento científico, estabelecendo leis para o raciocínio, nos quais a verdade da conclusão deve ser consequência da verdade das premissas, como também desenvolve regras dos tipos de silogismos. Por conseguinte, pelo que falamos anteriormente, e por várias outras contribuições, Aristóteles é considerado um dos maiores filósofos, pensadores e cientistas da Antiguidade. Ainda sobre a colaboração de Aristóteles para a ciência, Rosa afirma:

Aristóteles dedicou-se, igualmente, a vários ramos da Ciência, como Matemática, Astronomia (Terra esférica, fixa no centro do Universo finito), Física (primeiros argumentos sobre a teoria ondulatória e a propagação da luz, impossibilidade do vácuo, negação do atomismo, movimento natural e movimento forçado), a Química (doutrina dos cinco elementos) e Biologia (classificação dos animais, Embriologia, Anatomia, Zoologia, Botânica). É considerado o pai da Zoologia. Pioneiro no estudo dos fósseis, sustentou Aristóteles serem o resultado de processo de petrificação de restos de animais e plantas. Em todas essas observações (Biologia, Física e Astronomia) aplicou um rigoroso método lógico, que investigava as causas do objeto que ele observava. (ROSA, 2012, p, 134)

Podemos considerar esta influência de Aristóteles na história da ciência, sendo ele pioneiro em tantos campos, como sendo um fato a favor do entendimento da filosofia como mãe das ciências ou, para não transparecer um ar de superioridade da filosofia em relação aos outros tipos de conhecimento, como sendo elas a mesma coisa, tendo esta compreensão perdurado desde a antiguidade até a modernidade. Antes de passarmos à ciência moderna, porém, vejamos alguns pontos interessantes da ciência medieval.

2.1.2 A Ciência medieval

No período medieval foi mantida a concepção de ciência recebida da herança grega, na medida em que as obras de Aristóteles e Platão eram traduzidas para o latim, mas com a diferença que esta estava vinculada aos princípios cristãos e se subordinava aos critérios da revelação. A marcante relação “razão” e “fé” expressa bem o espírito deste tempo, na medida em que se tem a intenção de demonstrar “com base na razão as verdades aceitas pela fé ou, pelo menos, a sua logicidade ou a sua não-contraditoriedade com os princípios fundamentais da razão” (REALE; ANTISERI, 2003 p. 127). Os métodos de ensino nas escolas e universidades eram a lição (*lectio*), que consistia na leitura dos livros, e o seminário ou disputa (*disputatio*), que consistia na discussão com os estudantes sobre um tema proposto em forma de pergunta, duas metodologias que comumente voltam a ser propostas e utilizadas (dadas as devidas atualizações e adaptações) nos dias de hoje no ensino de filosofia no Ensino Médio. A respeito da importância da leitura dos clássicos em sala de aula, por exemplo, Marilena Chauí afirma, em uma entrevista a Carvalho, que há textos que são fundadores de questões filosóficas e por isso integram o *cânon* da história da filosofia:

Mas você pode estabelecer o *cânon* também de uma forma temática e decidir que para determinados temas da filosofia há textos que são fundamentais. [...] o que caracteriza a formação do *cânon* é a ideia de que há textos fundadores: aqueles nos quais uma determinada ideia, um determinado conceito, um determinado problema, uma determinada questão surge e recebe a sua primeira formulação. Essa formulação fará um caminho, um percurso: ela é então considerada um momento fundador. Esse momento fundador faz com que os textos que se apresentam assim tenham que fazer parte do *cânon*. [...] essa ideia de que você tem que trabalhar com os textos fundadores de uma questão é algo constitutivo da noção mesma do *cânon*, ou seja, você trabalha com os clássicos de sua disciplina. (CARVALHO, 2013, p. 20-21)

O convite a indagar sobre a origem e o sentido de nossas ideias, sentimentos e ações é, sem dúvida, um bom começo para a iniciação à filosofia, e o caminho melhor para isso é familiarizar os alunos com aquilo que é o cerne e o coração da filosofia, o discurso filosófico, que são os textos dos pensadores:

Por que a filosofia é um discurso dotado de características próprias, a iniciação a ela encontra um caminho seguro no ensino da leitura dessa modalidade de discurso, a fim de que os alunos aprendam a descobrir, no movimento e na ordenação das ideias de um texto, a lógica que sustenta a palavra filosófica para que possam analisá-la e comentá-la, primeiro, e interpretá-la, depois. (CHAUÍ, 2009, p. 12)

Quanto à forma hodierna de utilizar a *disputatio* como metodologia em sala de aula, ela estaria na promoção de debates envolvendo questões filosóficas trabalhadas com os alunos. Guido, Gallo e Kohan (2013) discutem a importância de um ensino de filosofia a partir dos problemas filosóficos porque a fundamentação desta abordagem está baseada no princípio de que o pensamento filosófico é produzido sempre a partir de problemas; são eles que mobilizam o pensamento e levam cada filósofo a criar seus conceitos. Dessa forma, o

[...] problema nos move a pensar justamente porque não somos capazes de compreendê-lo de antemão; ele não nos oferece uma resposta pronta, mas apresenta-se para nós como um desafio a ser enfrentado, para o qual uma resposta precisa ser construída. (GUIDO; GALLO; KOHAN, 2013, p. 122)

Mas voltemos um pouco nossa atenção ao papel do método na formação do conhecimento científico. As ciências naturais só emergiriam com mais relevância em finais do século XII, quando ocorreu a fundação (1150) da Escola de Medicina, em Salerno, onde foi praticada, por pouco tempo, a dissecação de cadáveres, o que marcou o início, ainda que precário, da Medicina na Europa medieval ocidental (ROSA, 2012).

O historiador da ciência Alexandre Koyré (1982), comentando a teoria histórica de A. C. Crombie, afirma que para este os pensadores do século XIII adquiriram uma concepção da ciência e do método científico que, em seus aspectos fundamentais, era idêntica à do século XVII, mais particularmente na utilização das matemáticas para formular teorias e experiências para sua verificação ou sua rejeição, e, ao aplicar em seguida esse método às pesquisas científicas particulares, estabeleceram uma ciência do mesmo tipo que a de Galileu, Descartes e Newton. Esse entendimento se dá ao considerar o estudo sugestivo e pleno de interesse do desenvolvimento da ótica na Idade Média, empreendido principalmente por Robert Grosseteste (1168 – 1253) e Roger Bacon (1214-1292) na Escola de Oxford, na

Inglaterra.^{2 3} A intenção de Crombie seria demonstrar que a ciência moderna, no que tange a métodos experimentais e quantitativos, tem raízes bem sólidas já no século XIII. Para Etienne Gilson (1995), Grosseteste merece ser reconhecido por permitir a aplicação de um método positivo ao estudo das ciências naturais e por afirmar a necessidade da aplicação as matemáticas à física.

Já Roger Bacon é considerado pai da Ciência experimental (alguns consideram Grosseteste, de quem Bacon seguiu os passos), maior cientista deste período histórico e precursor do empirismo moderno. Segundo Rosa (2012, p. 353), Bacon:

Defendeu a investigação científica, utilizou o método indutivo-dedutivo, insistiu no conhecimento exato e extenso dos fatos, considerou a Matemática e a experimentação como o verdadeiro caminho para o progresso científico, baseou-se em observações, introduziu o conceito de leis da Natureza e estava convencido de que a Ciência poderia resolver todos os problemas do Homem. Cético do ouvir dizer e descrente do método dedutivo, confiava Bacon na experimentação como método apropriado na investigação científica.

O método indutivo-dedutivo, herdado de Aristóteles, era o método usado pelos filósofos desde o século XII. A compreensão de que o conhecimento se desenvolve do mais simples ao complexo e inversamente, isto é, dos princípios aos efeitos e dos efeitos aos princípios, era traduzido também como partindo da teoria à experiência e da experiência à teoria (KOYRÉ, 1982).

Além de colocar a ciência experimental em plano tão elevado, Roger Bacon considera a matemática a porta e a chave das ciências e das coisas deste mundo, das quais permitem um conhecimento certo e que, se nas outras ciências desejamos chegar a uma certeza em que não reste nenhuma dúvida e a uma verdade sem erro possível, devemos fundamentar os conhecimentos nas matemáticas, pois, aplicando

² Grosseteste escreveu *De Artibus Liberalibus*, *Hexameron*, *De Sphaera* (sustenta a forma esférica do Universo), *Computus Correctorius* (defende a reforma do Calendário e critica a noção pagã da eternidade do Mundo), *De Impressionibus Elementorum* (sobre os fenômenos meteorológicos), *De Iride* (apoia a teoria da refração da luz de al-Kindi e a aplica ao arco-íris), *De Calore Solis* (argumenta que o calor solar só pode ser produzido pela concentração dos raios solares) e *De Luce* (inclui uma Cosmogonia baseada numa teoria metafísica da luz). (ROSA, 2012, p. 351 - 352).

³ A pedido do futuro Papa Clemente IV, escreveu Bacon sua principal obra, *Opus Majus* (1257), à qual se seguiriam *Opus Minus* e *Opus Tertium*. (...) Escreveu, ainda, entre outros livros, *Communia Mathematica* (Princípios Gerais da Matemática) e *Communia Naturalium* (Princípios Gerais da Filosofia Natural), dos quais restaram apenas fragmentos. (ROSA, 2012, p. 353).

a força delas às diferentes ciências particulares, veria que nada de grande pode ser nelas discernido sem as matemáticas (KOYRÉ, 1982).

Foi o uso da matemática junto às experiências no desenvolvimento de pesquisas que trouxe um caráter novo à ciência moderna, por isso, embora não a incluamos na proposta da abordagem de ensino que iremos descrever na seção 3, nos sentimos na obrigação, antes de passarmos à ciência moderna, de fazer uma observação mais reservada sobre a matemática no contexto aqui esboçado.

2.1.3 Aspectos históricos da Matemática

A matemática chegou ao conhecimento dos gregos através das relações comerciais que estes mantinham com povos do mediterrâneo, Oriente Médio, Ásia e Egito, mas o mérito dos gregos está, exatamente, na sua capacidade de organizar, estruturar, desenvolver e sintetizar, de forma coerente, os conhecimentos básicos para as atividades humanas. Assim, eles contribuíram muito para o desenvolvimento da matemática, mais especificamente nos campos da aritmética e da geometria. Não é à toa que Rosa (2012, p. 139) diz que “os gregos criariam a Matemática, sob o signo da Lógica e da Razão, as quais estabeleceriam definições e axiomas, a partir dos quais se deduziriam todas as proposições seguintes”.

Os gregos fizeram da Matemática uma ciência abstrata, racional e conceitual. Para Boyer (1974), Tales de Mileto é considerado o primeiro grande matemático e o primeiro homem da história a quem foram atribuídas descobertas matemáticas específicas, pois, além de ter formulado o teorema que leva seu nome – que um ângulo inscrito num semicírculo é um ângulo reto – estudiosos afirmam que ele o demonstrou, deu origem à organização dedutiva da geometria e formulou outros teoremas.

Já para os pitagóricos, a matemática tinha um teor místico, pois eles baseavam nos números sua filosofia e seu modo de viver. Segundo Boyer (1974, p. 39):

O número um, diziam eles, é o gerador dos números e o número da razão; o dois é o primeiro número par, ou feminino, o número da opinião; três é o primeiro número masculino verdadeiro, o da harmonia, sendo composto de unidade e diversidade; quatro é o número da justiça ou retribuição indicando o ajuste de contas; cinco é

o número do casamento, união dos primeiros números verdadeiros feminino e masculino; e seis é o número da criação. Cada número, por sua vez tinha seus atributos peculiares. O mais sagrado era o dez ou o *tetractys*, pois representava o número do universo, inclusive a soma de todas as possíveis dimensões geométricas.

É certo que outras civilizações atribuíam vários sentidos aos números, mas os pitagóricos foram grandes adoradores destes e isso está expresso na célebre afirmação, atribuída a Pitágoras, “tudo é número”. É de Pitágoras também o célebre Teorema dos Triângulos Retângulos (o quadrado da hipotenusa de qualquer triângulo retângulo é igual à soma do quadrado dos catetos), bem como o de que a soma dos três ângulos de um triângulo é igual a dois retos; isso mostra que, apesar de os pitagóricos atribuírem ao número uma natureza mística, seus conceitos de ponto, linha e superfície eram ligados a conceitos corpóreos (ROSA, 2012). Entre as grandes contribuições que esse grupo deu à matemática está o fato de a aritmética, além de ser tida como uma técnica, ser considerada uma disciplina intelectual, pois os pitagóricos não só fizeram dela um ramo da filosofia, como também empreenderam dela uma base para a unificação de todos os aspectos do mundo que os rodeavam. Filolau, por exemplo, um pitagórico que morreu por volta de 390 a.C., inspirou o primeiro sistema astronômico cujo centro do universo não é a terra, mas um grande fogo em torno do qual giravam uniformemente a Terra, o sol, a lua, sete planetas e um décimo corpo colinear com a Terra. Esta visão partiu do entendimento do número dez como perfeito, símbolo da saúde e da harmonia (BOYER, 1974).

Platão e Aristóteles pouco contribuíram com a matemática, no sentido de terem feito novas descobertas; o papel deles foi mais de fomentadores deste conhecimento, tanto que no pórtico da academia de Platão havia um escrito que dizia “não entre aqui quem não for geômetra”. Um exemplo da paixão de Platão pela matemática foi o constante uso de renomados matemáticos amigos e mestres seus como personagens de seus diálogos, como o próprio Teeteto, que dá nome à obra.

Como vimos anteriormente, a matemática em Platão faz parte do terceiro grau do conhecimento, a *diánoia*, um tipo de conhecimento inteligível, cujos princípios e verdade, isto é, axiomas, são assumidos sem que seja demonstrada a causa, mas que, pra ser melhor compreendido, precisa recorrer a representações sensíveis e imagens.

Contudo, a época de ouro da matemática grega começou com Euclides (330 – 260 a.C.), que, além de escrever sobre geometria, tratou de vários tópicos como óptica, astronomia, música e mecânica. Não se sabe muito sobre sua vida, mas a sua obra mais significativa é *Elementos*, considerada um marco na História da Ciência, na evolução da Matemática e no avanço do espírito científico. Para Rosa (2012, p. 149):

O método axiomático empregado nos *Elementos* parte de um conjunto de definições e postulados básicos, dos quais, por deduções rigorosas, decorrem todos os demais teoremas. O encadeamento lógico das ideias e das provas foi utilizado com o objetivo de inviabilizar eventuais objeções dos sofistas, exímios argumentadores, bastante ativos à época. Esse processo lógico faz com que cada proposição venha em seguida às previamente demonstradas. Como escreveu o já citado Pierre Rousseau, Euclides não empregou qualquer figura que não pudesse antes provar que era possível construí-la, qualquer teorema que não estivesse em bases irrefutáveis, qualquer disposição que não pudesse ser associada a um fato evidente. Essa preocupação pelo rigor permitiu a construção de um sistema que permaneceria incontestável por 23 séculos.

Os *Elementos*, segundo Boyer (1974), além de constituir a obra grega sobre matemática mais antiga a chegar até nós, é também o texto mais influente de todos os tempos. Sendo ele escrito por volta de 300 a.C., foi copiado e recopiado várias vezes e, como a conhecemos hoje, é resultado de muitas alterações ao longo dos séculos, devido às transcrições manuais, traduções e alguns acréscimos propositais. Chegaram até nós traduções em árabe, que no século XII foram vertidas para o latim. A primeira versão impressa apareceu em Veneza em 1482. Desde então, calcula-se que mais de mil edições foram publicadas.

Dentre os postulados dos *Elementos*, o V (diz que por um ponto de um plano só é possível traçar uma única reta paralela à outra reta desse mesmo plano) é o mais famoso por não ser tão evidente como os demais e assim empreender esforços dos matemáticos, ao longo dos séculos, em demonstrá-lo por dedução. Por não ser aceita pelos matemáticos a origem indutiva, experimental e física desse princípio, os insucessos em tentar demonstrar a priori a veracidade desse postulado euclidiano resultariam na Geometria não euclidiana no século XIX (ROSA, 2012).

Outro grande matemático da era de ouro grega foi Arquimedes (287 – 212 a.c.), tido por muitos como o maior cientista da Antiguidade. Ele foi pioneiro na

estática, na hidrostática e também na mecânica, além de matemático, geômetra e astrônomo. Foi um personagem bastante versátil, prático e se destacou igualmente como inventor. Segundo Boyer (1974), as narrações da vida de Arquimedes concordam plenamente que ele dava pouco crédito a seus engenhos mecânicos em comparação com os produtos dos seus pensamentos, e, mesmo quando projetava alavancas e outras máquinas, ele estava mais interessado em princípios gerais do que em aplicações práticas. O uso prático da matemática junto às demais ciências como física e astronomia, só foi ser fomentado na modernidade, entretanto, o próprio Arquimedes é também considerado o pai da Física matemática devido aos seus trabalhos pioneiros na Mecânica, na Estática, na Hidrostática e às suas obras *Sobre o equilíbrio dos planos* e *Sobre corpos flutuantes*. Nesta última, estão as duas proposições que exprimem o princípio hidrostático de Arquimedes:

Qualquer sólido mais leve do que um fluido ficará, caso colocado no fluido, submerso de tal forma que o peso do sólido será igual ao peso do fluido deslocado (...). Um sólido mais pesado do que um fluido descerá, se colocado nele, ao fundo do fluido, e o sólido será, quando pesado no fluido, mais leve do que seu peso real pelo peso do fluido deslocado. (ARQUIMEDES, 1996. p. 75).

Além disso, Rosa (2012) afirma que Arquimedes abriu caminhos na Geometria sólida, lançou as bases do Cálculo integral, criou um sistema para representar os números grandes e, utilizando um polígono de 92 lados, demonstrou o valor de pi (π) ser menor que $3 \frac{1}{7}$ e maior que $3 \frac{10}{71}$.

Apolônio de Perga (262 a.C. - 194 a.c.) forma com Euclides e Arquimedes a tríade de ouro da matemática helênica, mas não iremos nos deter nele. Nos séculos seguintes, vieram matemáticos que não tiveram o brilho desta tríade, mas que tiveram sua importância, Ptolomeu, Diofante de Alexandria, Nicômaco de Gerasa, Proclus de Alexandria, Boécio, Leonardo Fibonacci, considerado o maior matemático da idade média, entre outros. O *Liber Abbaci* de Fibonacci, de 1202, foi a principal obra de Aritmética por vários séculos, sendo o grande divulgador das anotações aritméticas árabes de al-Khwarizmi, além de representar um marco importante no abandono do velho sistema de registro por letras maiúsculas do alfabeto, usadas por gregos e romanos, na disseminação dos numerais árabes e na introdução do zero. Entre os árabes destacou-se al-Khowarizmi com suas tabelas astronômicas e livros

sobre aritmética e álgebra. Os árabes foram responsáveis pela tradução de importantes obras matemáticas, como as de Euclides, Arquimedes e Apolônio (BOYER, 1974). A necessidade dos sírios convertidos ao cristianismo de aprender grego para estudar o Novo Testamento e os Padres da Igreja deu condições a eles de se iniciarem na ciência e filosofia gregas. Assim nos explica Etienne Gilson:

Os califas abácidas, cuja dinastia é fundada em 750, apelas para os serviços dos sírios, que prosseguem sob os auspícios desses novos senhores seu ensino e seus trabalhos. Assim, Euclides, Arquimedes, Ptolomeu, Hipócrates, Galiano, Aristóteles, Teofrasto e Alexandre de Afrodídia são traduzidos, seja diretamente do grego em árabe, seja indiretamente do grego em siríaco, depois do siríaco em árabe. Assim, as escolas siríacas foram as intermediárias pelas quais o pensamento grego chegou aos árabes, enquanto não chegava o momento em que devia passar dos árabes aos judeus e aos filósofos do Ocidente cristão. (GILSON, 1995. p. 424)

O mundo árabe se tornou o reduto do saber antigo, no qual estudiosos tinham acesso aos clássicos. Entretanto, na Idade Média, não houve grandes descobertas e avanços muito significativos para as matemáticas. Os personagens que se destacaram contribuíram mais com traduções, comentários, críticas, análises e estudos sobre o que já se tinha.

Até o Renascimento, a Matemática se restringia à Aritmética e à Geometria, porém, teria seu campo bastante ampliado com o desenvolvimento da Álgebra e da Trigonometria. Uma das maiores conquistas do Renascimento Científico seria exatamente esse extraordinário desenvolvimento da Matemática (impulsionado pela crescente ascensão do comércio que pressionava por uma modernização das práticas aritméticas, de cálculos e computação para atender às suas necessidades), que se tornou ferramenta essencial para os avanços notáveis na Astronomia e na Física (Mecânica, Óptica). Seu emprego na área científica e na quantificação dos fenômenos físicos, defendido por ilustres personagens como Nicolau de Cusa e Leonardo da Vinci, se fortaleceria no século XVI com a Astronomia matemática de Copérnico. A Álgebra foi a parte da Matemática que mais se desenvolveu neste Período; entretanto, a Geometria e a Trigonometria despertaram, também, a atenção dos matemáticos por suas aplicações na Astronomia. Aliás, segundo Rosa (2012), é importante ressaltar a íntima relação da Matemática com a Astronomia, sendo que

grande número de astrônomos da época eram matemáticos, como o próprio Copérnico, Fracastoro, Benedetti, Clavius, entre outros.

Na modernidade se constatou algo que Roger Bacon defendia já no século XIII, que foi justamente a utilidade da matemática para o desenvolvimento das ciências. Diante disso, dando continuidade às considerações históricas da relação filosofia-ciência, passemos adiante para a época moderna.

2.1.4 A Ciência Moderna

Chegamos à modernidade, entusiasmada com o dito “renascimento da razão”, da cultura greco-romana e com um progressivo desenvolvimento das ciências a partir da procura de novos métodos, resultando em especialidades que aos poucos foram se separando da filosofia e se firmando como campos próprios, como a física e a mecânica que deram saltos com Galileu e Newton. Porém, para entender melhor a ciência aqui forjada, não podemos prescindir da concepção de natureza que se formou neste período.

Vimos que na antiguidade a natureza (*physis*) correspondia a toda realidade cujo princípio era atuante na origem e na existência das coisas. O homem fazia parte dela e era sujeito às suas condições. Enquanto para os gregos, de um modo geral, a natureza era eterna, ou seja, não tendo início e nem fim e sempre existiu em uma espécie de sucessão de ciclos, na Idade Média, a natureza (*natura*) era concebida como criação de Deus, princípio que atua fora dela. Na concepção medieval, o homem continua fazendo parte da natureza e, assim como para os gregos, cabe a ele conhecer as regularidades e causas dela pela contemplação. Na modernidade, Deus ainda é visto como criador da realidade, mas há uma mudança de posição em relação ao lugar do homem. Ele não se porta mais como um simples elemento passivo e contemplativo da natureza, mas começa a tomar uma posição de dominador, fazendo dela objeto do seu conhecimento por meio da manipulação e da experiência científica; dessa forma, a ciência deixa de ser uma interpretação contemplativa da natureza para tornar-se experiência ativa.

Um defensor e colaborador de uma ciência pautada na experiência é Francis Bacon (1561-1626), exímio crítico da filosofia aristotélica que era a base da ciência medieval. Ele não foi o primeiro a aderir a uma filosofia ou ciência experimental;

vimos que Roger Bacon e Grosseteste no século XIII já eram adeptos de tal empreitada. Entretanto, Francis Bacon propôs uma nova abordagem para o método indutivo, e que este deveria ser orientado pelas tábuas da investigação (princípios metodológicos) que funcionariam como critérios essenciais no estudo do objeto ou fenômeno. As tábuas de investigação seriam três: Tábua da presença ou afirmação – levantamento de todos os casos em que o fenômeno ou problema aparece e apresenta as mesmas características; tábua das ausências ou negação – verificação dos casos em que o fenômeno não ocorre; e, por fim, a tábua dos graus ou comparações – quando se fazem anotações dos diferentes graus de variação do fenômeno, percebendo as correlações entre as modificações (BACON, 2002). Tais procedimentos experimentais de Bacon abrangem o maior número possível de observações indutivas, a fim de que a natureza seja decomposta com o “fogo da mente”:

Em vista disso, é necessário analisar e decompor, de forma completa, a natureza, não certamente pelo fogo, mas com a mente, que é uma espécie de centelha divina. A primeira obra da verdadeira indução, para a investigação das formas, é a rejeição ou exclusão das naturezas singulares que não são encontradas em nenhuma instância em que está presente a natureza dada, ou encontram-se em qualquer instância em cuja natureza dada não está presente, ou cresçam em qualquer instância em cuja natureza dada decresce, ou decrescem quando a natureza dada cresce. Depois de ter feito as convenientes rejeições ou exclusões na forma devida, restará no fundo, como resíduo donde se evolveram como fumaça as opiniões, a forma afirmativa, sólida, verdadeira e bem determinada. (BACON, 2002, p. 149)

As exclusões e rejeições realizadas neste processo se tratam exatamente das exclusões e rejeições de hipóteses falsas elucidadas a partir da análise das informações e dados enunciados nas tábuas.

Francis Bacon tinha outra preocupação que o levou a colaborar de forma mais original com a ciência moderna e o destaca ainda mais como um filósofo da ciência: ele pretendeu estabelecer uma nova classificação dos saberes. Em Francis Bacon, conhecer é poder porque tendo o homem o entendimento das causas e dos elementos da natureza, ele poderá dela usufruir para sanar suas necessidades. Por conseguinte, classificar os saberes implica em estender sobre eles o olhar daqueles que os domina e possui. Pascal Nouvel assim nos descreve a pretensão de Bacon:

A obra de Francis Bacon *Instauratio Magna* (A grande Instauração), publicada em 1620, tem a ambição de inaugurar uma nova era, começando por essa classificação. É a grande obra de Bacon. Parece que ele a elaborou durante cerca de 40 anos. E, no entanto, a parte publicada dessa obra está longe de corresponder ao que Bacon tinha projetado. Ela devia, de acordo com seus planos, compor-se de seis partes seguintes: “A revisão das ciências, o novo método, a compilação dos fatos e das observações, a arte de aplicar o método aos fatos compilados, os resultados provisórios do método, os resultados definitivos ou segunda filosofia”. Dessas, apenas três foram realizadas. (NOUVEL, 2013, p. 34)

É na obra *De Dignitate et augmentis scientiarum*, segundo Nouvel (2013), que Bacon apresenta a classificação dos saberes a partir das faculdades humanas. A base da classificação é dividida em três grandes grupos que correspondem a operações do pensamento; são eles: memória, imaginação e razão. A cada uma dessas faculdades correspondem domínios do saber que também se subdividem em outras categorias: à faculdade da memória corresponde a história (antiga, moderna, história da natureza, etc); à imaginação corresponde a poesia (narrativa, dramática, parabólica); e à razão correspondem as diversas ciências (filosofia, que se subdivide em lógica, moral, metafísica, matemática, física, etc). Embora pareça incompleta, esta classificação serviu de inspiração para trabalhos séculos depois, como para o projeto enciclopédico de Diderot e D’Alembert, em 1751, e também a notação decimal, em vigor nas bibliotecas do mundo, elaborada por Melvil Dewey (1851-1931).

Para alguns historiadores da ciência, como o já citado Koyré, o que foi mais decisivo para o desenvolvimento da ciência moderna foi a matematização do mundo, a possibilidade de compreender as leis e os movimentos dos corpos com base em regras simples e exprimíveis em equações matemáticas. Isso significa que uma nova visão de mundo começou a se estabelecer, uma visão de mundo que ultrapassa a física das qualidades, elevando a condição de uma física das quantidades, pautada em pressupostos de quantificação e mensuração, da natureza e dos corpos. Na origem dessa nova concepção da natureza que mistura experimentação e matematização, destacam-se alguns contribuintes dos quais nos limitaremos a destacar apenas dois: Galileu e Newton.

Galileu (1564-1642) era contrário ao entendimento de sua época, embasado nos escritos de Aristóteles, de como se produzia ciência. Considerava que o conhecimento da essência íntima das substâncias individuais, que era o objeto das investigações, deveria ser substituído pelo conhecimento da lei que preside a ocorrência dos fenômenos, ou seja, o foco de sua ciência não tem como principal preocupação a qualidade, mas as relações quantitativas (LAKATOS; MARCONI, 1986). Foi graças a esta junção entre experiência e matemática que Galileu, a partir da clássica história da experiência com as esferas de diferentes pesos lançadas do alto da Torre de Pisa, formulou a lei da queda livre, que diz que a distância percorrida por um corpo em queda livre é proporcional ao quadrado do tempo de queda - traduzido na fórmula $s = gt^2/2$ – (EVES, 2004); contrariando Aristóteles, segundo quem o corpo mais pesado deveria cair mais rapidamente. Este é um claro exemplo de uma previsão hipotética formulada com base em uma equação matemática que foi colocada à prova por uma experiência com o objetivo de controle desta hipótese.

Segundo Eves (2004), Galileu fundou a mecânica dos corpos em queda livre, como também lançou os fundamentos da dinâmica em geral, e sobre esses fundamentos mais tarde Newton foi capaz de construir sua ciência. Foi ele o primeiro a perceber a natureza parabólica da trajetória de um projétil no vácuo e a especular sobre leis envolvendo momentos. Assim, devemos a Galileu o moderno espírito científico na forma de uma harmonia entre experiência e teoria associadas à formulação matemática; porém, é com Newton que o primeiro e verdadeiro sucesso do procedimento de matematização do real é obtido.

Isaac Newton (1642 - 1727) é um dos cientistas mais importantes da história da ciência. Ao formular a lei da gravitação dos corpos, ele apresentou uma lei única aplicada a todos os corpos com peso, quer se trate de uma pena ou do astro em torno do qual gravita um sistema planetário. Na fórmula $F = G \times M_1 \times M_2 / d^2$, G é a constante gravitacional; M_1 e M_2 , as massas de dois corpos quaisquer; e d , a distância que os separa (NOUVEL, 2013). A concepção de uma lei natural já era concebida antes de Newton, mas ele mostra que a legalidade presente em casos particulares, como o movimento dos corpos em queda livre, poderia se estender por todo o universo. No dizer de Nouvel (2013, p. 53): “Uma única e mesma lei para todo

o universo. Lei simples e que se exprime matematicamente. É nisso que consiste o triunfo da mecânica newtoniana que vai encantar seus contemporâneos”.

Para Eves (2004), a obra *Os princípios matemáticos de uma filosofia natural* de 1687, constitui uma grande e completa sistematização da física moderna, sintetizando a mecânica de Galileu e a astronomia de Kepler, como também fornecendo os princípios e a metodologia da pesquisa científica da Natureza. No campo experimental, Newton demonstrou uma habilidade pouco comum; como matemático, ele figura entre os maiores que o mundo já viu. Sua inteligência para com os problemas físicos e a habilidade para tratá-los matematicamente provavelmente nunca foram superados. Tudo isso valeu ao nosso cientista inglês grande reconhecimento ainda em vida por parte da classe intelectual do seu tempo.

O pensamento de Newton expressa também uma visão que emergiu com o racionalismo de Descartes a partir da compreensão de que a composição substancial do mundo é a *res extensa*, substância extensa, material. Trata-se da concepção de que o movimento e as regularidades percebidas na natureza se dão de forma mecânica:

Oxalá pudéssemos também derivar dos princípios mecânicos os outros fenômenos da natureza, por meio do mesmo gênero de argumentos, porque muitas razões me levam a suspeitar que todos esses fenômenos podem depender de certas forças pelas quais as partículas dos corpos, por causas ainda desconhecidas, ou se impelem mutuamente, juntando-se segundo figuras regulares, ou são repelidas e retrocedem umas em relação às outras. Ignorando essas forças, os filósofos tentaram em vão até agora a pesquisa da natureza. Espero, no entanto, que os princípios aqui estabelecidos tragam alguma luz sobre esse ponto ou sobre algum método melhor de filosofar. (NEWTON, 1983, p. 9)

Diante disso, percebemos que a ciência moderna marca uma ruptura epistemológica e ontológica em relação à Antiguidade e à Idade Média. Epistemológica porque os modelos interpretativos da natureza propostos por Francis Bacon, Galileu, Descartes e, principalmente, o proposto por Newton, fundados na matemática e na geometria, resultarão nas condições de possibilidade para o surgimento da física mecânica, que mais tarde se tornará o modelo de cientificidade para as demais áreas do conhecimento humano que pretenderem se designar como ciência. Ontológica porque o próprio homem será visto também como uma pequena

máquina, cujos órgãos são assimilados a diversos tipos de engrenagens. Caberá a ele compreender as estruturas de funcionamento da realidade e procurar entender as leis que regem o funcionamento da matéria, para conhecer melhor o mundo e a si mesmo.

Dessa forma, percebe-se que o modelo científico moderno influencia ainda hoje as ciências positivas em suas pesquisas, principalmente no que diz respeito à formulação de hipóteses e experiências que visam à avaliação e comprovação destas. Contudo, até aqui não se concebia uma oposição ou separação entre ciência e filosofia. As disciplinas como física, matemática, biologia e química faziam parte de um campo conhecido como filosofia natural. Porém, uma das questões que começou a demarcar essa ruptura neste período foi o embate entre as concepções realista e idealista das possibilidades de conhecimento dos objetos.

Para Nouvel (2013), realista é a doutrina que admite a existência de objetos independentes de nossa percepção, pois a realidade é tal como é, independente do sujeito que observa. Há vertentes realistas que compreendem que é possível conhecer o objeto como ele é, como também há outras que defendem que não temos a capacidade de conhecer as coisas como elas são realmente, mas apenas em parte. As coisas, os objetos e os seres que dizemos existir só nos são acessíveis por meio de representações formuladas por nossos sentidos e, por isso, podem acarretar em informações imprecisas, visto que muitas vezes os sentidos nos enganam. É aqui que nascem os problemas da visão realista. As representações são ideias incompletas e provisórias, por isso não podem ser consideradas garantia da verdade de um conhecimento.

Já o idealismo é uma doutrina que só reconhece como reais as ideias. O idealismo absoluto sustentado por Berkeley, segundo Nouvel (2013), leva não somente a duvidar do mundo exterior, mas a afirmar que a única realidade é a que concebemos por nossas ideias. Enquanto no realismo o fator determinante é o objeto, no idealismo o sujeito ocupa o lugar central, e a realidade seria uma representação formulada na consciência do sujeito.

Kant seria o responsável por sintetizar essas duas vertentes e abrir um novo caminho de compreensão a respeito das possibilidades do conhecimento. Para ele, não somos capazes de apreender o objeto em si (a coisa em si), mas apenas informações que chegam à nossa mente pelos nossos sentidos e que são

impressões confusas e incoerentes do objeto; entretanto, nós possuímos estruturas de conhecimentos *a priori* que permitem pensar e unificar estas impressões, formulando juízos, conceitos e ideias. Tanto a sensibilidade como o intelecto são modos de conhecer do sujeito, porém, a sensibilidade por si só é cega, e o intelecto sozinho não produz juízos e ideias. Dessa forma, Kant é identificado ao mesmo tempo como realista, pois, só pelo fato de não sabermos o que é a coisa em si não quer dizer que ela não exista, e também como idealista, devido o fato de o conhecimento que nós temos começar com as ideias (NOUVEL 2013).

A filosofia de Kant causou impactos na forma como assentimos aos conhecimentos produzidos pelas ciências, visto que agora, segundo o seu entendimento, tais conhecimentos não descrevem a realidade em si, mas apenas o que nós somos capazes de produzir a partir das informações que nos foram dadas pela sensibilidade. Podemos enxergar uma consequência desse entendimento no que Popper expressa ao dizer que a ciência não prova uma lei, mas apenas a corrobora, visto que constantemente, por meio da descoberta de novas informações e dados antes não percebidas, pode-se contestar e modificar tal lei.

Kant analisa as condições de possibilidade de a metafísica se tornar uma ciência tão segura quanto a matemática e a física, e conclui que tal empreitada é impossível porque o intelecto humano não é intuitivo por si mesmo, mas, como vimos, necessita das intuições sensíveis para produzir conhecimento. Essa compreensão é um marco na separação entre a filosofia e as ciências naturais. Estas, desde a modernidade, se voltaram para a busca de métodos cada vez mais objetivos e eficazes com os quais pudessem desenvolver suas pesquisas e produzir um conhecimento mais seguro. Já à filosofia caberia responder as questões “o que posso saber?”, “o que posso fazer?” e “o que posso esperar?”.

Concluindo nosso percurso, percebemos que não podemos ignorar de todo as dimensões históricas e filosóficas da formulação dos métodos e do conhecimento filosófico e científico, pois, ignorá-las favoreceria uma visão distorcida principalmente da atividade científica, baseada em concepções empírico-indutivistas, como composta de verdades incontestáveis. Uma das funções do ensino de Filosofia da Ciência na educação filosófica e científica seria a de combater a arrogância e autoridade da Ciência, evidenciando-se suas características de construção humana,

sua falibilidade, o impacto de interesses políticos, sociais e individuais (VANNUCCHI, 1996).

2.2 A importância da Filosofia para a Ciência⁴

A introdução do método científico e a consequente criação da ciência moderna, tendo como destaques Galileu, Descartes, Pascal, Newton, Francis Bacon, trouxeram um novo olhar investigativo a ser lançado sobre a realidade, sobre a natureza e seus objetos. A partir dessa nova visão sobre o mundo, edificaram-se muitas transformações na natureza e na sociedade causadas pelo avanço das pesquisas e descobertas científicas.

As ciências positivas se mostraram como aquelas que poderiam solucionar todos os problemas e eliminar as dificuldades (como o desenvolvimento do aparato tecnológico que melhor servisse à produção comercial e às necessidades humanas, como também à cura de algumas doenças e melhor tratamento de outras), mas o excesso de expectativas gerou desapontamentos diante do desenvolvimento do poder potencialmente destrutivo de armas capazes de aniquilar em poucos minutos o que a natureza demorou a arquitetar em bilhões de anos. “Ao lado da ‘superstição da ciência’ na excelente expressão de Jaspers, surgiu o ‘ódio à ciência’. Só ela poderia tudo explicar, mas só ela (‘praga diabólica’) seria culpada dos nossos grandes males” (FREIRE-MAIA, 2000 p. 168).

O ideal de ciência para Francis Bacon era de um conhecimento que dispusesse de práticas de controle da natureza, mas que deveria servir apenas para melhorar a vida humana em todas as suas dimensões (CARVALHO; RABELLO, 2013). Ou seja, a ciência deveria levar o homem a transpor os limites impostos pela natureza, como fome, doenças etc., justamente com a finalidade de beneficiá-lo e proporcionar-lhe uma melhor vida. Entretanto, a história nos mostra que a ciência também tomou caminhos contrários ao da preservação da vida, como foi o caso da produção da bomba atômica e em seguida a tensão da corrida armamentista. Por vezes, ela também causou e causa estardalhaços como com as pesquisas no campo da manipulação genética, temática tantas vezes discutida com os estudantes quando trabalhamos bioética na disciplina de filosofia.

⁴ A partir daqui usaremos o termo “Ciência” significando o conjunto das ciências naturais e exatas.

Morin (2005) afirma que os efeitos da ciência não são simples nem para o melhor, nem para o pior, mas que são profundamente ambivalentes, e que, por isso, ela tem necessidade não apenas de um pensamento que a leve a considerar a complexidade do real, mas também a sua própria complexidade e a complexidade das questões que ela levanta para a humanidade. Fechados em suas disciplinas, em seu saber, os cientistas parecem não perceber que as ciências avançadas deste século encontraram e reacenderam questões fundamentalmente filosóficas, tais como: O que é o mundo? A natureza? A vida? O homem? A realidade?

Aqui elencamos alguns pontos dos quais se levantam algumas discussões importantes: a) sobre o alcance cognitivo da ciência; e b) sobre as implicações éticas das pesquisas científicas e de suas aplicações.

São nestes pontos, entre outros, que a presença da filosofia na ciência se destaca ao questionar os fundamentos da ciência, das teorias e as aplicações das mesmas. Assim diz Lacey:

(...) é necessário que a filosofia também responda a esse sucesso. Que discuta, por exemplo, os limites da ciência. Por exemplo, será que a ciência pode compreender a consciência humana? Ou qual é a relação das ciências, das práticas científicas com a ética? A ciência constitui o único conhecimento confiável? Essas são questões filosóficas que surgem à luz do sucesso das ciências modernas. (apud CARVALHO; RABELLO, 2013, p. 99)

Este sucesso trouxe benefícios nas mais diversas áreas de pesquisa (biologia, física, medicina, entre outras), mas fez surgir alguns malefícios também como a criação de bombas químicas e desenvolvimento de superbactérias em laboratório, além de outros citados acima. Estes problemas e suas consequências dificilmente são apresentados aos alunos ou discutidos em aula, visto que os diagnósticos sobre a realidade do ensino de química, por exemplo, extensivos ao ensino de ciências, têm mostrado que este é descontextualizado, a-histórico, dogmático e desinteressante (LOGUERCIO; DEL PINO, 2006); se prendem a fórmulas, composições químicas e cálculos. Entretanto, quanto mais o avanço e o progresso das pesquisas científicas influenciam e transformam a humanidade, mais e mais os princípios, fundamentos, limites e finalidades da ciência serão alvos de questionamentos.

Convêm, portanto, alguns apontamentos a respeito dos pontos mencionados anteriormente, e, para tratar do primeiro ponto apresentado, isto é, sobre o alcance cognitivo da ciência, faz-se necessário conhecer alguns conceitos do pensamento de Karl Popper que muito influenciam a filosofia da Ciência.

2.2.1 Popper e a falseabilidade

Karl Popper (1902-1994) se opôs claramente ao positivismo,⁵ que tinha como única fonte de validade do conhecimento a observação e a experimentação, e também a toda teoria que remete ao dogmatismo. Defendia que o conhecimento é falível e passa por correções de tempo em tempo.

Ele analisará e pensará os ditos métodos das ciências empíricas. Para ele, no campo destas ciências, o cientista formula hipóteses ou sistemas de teorias e submete-as a testes, confrontando-as com a experiência através de recursos de observação e, diante dos resultados obtidos, a partir das conclusões inferidas, são formuladas as leis. Ora, este é o chamado método indutivo, no qual, de sentenças particulares, concluídos os testes e experiências, são inferidas sentenças universais.

Popper tecerá crítica ferrenha ao método indutivo,⁶ pois ele compreende que, além de não se poder proceder à generalização a partir da repetição e observação de uma regularidade no número de casos de experiências, mesmo que seja

⁵ Foi adotado por Auguste Comte para a sua filosofia e, graças a ele, passou a designar uma grande corrente filosófica que, na segunda metade do século XIX, teve numerosíssimas e variadas manifestações em todos os países do mundo ocidental. A característica do positivismo é a romantização da ciência, sua devoção como único guia da vida individual e social do homem, único conhecimento, única moral, única religião possível (...). A ciência é o único conhecimento possível, e o método da ciência é o único válido: portanto, o recurso a causas ou princípios não acessíveis ao método da ciência não dá origem a conhecimentos; a metafísica, que recorre a tal método, não tem nenhum valor (ABBAGNANO, 2000, p. 776-777).

⁶ A indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficiente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

O método dedutivo tem por característica o fato de que, se todas as premissas de um argumento são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira; e toda a informação ou conteúdo fatural da conclusão já estava, pelo menos implicitamente, nas premissas. Ou seja, o método dedutivo parte de generalizações aceitas, de leis abrangentes, para casos concretos, cujas partes já se encontram na generalização.

Já o método hipotético-dedutivo, proposto por Popper, consiste na construção de conjecturas, que devem ser submetidas a testes, os mais diversos possíveis, à crítica intersubjetiva, ao controle mútuo pela discussão crítica, à publicidade crítica e ao confronto com os fatos, para ver quais as hipóteses que sobrevivem como mais aptas na luta pela vida, resistindo, portanto, às tentativas de refutação e falseamento (LAKATOS, 1986, p. 46-63).

numeroso, a lógica indutiva também não se configura em um adequado critério de demarcação. E o que vem a ser demarcação para ele? “Denomino problema de demarcação o problema de estabelecer um critério que nos habilite a distinguir entre as ciências empíricas, de uma parte, e a Matemática e a Lógica, bem como os sistemas ‘metafísicos’, de outra” (POPPER, 2007, p. 35). Ou seja, é a linha que divide as ciências empíricas das que não embasam seu conhecimento na experiência, e que, por isso, são denominadas de pseudociências. O critério de demarcação que Popper apresenta é a falseabilidade, isto é, o filósofo não aceita como científico os sistemas de teses que sejam aceitos de uma vez por todas, mas considera os que admitem ser falseados:

Contudo, só reconhecerei um sistema como empírico ou científico se ele for passível de comprovação pela experiência. Essas considerações sugerem que deve ser tomado como critério de demarcação, não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um *sistema*. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: *deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico*. (POPPER, 2007, p. 42)

É essa possibilidade de falsificar uma hipótese científica que permitirá a correção e o desenvolvimento das teorias. Um exemplo que Popper apresenta é o enunciado “Choverá ou não choverá aqui amanhã”. A frase não é empírica porque ela não admite refutação alguma; mas a frase “Choverá aqui, amanhã”, por admitir refutação, será considerada empírica. Dessa forma, Popper afirma a existência de teorias tidas como científicas que são capazes de dar conta de qualquer fato e que, portanto, parecem ser irrefutáveis. Entre essas teorias pseudocientíficas, ele coloca a psicanálise de Freud, a psicologia individual de Adler e o materialismo histórico de Marx.

Entretanto, a falseabilidade não pode ser confundida com o caso de quando uma prova experimental falsifica uma teoria, mas ela é uma propriedade estritamente lógica das teorias científicas, isto é, significa que elas são falsificáveis, possuem falsificadores potenciais.

Como foi visto, é impossível inferir sentenças universais (leis) a partir de sentenças particulares (resultantes de testes e experiências), ou seja, é impossível

afirmar se uma tese é verdadeira, contudo, podemos verificar sua falsidade caso não passe na prova. Quando não provada sua falsidade, as teses são apenas corroboradas. Silveira afirmará que para Popper:

O método da ciência se caracteriza pela crítica das teorias e pode ser denominado método hipotético-dedutivo. Dada uma teoria, é possível, com auxílio de condições iniciais ou de contorno e com auxílio da lógica dedutiva, derivar conclusões. Essas conclusões são confrontadas com os fatos. (SILVEIRA, 2012, p. 214)

Essa é a forma pela qual uma teoria deverá ser provada e selecionada, submetendo-a a um processo que Popper (2007) vai propor e que possui quatro momentos pelos quais a teoria deverá passar. Em primeiro lugar, vem a comparação lógica das conclusões deduzidas da teoria onde se põe à prova a coerência interna do sistema; em segundo lugar, vem a investigação da sua forma lógica, com o objetivo de determinar se ela apresenta o caráter de uma teoria empírica ou científica, ou se é tautológica; em um terceiro momento, vem a comparação com outras teorias, com o objetivo de determinar se a teoria representa um avanço científico ou não; e, no quarto momento, vem a comprovação da teoria por meio de aplicações empíricas das conclusões que dela se possam deduzir, corroborando ou falseando-a.

Caso as conclusões sejam aceitáveis ou comprovadas, a teoria terá passado pela prova, terá sido corroborada. Entretanto, dado o curso do progresso científico, Popper chama a atenção para a transitoriedade das teorias, podendo uma ser substituída por outra com base em novas pesquisas e testes:

Importa acentuar que uma decisão positiva só pode proporcionar alicerce temporário à teoria, pois subseqüentes decisões negativas sempre poderão constituir-se em motivo para rejeitá-la. Na medida em que a teoria resista a provas pormenorizadas e severas, e não seja suplantada por outra, no curso do progresso científico, poderemos dizer que ela “comprovou sua qualidade” ou foi “corroborada” pela experiência passada. (POPPER, 2007, p. 34).

Assim, as teses e o conhecimento científico só tratam de suposições, conjecturas. Diante do exposto, comentando o fato de que a história da ciência mostra teorias que, durante certo período de tempo, foram corroboradas e que acabaram sendo refutadas, Silveira afirma que:

Quando uma teoria é refutada, como finalmente o foi a mecânica newtoniana, a nova teoria deverá ser capaz de explicar todos aqueles fatos corroboradores da teoria superada e os novos fatos que a refutaram. A antiga teoria pode, então, sobreviver como um caso limite da nova teoria. Historicamente, é o que aconteceu com as teorias de Galileu e Kepler, que são casos limites da teoria de Newton; esta, por sua vez, é um caso limite da teoria de Einstein. (SILVEIRA, 2012, p. 217)

Outro caso que podemos citar é o do sistema geocêntrico que cedeu seu lugar ao heliocêntrico e que os alunos aprendem de forma superficial, apenas como se fosse uma mudança da compreensão “geográfica” do universo, e não aprofundam o entendimento de que este debate envolvia a mudança de percepção não só da realidade, mas do próprio ser humano.

Por conseguinte, verificamos que, para Popper (2007), a ciência não é um sistema de enunciados certos, muito menos um sistema que avança em direção a uma finalidade já estabelecida. Ela jamais pode proclamar ter atingido a verdade (embora o esforço por conhecer e a busca da verdade continuem a ser as razões mais fortes da investigação científica), pois só podemos conjecturar, e nossas conjecturas são orientadas por uma fé não científica, mas metafísica, em leis e regularidades que podemos desvelar. Popper diz que, à semelhança do que determinou Francis Bacon de forma pejorativa, poder-se-ia definir a ciência como consistindo de “antecipações, de intentos temerários e prematuros” e de “preconceitos,”. Entende-se aqui “antecipações” como sendo algo semelhante a hipóteses, que, por sua vez, são cuidadosamente controladas e averiguadas por testes sistemáticos. Ou seja, depois de elaboradas essas antecipações, o objetivo não seria defendê-las dogmaticamente para provar sua certeza e razão. Ao contrário, deve-se recorrer a todos os meios lógicos, matemáticos e técnicos para tentar demonstrar sua falsidade.

Quanto ao progresso científico, Popper discorda que este se dê pelo acúmulo de experiências, pesquisas e leis formuladas, mas que ele se dá a partir da possibilidade de se debater e contrapor ideias divergentes livremente:

A ciência e, mais especialmente, o progresso científico resultam não de esforços isolados, mas da livre competição de ideias. A ciência requer competição cada vez mais severa entre hipóteses e testes

cada vez mais rigorosos. E as hipóteses em luta reclamam, por assim dizer, representação pessoal: precisam de advogados, precisam de um tribunal e até mesmo de público. Essa representação pessoal há de ser institucionalmente organizada, se desejarmos dar-lhe condições de operar. Essas instituições têm um custo de manutenção e pedem proteção legal. Em última instância, o progresso depende largamente de fatores políticos, de instituições políticas que assegurem a liberdade de pensamento, depende da democracia. (POPPER, 1980, p.81)

Aqui Popper assinala alguns aspectos sociais da pesquisa científica e que esta é munida de organizações e instrumentos institucionais, de forma que, à pergunta “como poderia ser detido o progresso científico e industrial?”, ele responde que seria fechando ou controlando os laboratórios de pesquisa, suprimindo ou controlando as revistas científicas e outros veículos de debate de ideias, impedindo conferências e congressos científicos, eliminando universidades e escolas, suprimindo os livros, as editoras e a escrita. Posteriormente, Popper (1980) reconhece que tudo isso não seria suficiente para impedir estritamente o progresso científico, mas com certeza o tornaria, por demasiado, difícil.

Encontramos uma visão parecida a respeito do progresso científico em Imre Lakatos (1979), para quem a história da ciência tem sido, e deve continuar sendo, a história de programas de pesquisa competitivos; e, quanto antes começar a competição, melhor será para o progresso das ideias.

Diante do que vimos até aqui, acreditamos que o pensamento de Popper pode nos ajudar a responder à primeira questão levantada anteriormente, a respeito do alcance cognitivo da ciência e do que ela pode conhecer. Visto que a distinção da pseudociência pelo uso do método indutivo como critério de demarcação da ciência não agradou a Popper (1980), ele definiu então a falseabilidade para este posto; isto quer dizer que o parâmetro que define o status científico de uma teoria é sua capacidade de ser refutada ou testada, pois, para ele, a irrefutabilidade não é uma virtude, como pensam alguns, mas sim um vício. Por outro lado, o conhecimento por ela produzido não é capaz de abarcar a totalidade do real; a verdade, neste sentido, é vislumbrada como um horizonte do qual são realizadas apenas aproximações e conjecturas por meio das leis, que, por sua vez, são de tempos em tempos reformuladas.

Popper (2007) afirma que as leis, as teses, ou novas ideias, não são resultado de pesquisas, mas são elaborações da mente do cientista que são submetidas a

provas e testes e posteriormente, corrigidas e substituídas por outras. Com o progresso da tecnologia, os meios de pesquisa hoje vão se aprimorando mais e mais e, assim, novos experimentos permitem e permitirão decidir acerca de novas ideias que surgem em face das teorias vigentes. Mas, mesmo sendo elaborações da sua mente, quais motivações o cientista teria para o exercício da sua atividade? Tratem os de segundo ponto.

2.2.2 Ciência e Valor

Para deliberarmos sobre o segundo ponto, a respeito das implicações éticas das pesquisas científicas e de suas aplicações, recorreremos ao texto *O modelo da interação entre a ciência e os valores* de Pablo Rubén Mariconda, em que ele faz uma pequena análise histórica da relação entre fato e valor nas práticas científicas em se tratando das questões naturais. Para ele, os autores fundadores da ciência moderna elaboraram uma distinção dicotômica entre fato e valor, fundamental para a consolidação de um aspecto central das práticas científicas, compreendendo que as decisões da ciência deveriam ser autônomas não só da influência da religião e da política, mas também das perspectivas de valores sustentadas pelos próprios cientistas. Porém esta dicotomia não se sustenta “uma vez que existem imbricação e complementariedade entre as duas esferas, e nenhuma ação racional se realiza sem tal mistura” (MARICONDA, 2013, p. 117). E é justamente deste entendimento que trataremos nos parágrafos seguintes.

Para isso, faz-se necessário realizar uma distinção entre os chamados **valores cognitivos e os valores sociais**. Estes últimos são compostos por valores como crença religiosa, posições políticas, interesses econômicos, convicções morais, opiniões gerais sobre problemas ambientais, adesão a causas humanitárias, entre outros. Já os valores cognitivos são um conjunto de critérios como adequação empírica, poder explicativo e poder preditivo, que ajudam na escolha de teorias científicas. A atividade científica é sim regida por valores como afirma Mariconda:

A atividade científica é, sem dúvida, uma atividade social complexa que está regida por um conjunto de ideias, de valores e práticas, que tornam possível a existência da ciência como uma atividade socialmente organizada em instituições. Esse conjunto de ideias, dos quais o valor central é o controle da natureza, está composto pelos

três seguintes valores: imparcialidade/objetividade, autonomia e neutralidade. (MARICONDA, 2013, p. 120)

Mariconda irá apresentar uma definição para cada um destes valores, porém, são definições confusas que acabam não esclarecendo a distinção entre eles; de qualquer forma, tentaremos enunciar suas definições seguidas de contestações que questionam a atividade científica como movida apenas por valores cognitivos.

A imparcialidade está ligada aos valores cognitivos citados anteriormente e consiste na forma de realização do método científico para chegar ao conhecimento imparcial, isto é, conhecimento que satisfaz apenas a critérios científicos. Percebe-se uma conexão entre ela e a objetividade, pois, sendo as práticas cognitivas imparciais, chega-se a um conhecimento objetivo que se volta apenas para a estrutura, a interação aos fenômenos e aos processos naturais; e também uma relação entre imparcialidade e neutralidade, em que a imparcialidade tem como condição indispensável que o cientista deva manifestar neutralidade cognitiva nos juízos científicos, ou seja, não deixar suas perspectivas de valor interferir nas suas decisões científicas (MARICONDA, 2013). Entretanto, Carvalho e Rabello (2013) dizem que não é possível afirmar que os resultados científicos tenham neutralidade, visto que muitas pesquisas só acontecem por meio do financiamento de empresas com interesses específicos, e que muitas vezes o conhecimento gerado no âmbito interno destas empresas fica restrito a elas, não sendo divulgado à sociedade, gerando assim situações de conflito de interesses, envolvendo pressão sobre cientistas para que encubram dados potencialmente problemáticos para os pesquisadores.

Já a autonomia refere-se à ausência de influência externa - tais como valores sociais, crenças religiosas e ideológicas, posições políticas etc – para as práticas internas da metodologia científica, mesmo que estas sejam financiadas por instituições públicas e privadas. Neste caso, falando da liberdade científica, da experiência e dos valores cognitivos, Plínio Junqueira Smith (2013, p. 147) afirma que é preciso reconhecer “que nem tudo o que leva um cientista a aceitar uma teoria resulta de um cálculo. Mesmo a atitude científica mais racional ainda permite espaço para as escolhas e ponderações. Em muitos casos, valores morais e sociais interferem em nossas decisões científicas”.

Para Mariconda (2013), a neutralidade consiste em afirmar que os resultados científicos, tomados em seu conjunto, quando aplicados podem ser postos igualmente a serviço de qualquer perspectiva de valores sociais e éticos racionalmente viáveis, sem privilegiar certas perspectivas em detrimento de outras, isto porque seu ideal é o de servir, é o do entendimento de que a ciência é produzida em benefício da humanidade. Mas o mesmo afirma que não há garantia que isso ocorra completamente porque o predomínio do valor de controle e a adoção das estratégias descontextualizadas (reprodução do evento, processo ou experiência em um ambiente que permita o exercício do controle experimental) acabam privilegiando mais uma perspectiva de valor do que outra (MIRACONDA, 2013), isto é, muitas empresas e companhias favorecedoras de pesquisas, em nome da hegemonia e do valor de controle, não tornam comum para a comunidade os resultados científicos, tornando eles mesmos os únicos beneficiados.

Vimos que Popper reconhece o caráter social e institucional da prática científica e sua importância para uma livre competição de ideias, o que favorece o progresso científico. Ele ressalta ainda que é interesse perceber que a usualmente denominada “objetividade científica” se fundamenta, até certo ponto, nas instituições sociais, e que a concepção de que a objetividade científica se apoia na atitude mental ou psicológica do cientista individual, no treinamento que recebe, na cautela com que age, em sua imparcialidade científica, é ingênua (POPPER, 1980). Segundo Popper, esta concepção é apresentada pela sociologia do conhecimento; ele afirma que tal entendimento:

[...] esquece inteiramente o caráter social ou institucional do conhecimento científico, porque se baseia na simplória doutrina de que a objetividade depende da psicologia do cientista individualmente considerado. Esquece o fato de que nem a aridez, nem o abstrato caráter de um tópico de ciência natural impedem a parcialidade e o interesse próprio de interferirem nas crenças do cientista, e esquecem que, se tivéssemos de depender de sua imparcialidade, a ciência, mesmo a ciência natural, seria impossível. [...] Esquece que é o caráter público da ciência e de suas instituições que impõe disciplina mental ao cientista e que preserva a objetividade da ciência e sua tradição de debater criticamente as ideias novas. (POPPER, 1980, p. 81-82)

A objetividade da ciência para Popper não estaria na ausência de interesse particular por parte do cientista, ou na ausência da influência dos valores sociais,

mas nas condições favoráveis para um livre debate de ideias, no conhecer que ideia pode ser falseada, qual se sustenta por diversas corroborações, não sendo ainda falseada.

Desta forma, diante da reflexão sobre ciência e valor feita até aqui, percebe-se que o conceituar a ciência como um saber cuja racionalidade e métodos são puros e objetivos (no sentido de ser livre do interesse do cientista e de instituições) e cujas pesquisas são desinteressadas não é, até então, sustentável, visto que o homem, sujeito desse conhecimento, não é movido apenas pelos valores cognitivos, mas também pelos valores sociais.

A temática que se desenvolve aqui, ética na ciência, abre espaço para a construção de um diálogo que instiga os alunos a uma experiência de reflexão, questionamento e compreensão mais clara da relação entre a ciência e os valores que muitos deles podem ter. Ora, a partir da segunda metade do século XX o homem pôde sentir as transformações causadas pela tecnologia alterando a sua vida cotidiana. Ainda hoje o rechaço a algumas críticas feitas a determinadas pesquisas tem por justificativa a acusação de dogmatismo e fundamentalismo religioso, pois, para muitos cientistas, a ética diz respeito apenas à vida privada das pessoas e seria um abuso que ela se intrometesse no curso das pesquisas científicas. Porém, estas transformações, e outras conquistas, fazem surgir questões cruciais a respeito da estrutura radical e comportamental do ser humano (PEGORARO, 2002), problemas que a técnica e a ciência não podem responder porque já não são mais questões tecnocientíficas, mas éticas:

Por exemplo, continuaremos a transmitir a vida por via natural ou poderemos, livremente, substituí-la por técnicas de reprodução *in vitro*, barriga de aluguel, clonagem e etc? Haverá órgãos tão importantes – o cérebro – cujo transplante mudaria a identidade do sujeito? O transplante de vários órgãos poderia reduzir a pessoa a um corpo mecanizado? (...) São problemas que extrapolam a competência da tecnociência e se tornam problemas éticos globais. (PEGORARO, 2002. p. 22)

Compreende-se, então, que a ciência, movida por interesses distintos dos valores epistemológicos e da preservação da humanidade, tomou caminhos que desencadearam reflexões sobre a ética na produção de suas pesquisas (segunda questão levantada anteriormente), como o caso, no campo da biologia, da

possibilidade das manipulações genéticas. A própria vida humana foi perdendo o seu valor a ponto de tornar-se instrumento e meio para outros fins, e essa é uma “razão pela qual não se devem perder de vista os fundamentos éticos da pesquisa científica e da aplicação de seus resultados” (OLIVA, 2010, p. 18).

Não se pode negligenciar que aqui, como no caso da manipulação genética e também das armas atômicas, os cientistas são chamados a combinar a liberdade e a autonomia em suas pesquisas com a responsabilidade e as implicações sociais da ciência (FREIRE JR., 2013). Faz-se necessário a ela um pensar reflexivo sobre si mesmo, na medida em que o progresso de suas pesquisas influi direta e indiretamente na vida das pessoas, na natureza, no âmbito social, econômico e político.

Não se trata de barrar ou impor limites na sua atividade, mas de formar o que Edgar Morin chama de “Ciência com Consciência”, consciência intelectual, no sentido da aptidão “auto reflexiva”, e consciência moral. Se a ciência é incapaz de pensar a si mesma, de pensar sua ambivalência, como ainda afirma Morin (2005), a filosofia se mostra necessária para este processo:

A filosofia da Ciência é imprescindível para um julgamento crítico do método científico: para situar, com precisão, o conhecimento científico dentro do contexto global do saber; (...) para explicitar os processos que o cientista muitas vezes emprega sem plena consciência; etc. É o filósofo da ciência que sabe a que meta realmente se dirige a pesquisa científica, que possibilidades há de que essa meta seja atingida, que tipos de erros podem ser cometidos ao longo do caminho, etc. (FREIRE-MAIA, 2000 p. 33)

Por conseguinte, convém afirmar que o papel da filosofia na ciência não é o de ficar à espreita para efetuar julgamentos taxativos, mas o de uma auxiliar que a ajuda a conceber a influência de suas atividades e a perceber a si mesma no mundo.

Reconhecida, então, a importância da filosofia para a ciência, no que fomos tratando até aqui, ressaltamos a necessidade de uma atenção maior ao ensino de filosofia da ciência nas aulas de filosofia no Ensino Médio, pois ele ajudará os alunos a desenvolverem um novo olhar sobre a ciência.

2.3 A Filosofia da Ciência e seu ensino

Nas discussões sobre “o que é ensinar filosofia”, Cerletti (2009) compreende que primeiramente é necessário definir “o que é filosofia”, estabelecer um entendimento sobre este conceito, pois “o que se considera ser basicamente a filosofia deveria expressar-se de alguma maneira em seu ensino, se se deseja estabelecer alguma continuidade entre o que se diz e o que se faz em um curso” (CERLETTI, 2009, p. 17). Porém, dessa forma, existirão tantas formas de se ensinar filosofia quantas forem as respostas para a pergunta “o que é filosofia”, e a própria história revela a ausência de consenso entre os filósofos. Segundo este autor, o desafio estaria em encontrar algo anterior, germinal no filosofar dos filósofos, que não varie de acordo com a perspectiva da filosofia que se adote e que possa ser atualizado com os alunos de filosofia. A resposta a este desafio seria uma atitude:

Esse espaço em comum entre filósofos e aprendizes será antes uma atitude: a atitude de suspeita, questionadora ou crítica, do filosofar. O que haveria que tentar ensinar seria, então esse olhar agudo que não quer deixar nada sem revisar, essa atitude radical que permite problematizar as afirmações ou colocar em dúvida aquilo que se apresenta como óbvio, natural ou normal. E essa disposição, nós a encontramos em qualquer filósofo: em Sócrates, em Descartes, em Kant, em Marx, em Wittgenstein ou em Deleuze. E, ainda que cada um desses filósofos defina as próprias perguntas, construa seus problemas e ofereça suas respostas, ou seja, elabore sua filosofia, a tenaz inquietude da busca é um traço comum a todos os filósofos. (CERLETTI, 2009, p. 29)

A experiência do filosofar parte, então, de uma atitude de abertura à vida, ao mundo, à própria ciência e de questionamentos diante de problemas que vão surgindo ante essa realidade que é apresentada, possibilitando também um posicionamento como resposta a estas questões. Mas em que consiste esta atitude de abertura? Em um deixar-se impactar, questionar, espantar-se frente à realidade que se apresenta. E, indo além do que Cerletti expressou, compreendemos que a atitude de abertura consiste em uma disposição em conhecer a realidade para nela saber atuar, descobrindo seus mecanismos e estruturas, e para nela saber viver como indivíduo consciente de sua identidade, de seu ser no mundo, do que lhe é apresentado como conhecimento científico.

Por conseguinte, o espanto e a atitude questionadora são ensinados como elementos principais e constitutivos de uma experiência filosófica, em muitos casos, nas primeiras aulas de filosofia no Ensino Médio, contudo, parece que não damos o devido valor e trabalhamos pouco com os alunos a vivência deste aspecto importante do filosofar. Diante disso, quase não acontece, ou se apresenta como maior exigência, o posicionamento ou resposta à inquietação e à problemática surgida. Isto porque esta resposta implica um ato de nossa liberdade, de autonomia que é possível apenas quando se motiva o aluno e o habitua a pensar e refletir o que é apresentado. Daí surgem novas práxis, novas teorias, novos sistemas, novas propostas, pois, de modo geral, este foi o processo vivenciado pelos filósofos na tradição.

O processo do pensar é o passo seguinte ao espanto e é o que possibilita uma resposta autêntica do indivíduo perante a sua experiência provocadora. Este pensar não se restringe a uma busca de explicação lógica ao antes não entendido, mas, como diz Santiago (2014, p.114), se trata de “um pensar que se caracteriza por ser essencial inquietação, uma vez que pensamos quando nos damos conta de que algo nos falta”, e, dessa forma, nos inquieta, nos afeta. Estes são os passos que pretendemos dar junto aos alunos em nossa intervenção prática; a partir do conteúdo adquirido nas aulas, motivamos o aprofundamento por meio da pesquisa e do debate, circunstâncias facilitadoras para a reflexão e construção do pensamento.

O pensar é entendido, então, como uma busca de sentido e compreensão do vivido. Assim acrescenta ainda Santiago sobre a experiência do pensar:

Dessa forma, a experiência do pensar revela-se como um ato complexo, pois enquanto expressa a nossa necessidade de compreensão, vivenciada no ‘diálogo silencioso’ em que o eu pensante se ocupa com a busca de sentido para a realidade vivida, envolve a exterioridade do mundo e das coisas, a exterioridade do outro, a minha interioridade e exterioridade, como sujeito, em que o eu se vê diante das possibilidades de atribuir significados às distintas manifestações dessa realidade. (SANTIAGO, 2014, p. 115)

A experiência do pensar filosófico parte do aluno e o transforma, pois este pensar é um pressuposto à formação humana, não apenas como cidadão, mas como possibilidade do aprendizado dos modos de olhar, de conceber o conhecimento científico e o mundo, de elaborar e construir um ponto de vista, uma

perspectiva capaz de orientá-lo na leitura deste mundo e no situar-se nele com certa autonomia (SANTIAGO, 2014).

Dessa forma, considerando o que foi dito até aqui a respeito da importância da filosofia para a ciência e desta também para a filosofia, não menos importante se torna o ensino de filosofia da ciência aos alunos do Ensino Médio, pois a escola é o lugar onde os estudantes têm um contato mais direto com a ciência e onde já vão aprendendo suas práticas e sua importância para a sociedade. Abordar a ciência de forma filosófica irá propiciar um olhar crítico e reflexivo a algo que já faz parte da vida deles, do seu dia-a-dia, sendo também uma ótima oportunidade de um ensino interdisciplinar com as matérias de física, biologia, química e até matemática.

Por conseguinte, Silveira chama a atenção para que, na graduação de professores e profissionais da ciência, se estude Filosofia e História da Ciência:

Um possível caminho para se conseguir essa mudança de mentalidade é a introdução de disciplinas de filosofia e história da ciência nos cursos de graduação. Penso que essas disciplinas não devam ocorrer no início do curso, mas no final, quando o aluno já tenha um bom domínio do conteúdo da ciência que estuda e talvez já tenha se deparado com problemas relativos ao conhecimento científico. (SILVEIRA, 2012, p. 225)

É necessário, assim, que na formação do professor de matemática, biologia, física, química, lhe seja proporcionada uma experiência filosófica com os problemas de sua área. Morin (2005) sustenta que o desenvolvimento da ciência ocidental desde o século XVII foi um desenvolvimento transdisciplinar. Além disso, afirma que, se não tivesse sido assim, a ciência não seria ciência. Ele compreende dessa forma porque há uma unidade de método e aceitação de postulados implícitos em todas as disciplinas como a objetividade, a utilização da matemática como linguagem e como modo de explicação, a separação do sujeito e do objeto, entre outros.

Por conseguinte, o trabalho interdisciplinar utilizando temas, como os tratados neste texto, em nada prejudica no aprendizado do que é próprio de cada disciplina, mas, pelo contrário, favorece o alcance dos objetivos estipulados em cada área, visto que há competências cujo desenvolvimento não se limita a uma única área. Como exemplo, podemos citar a BNCC, onde há a competência específica 3 para as Ciências da Natureza e suas tecnologias, que diz “Investigar situações-problema e

avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo”; ressalta em sua descrição a relevância de um:

[...] debate fundamentado sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas, sejam elas locais ou globais, e suas implicações éticas, morais, culturais, sociais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para o desenvolvimento sustentável e a preservação da vida no planeta. (BRASIL, 2018, p. 558)

Todavia, para que ocorra de fato uma atividade interdisciplinar, faz-se necessário um trabalho conjunto entre os professores, para que possa ocorrer uma troca de experiências e de conhecimentos das disciplinas, o que, por sua vez, proporcionará um planejamento dinâmico das aulas. E esta é uma das ações contidas na intervenção prática que iremos propor de forma detalhada mais adiante.

Ademais, o professor de filosofia poderá conhecer melhor os conteúdos de matemática, física, química e biologia que são próprios às fases específicas do Ensino Médio e pensar como podem ser problematizados filosoficamente e, ainda, fornecer material histórico-científico suficiente para a compreensão de seu contexto de formação (SANTOS, 2016). Também os professores das demais disciplinas poderão mobilizar discussões com os alunos a respeito de teorias científicas, instigando-os, por exemplo, a pensarem novas alternativas possíveis para as dúvidas e aparentes inconsistências que surgem, ou o professor poderá partir do conhecimento prévio dos alunos a respeito do assunto da aula:

O aluno não pode ser tratado como uma “tábula rasa”, as teorias ou expectativas que ele traz são relevantes para a aquisição do novo conhecimento. Popper afirma que todo o novo conhecimento é uma modificação do conhecimento anterior. 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. (SILVEIRA, 2012, p. 225)

Desse modo, por meio da análise crítica, os conhecimentos filosóficos podem levar o aluno a descobrir em que contextos várias ideias foram desenvolvidas, que poder possuem em relação às coisas de seu cotidiano em casa, na escola e no mundo, desmistificando e, ao mesmo tempo, abrindo novos horizontes a respeito do papel, das contribuições e dos efeitos da ciência no mundo e em sua própria vida, principalmente no que visam para o próprio futuro.

3 METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO

3.1 Um estudo de caso de enfoque qualitativo

A história do conhecimento científico não está separada da história da própria humanidade; vimos no início da primeira parte os processos e métodos para a formação do conhecimento utilizados desde a antiguidade, passando pelo desenvolvimento da razão, o surgimento do método científico e o aceleração na prática de suas pesquisas, o nascimento e o rápido aprimoramento da tecnologia. Nestes processos, houve e ainda há momentos que se configuram no que podemos chamar de “progresso-regresso” científico em virtude das consequências negativas das atividades científicas já mencionadas nesse texto.

Dessa forma, visto que é característica da ciência a observação, o olhar muitas vezes voltado para “fora”, a filosofia provoca nela a necessidade da reflexão, do olhar sobre si, sobre sua presença no mundo. Daí a importância de se levar esta mesma discussão para sala de aula, ajudando os alunos a terem uma nova postura diante do que lhes é apresentado como ciência, como também contribuindo e formando a base de futuros cientistas, com visões e perspectivas novas. Porém, antes de apresentar a descrição de nossa proposta de intervenção, faz-se necessário expor a metodologia utilizada nesta pesquisa, explicando sob que perspectiva as atividades serão desenvolvidas. Nossa proposta de intervenção prática se configura em uma abordagem qualitativa e se tratará de um estudo de caso, em que, após a realização da intervenção, faremos uma análise dos registros feitos durante o seu desenvolvimento e resultado para identificar se esta atividade proporcionou uma experiência do pensar filosoficamente as ciências.

Algumas características de uma investigação qualitativa são apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), e delas podemos nos valer para melhor elucidar nosso itinerário. Para estes autores, na investigação qualitativa, a fonte de dados é o ambiente natural, e a realidade em seu próprio contexto; no caso de nossa pesquisa, este ambiente natural é a própria sala de aula e os trabalhos avaliativos do bimestre. Assim, afirmam que:

Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser

melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. Os locais têm de ser entendidos no contexto da história das instituições a que pertencem. Quando os dados em causa são produzidos por sujeitos, como no caso de registos oficiais, os investigadores querem saber como e em que circunstâncias é que eles foram elaborados. Quais as circunstâncias históricas e movimentos de que fazem parte? Para o investigador qualitativo divorciar o ato, a palavra ou o gesto do seu contexto é perder de vista o significado. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48)

Outra característica é que os dados são recolhidos em forma de palavras e imagens, e não em números, por isso se diz que a pesquisa qualitativa é descritiva. Os resultados escritos da investigação trazem citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Tentam analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos. Para Bogdan e Biklen (1994, p. 49),

A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo.

Apesar de este texto apresentar em sua primeira parte uma explanação teórica com alguns temas e problemas relevantes da filosofia da ciência para se trabalhar no Ensino Médio e, em sua segunda parte, a descrição de uma intervenção prática, não é intenção deste trabalho expor uma teoria e, posteriormente, realizar uma experiência que a comprove ou, menos ainda, tencionamos a descoberta de um método de um ensino filosófico das ciências. O que pretendemos é apresentar uma discussão sobre a importância do ensino de filosofia da ciência no Ensino Médio, além de uma proposta de intervenção em sala de aula, e a descrição e análise dos resultados desta mesma intervenção colocada em prática na turma da 2^o série do Colégio Diocesano Seridoense em Caicó-RN, com o intuito de perceber a experiência vivenciada pelos alunos.

Diante disso, Bogdan e Biklen afirmam que os investigadores qualitativos:

[...] não entendem o seu trabalho como consistindo na recolha de "factos" sobre o comportamento humano, os quais, após serem articulados, proporcionariam um modo de verificar e elaborar uma teoria que permitisse aos cientistas estabelecer relações de causalidade e predizer o comportamento humano. Os investigadores

pensam que o comportamento humano é demasiadamente complexo para que tal seja possível, considerando a busca de causas e predições negativamente, no sentido de que esta dificulta a capacidade de apreender o carácter essencialmente interpretativo da natureza e experiência humanas. O objetivo dos investigadores qualitativos é o de melhor compreender o comportamento e experiência humanos. Tentam compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70)

Segundo Chizzotti (2006), os pesquisadores de viés qualitativo também contestam a neutralidade científica do discurso positivista e afirmam o vínculo da investigação com os problemas ético-políticos e sociais e declaram-se comprometidos com a prática, com a emancipação humana e a transformação social. Os investigadores qualitativos em educação estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Contudo, a intervenção prática desta pesquisa também se trata de um estudo de caso de uma proposta de aulas com assuntos de filosofia da ciência utilizados no Ensino Médio.

Poder-se-ia objetar que este trabalho melhor se enquadraria em uma pesquisa-ação ao se discutir um objeto e depois levá-lo à prática. Contudo, veremos que nossa proposta se distancia do que vem a ser uma pesquisa-ação. Para Ghedin e Franco (2011), quem opta por este tipo de trabalho tem a convicção de que pesquisa e ação caminham juntas, tendo em vista a transformação da prática ou mesmo da própria realidade. Segundo eles, observa-se no Brasil três conceituações diferentes de pesquisa-ação: a) a *colaborativa*, quando a busca de transformação é solicitada pelo grupo de referência da equipe de pesquisadores. Aqui, a função do pesquisador é integrar-se e dar foco científico a um processo já desencadeado pelo grupo; b) outro conceito é o de *pesquisa-ação crítica*, quando, em decorrência de um processo que valoriza a construção cognitiva da experiência, sustentada por uma reflexão crítica coletiva, percebe-se a necessidade da transformação, tendo em vista a emancipação dos sujeitos e das condições que o coletivo considera opressivas. Assim "(...) a pesquisa ação crítica não pretende apenas compreender ou descrever o mundo da prática, mas sobretudo transformá-lo" (GHEDIN; FRANCO, 2011, p.

213); e por último c) a *pesquisa-ação estratégica*, entendida quando a transformação for previamente planejada sem a participação dos sujeitos e só o pesquisador acompanhar e avaliar os efeitos e os resultados de sua aplicação.

O que há de comum nestes três conceitos, ou tipos de pesquisa-ação, é a finalidade almejada, que é a transformação da prática, da realidade, é a emancipação dos sujeitos. No entanto, o estudo de caso apresenta traços distintos com os quais a nossa pesquisa se identifica. Ventura (2007) esclarece que o estudo de caso não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, mas que é possível definir quatro fases que mostram o seu delineamento: I) a delimitação da unidade-caso, que se trata do objeto estudado; II) a coleta de dados, que faremos durante a intervenção; III) seleção, análise e interpretação dos dados, feitos após a intervenção (nos deteremos mais à frente a este assunto); e por fim IV) a elaboração do relatório, que consistirá na parte final deste texto, momento em que apresentaremos o resultado das avaliações dos dados coletados, as conclusões, os questionamentos e percepções geradas durante a experiência prática.

Assim afirmam Lüdke e André (1986, p. 18):

Mesmo que o investigador parta de alguns pressupostos teóricos iniciais, ele procurará se manter constantemente atento a novos elementos que podem emergir como importantes durante o estudo. O quadro teórico inicial servirá assim de esqueleto, de estrutura básica a partir da qual novos aspectos poderão ser detectados, novos elementos ou dimensões poderão ser acrescentados, na medida em que o estudo avance.

Nesta afirmação encontramos uma identificação bastante significativa com os objetivos deste trabalho. O estudo de caso que propomos se configura em uma continuação da primeira parte deste texto, podendo acrescentar novos elementos ou problemas sobre o ensino de filosofia da ciência.

Além desta, Lüdke e André (1986) nos apresentam outras características do estudo de caso, entre elas a que diz que os estudos de caso visam à interpretação em contexto, pois, para uma apreensão mais completa do objeto, é preciso levar em conta o contexto em que ele se situa. “Assim, para compreender melhor a manifestação geral de um problema, as ações, as percepções, os comportamentos e as interações das pessoas devem ser relacionadas à situação específica onde

ocorrem ou à problemática determinada a que estão ligados” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 18-19).

Ademais, este tipo de abordagem é bastante implementado quando se trata de pesquisas relacionadas ao ensino e aos problemas da escola:

[...] podemos dizer que o estudo de caso “qualitativo” ou “naturalístico” encerra um grande potencial para conhecer e compreender melhor os problemas da escola. Ao retratar o cotidiano escolar em toda a sua riqueza, esse tipo de pesquisa oferece elementos preciosos para uma melhor compreensão do papel da escola e suas relações com outras instituições da sociedade. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 18)

Não é diferente quando o caso estudado se restringe a um elemento de uma disciplina ao invés de todo o currículo ou aspectos de toda a comunidade escolar.

3.2 Ações previstas para a intervenção prática

Como foi visto, os estudos de caso enfatizam mais a interpretação em contexto, a análise do objeto na realidade em que se situa para uma apreensão mais completa, por isso a nossa proposta prática não acarretará em demasiada fuga do ordinário dos trabalhos escolares, pelo contrário, fará parte do curso normal da matéria, visto também que filosofia da ciência é um tema que compõe os assuntos da disciplina de filosofia da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Diocesano Seridoense. Por conseguinte, a proposta é fazer com os alunos uma pesquisa que culminará em uma feira ou exposição de Filosofia e Ciência, momento em que eles apresentarão seus trabalhos para a comunidade escolar. Esta pesquisa será sobre temas filosóficos de assuntos de física, biologia e química que foram pensados no intuito de se perceber a presença e influência deles na humanidade, mas também na vida das pessoas no ordinário do dia-a-dia.

Expondo de forma mais explícita: 1) em um primeiro momento será dada uma aula introdutória de Filosofia da Ciência, destacando o surgimento e aprimoramento do método científico e o conhecimento de termos importantes no debate filosófico sobre a ciência como o conceito de falseabilidade em Popper; em seguida, 2) será motivada uma pesquisa sobre como ocorrem as pesquisas científicas e como o que foi estudado está presente na realidade e na vida das pessoas, elencando os

problemas e os benefícios que produzem, os efeitos gerados na humanidade e os valores elaborados e defendidos. Junto aos professores das disciplinas de Biologia, Física e Química escolheremos os temas a serem trabalhados com os alunos. É importante, para um bom andamento das atividades, que estes temas estejam, direta ou indiretamente, ligados ao dia-a-dia das pessoas e que os alunos já tenham estudado ou estejam estudando nas respectivas disciplinas; posteriormente, 3) será organizado e realizado um debate ou mesa redonda com a participação dos professores das disciplinas envolvidas no projeto, oportunidade em que os alunos poderão colocar em questão tudo o que foi visto e aprendido até então. Por fim, 4) como conclusão do projeto, será feita uma feira ou exposição dos temas trabalhados para a comunidade escolar, quando, através de um estande ou um mural, se possível utilizando mídias diversas (tela do computador, projetor, folhetos, cartazes), os alunos apresentarão a conclusão dos trabalhos e os frutos de suas pesquisas.

Serão feitos registros audiovisuais durante a execução de cada momento do projeto e depois serão transcritos para uma posterior análise, com o intuito de perceber os efeitos, conclusões e outros resultados desta experiência, por exemplo, observar se ela proporcionou uma vivência filosófica a pelo menos alguns alunos que participaram dos trabalhos, verificar como relacionaram a filosofia com os assuntos das disciplinas de física, biologia e química, tendo como critérios a participação nas atividades, no debate e o conhecimento produzido, construído e apresentado na feira.

3.3 Análise dos dados

Após a transcrição dos posicionamentos em sala de aula, do debate e da apresentação na feira de exposição, entramos na fase de seleção, organização e interpretação dos dados coletados. Esta é a fase entendida por muitos como a mais difícil da pesquisa:

Uma das últimas etapas, a mais difícil, da pesquisa em estudo de caso é a análise, que segundo Borges, Hoppen e Luce (2009, p. 886) consiste em “examinar, categorizar, tabular e recombinar os elementos de prova, mantendo o modelo conceitual e as proposições iniciais do estudo como referências”. Em pesquisas conduzidas por meio de estratégias de estudo de casos não existe um padrão ou

formato específico, e apesar de ser o “coração” da construção da teoria, é a etapa mais difícil e, simultaneamente, a menos codificada do processo. (FREITAS; JABBOUR, 2011, p. 18)

Por isso é que o pesquisador deve recorrer a uma variedade de dados, coletados em diferentes momentos, em situações diversas e com uma variedade de tipos de informações, pois, “com essa variedade de informações, oriunda de fontes variadas, ele poderá cruzar informações, confirmar ou rejeitar hipóteses, descobrir novos dados, afastar suposições ou levantar hipóteses alternativas” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 19).

Lüdke e André (1986) ainda compreendem que os relatos dos estudos de caso utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa. Para eles, os relatos escritos apresentam, geralmente, estilo informal, narrativo, ilustrado por figuras de linguagem, citações exemplos e descrições. Assim, por meio da análise das transcrições e imagens realizadas, identificaremos categorias ou pontuações. Entre elas estão as problemáticas que foram surgindo e as mudanças de comportamentos ou posicionamentos dos alunos diante dos temas pesquisados. Também identificaremos em que aspectos o envolvimento com outras disciplinas foi significativo e em quais houve falhas.

Esta etapa, portanto,

[...] consiste na análise com base no referencial teórico, de onde serão identificadas as convergências e divergências da literatura, já que os dados não falam por si, devem ser articulados com os referenciais teóricos e pressupostos que norteiam a pesquisa, de modo a compor um quadro consistente. (FREITAS; JABBOUR, 2011, p. 18-19)

As categorias elencadas, e outras que possam surgir durante a execução do projeto, podem nos fornecer possibilidade de novos julgamentos sobre a contribuição do ensino de filosofia da ciência na disciplina de filosofia no Ensino Médio.

4 RELATO E AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO

Como foi dito antes, a proposta prática aplicada e analisada neste trabalho não se configura na apresentação de um novo método ou em uma tentativa de se aprovar uma hipótese, mas na apresentação de uma atividade aplicada nas aulas de filosofia com o intuito, é claro, de oportunizar aos alunos uma experiência do pensar alguns aspectos das ciências e de como elas estão presentes no dia-a-dia das pessoas. Após termos discorrido, na primeira parte, sobre a importância do ensino de Filosofia da Ciência no Ensino Médio, trataremos a seguir da experiência vivida na aplicação da proposta que fizemos na segunda parte deste trabalho que foi aplicada na turma da 2ª série 'B' do Colégio Diocesano Seridoense de Caicó-RN.

Foram conferidas duas aulas nas quais explanamos os objetivos e os passos do projeto, além de já introduzirmos o assunto de filosofia da ciência tomando como base o livro adotado na escola, **Conecte Filosofar**, de Gilberto Cotrim e Mirna Fernandes, discutindo a ciência na história, a formação do seu método e a refutabilidade como critério de demarcação apresentado por Karl Popper. Nestas primeiras aulas, já houve a divisão dos alunos em grupos para a organização da pesquisa. O debate ocorrido com os professores teve o intuito de, por meio da reflexão e discussão, tirar dúvidas dos grupos que já haviam escolhido o tema a se trabalhar e propor temáticas aos que ainda não tinham escolhido. As discussões giraram em torno de temas como o estudo, a fabricação e o uso das vacinas; problemas envolvendo substâncias químicas como as utilizadas em alimentos para conserva e as descartadas no meio ambiente pelas empresas, pesquisas envolvendo o uso medicinal da maconha, entre outros. Encerrando o nosso projeto, os grupos apresentaram os resultados de suas pesquisas em uma exposição aberta à comunidade escolar e entregaram um texto, para completar a avaliação, com o desenvolvimento do conteúdo apresentado por eles.

4.1 Análise da intervenção

Vamos destacar os pontos mais relevantes surgidos no debate, depois os da apresentação e em seguida faremos uma análise do todo em vista de perceber o que esta experiência tem a acrescentar ao que foi discutido nas duas primeiras

partes deste texto, a partir de uma vivência filosófica ou não por parte dos alunos nesta intervenção.

Um ponto que foi bastante presente no debate foi o processo e o impacto de algumas pesquisas científicas, como é o caso da radiação, que está dentro do assunto de ondas, proposto pelo professor de física como uma opção a se trabalhar. Segundo ele,⁷

Muitos físicos que estudaram instrumentos radioativos sem saber que eram instrumentos radioativos acabaram morrendo em decorrência disso. E a partir daí abriu-se um grande leque para outros físicos. A própria radiografia que usamos hoje é consequência de físicos que deram a vida por isso, e que foi aprimorando ao longo dos tempos. Então, aparelho ultrassom, eco cardiograma e radioterapia são descobertas deste estudo. (ANEXO A)

É possível que vários estudantes não tenham pensado na ideia de que estes instrumentos (muitos dos quais alguns alunos ou seus parentes poderiam já ter utilizado para exames) passaram por todo um processo de estudos e desenvolvimentos que custaram a vida de alguns cientistas. Dessa forma, podemos dizer que os aparelhos e os exames citados, que beneficiam tanto a população, são resultados de acertos e erros ocasionados no período das pesquisas. Mais adiante, a conversa foi em torno das pesquisas na produção de vacinas (assunto que eles já haviam estudado em biologia no ano corrente), momento em que os alunos tomaram conhecimento de que, mesmo quando uma vacina está em uso, os estudos sobre ela continuam, podendo a mesma ser retirada do mercado. A partir dos estudos feitos, perceberem que ela pode produzir alguns efeitos colaterais graves.

Por estes dois momentos, os alunos tiveram uma noção de que a ciência não é um conhecimento pronto e acabado, mas em constante construção e desenvolvimento, composta de erros e acertos, e que a transitoriedade do seu saber não se dá apenas em âmbitos gerais, como nas leis e teorias, mas também em campos menores como a percepção dos benefícios e reações de uma vacina, que pode resultar em sua supressão ou renovação.

Algumas questões éticas também ocuparam boa parte da conversa, mais especificamente no que tange ao uso de substâncias em alimentos para a

⁷ Nas citações do debate, manteremos o tom coloquial.

conservação, os agrotóxicos e o descarte de substâncias poluentes no meio ambiente por empresas; além de questões envolvendo o interesse econômico, seja na recusa por parte destas empresas em investir em tratamento adequado para os resíduos tóxicos, seja na escolha e investimento na pesquisa, produção e venda de vacinas. A respeito da primeira questão, o professor de química começou a problematizar: “Mas o foco dessa discussão é esse: até que ponto é válido beneficiar a produção de materiais, a indústria poluindo o meio ambiente? As consequências que surgem nessa discussão são consequências mundiais” (ANEXO A). Com a participação dos alunos, a discussão se estende ao uso de substâncias em alimentos:

Aluno – Estes apontamentos se referem também ao uso de aditivos, conservantes, corantes em alimentos?

Prof. De química – É uma ação que a indústria química tem que pode realmente contribuir e vai contribuir para uma saúde debilitada da população, ou seja, a população vai trocando a alimentação, dita, “saudável”, por alimentos que estão cheios de produtos químicos e com o excesso de uso vai trazer um malefício num futuro próximo. Evidentemente que temos que ver o outro lado, ou seja, os benefícios, por exemplo: a exportação de frutas – muitas frutas que têm muito rápido o processo de apodrecimento, elas passam por banhos radioativos para se protegerem e não terem uma ação microbiana. Mas quanto ao consumo de alimentos com aditivos, conservantes, corantes nós teremos problemas de saúde a médio e longo prazo devido ao excesso de consumo. (ANEXO A).

Quanto à realidade ética na fabricação de vacinas, foi questionado o alto custo na fabricação destas, ao que o professor de biologia respondeu falando que o estudo e confecção de vacinas demandam tempo, material e trabalho que precisam realmente ser custeados, - o que, até aqui, não é antiético, mas necessário – entretanto, ressaltou também que este é um campo que não está isento de subversões, como mostra o exemplo dado por ele:

Houve uma notícia que um jornal inglês, se não me engano, lançou sobre a relação entre o autismo e as vacinas em crianças, feita por um médico; que na verdade esse médico não fez pesquisa nenhuma. Ele lançou um dado que ele criou pra ele vender uma vacina que, segundo ele, o risco de provocar autismo em uma criança era menor. Então, mesmo comprovada a notícia falsa desse médico, muitas pessoas não acordaram para isso e evitar vacinar alguns tipos de vacina, principalmente viral, pra os filhos tendo como desculpa o alto crescimento do autismo. (ANEXO A)

Esta notícia se espalhou depois da publicação de um artigo de Andrew Wakefield, em 1998, no *The Lancet*, no qual ele defendia o vínculo hipotético entre a vacina conjunta contra a rubéola, caxumba e sarampo, conhecida como tríplice viral (MMR, na sigla em Inglês), e o autismo. O suposto estudo causou pânico e afetou as taxas de vacinação em todo mundo, mas foi refutado em muitas ocasiões e, além disso, o próprio pesquisador - que teve de se retratar na mesma revista por erros metodológicos que alguns especialistas definem como "premeditação de sua parte" por envolver interesses pessoais - chegou a perder sua licença de trabalho. Entretanto, mesmo a notícia sendo desmentida, muitos continuaram acreditando e difundindo tal informação.⁸

Um último tema abordado, e pela iniciativa dos alunos, foi sobre o uso medicinal da maconha, momento em que o professor pode esclarecer que a erva tem muitas substâncias, mas as que são comprovadamente utilizadas em medicamentos são apenas duas, o THC e o canabidiol, cuja extração da planta não é simples, sendo necessária uma técnica específica. Segundo o professor de Biologia, os defensores do consumo aberto da maconha por meio do fumo alegam seus benefícios medicinais, - como relaxamento, diminuição da ansiedade, entre outros - porém, dessa forma o indivíduo estará ingerindo não só as substâncias citadas como medicinais, mas várias outras combinadas, o que também pode gerar uma dependência dela. A maconha é tolerada em alguns países e regularizada para uso recreativo no Canadá e no Uruguai; já no Brasil, a problemática em torno da sua legalização é bastante debatida hoje e de forma acalorada, levando às ruas partidários contra e a favor de sua liberação.

Para possibilitar uma melhor compreensão do que foi descrito, vamos resumir os temas discutidos, dividindo-os em dois campos: desenvolvimento – pequena descrição do tema – e problemática – que são problemas apontados no debate ou que podem ser pensados e trabalhados.

⁸ GARCIA, Carolina. **Vacinas não causam autismo: o mais amplo estudo do tema sai na Dinamarca.** Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/03/05/ciencia/1551783023_370147.html> Acesso em: 29 de março de 2019, 14:40 h.

Quadro 1

| TEMAS ABORDADOS | DESCRIÇÃO | PROBLEMÁTICA |
|-------------------------|--|---|
| Radiação | - No processo histórico da pesquisa, os avanços favoreceram o desenvolvimento de aparelhos e exames como ultrassom, eco cardiograma e radioterapia. Tais avanços, muitas vezes foram às custas da vida e saúde de físicos por causa do contato com a radiação. | - Transitoriedade do conhecimento científico que está em constante desenvolvimento. - Perigos à saúde envolvendo o contato com a radiação. |
| Vacinas | - O constante progresso devido à ininterrupta pesquisa com vacinas possibilita a identificação de problemas, ocasionando a modificação destas ou mesmo sua exclusão do mercado. - Mercado das vacinas, em nome do interesse econômico, chega-se a fraudar dados de pesquisa e manipular informações, como o caso falso da vacina tríplice viral provocar autismo. | - Modificação e retirada de vacinas do mercado por produzir efeitos colaterais graves; além de se poder tratar aqui também da transitoriedade do conhecimento científico que está em constante desenvolvimento. - A ausência de ética na pesquisa científica além de poder prejudicar a credibilidade da própria ciência, pode acarretar em danos à população. Diante disso, que critérios garantem a confiabilidade dos dados e informações apresentados em uma pesquisa? |
| Poluição das Indústrias | - Os produtos químicos ajudam na conservação dos alimentos favorecendo um tempo de armazenamento para consumo mais prolongado. Entretanto, as substâncias presentes nos alimentos também são nocivas ao organismo humano. - Não se percebe um interesse das empresas em querer investir no tratamento dos resíduos tóxicos que muitas vezes são descartados no meio ambiente. | - Há mais benefícios ou malefícios no uso de substâncias químicas em alimentos? Há uma preocupação por parte das empresas com a saúde da sociedade? As pessoas têm consciência do que ingerem no organismo quando se alimentam? Isso também pode ser base para uma reflexão sobre o cuidado se si. - Temática ética. Envolve a relação de responsabilidade do homem com o meio ambiente e da ciência em pesquisar formas de reaproveitamento ou de melhor descarte dos resíduos. Até que ponto é válido beneficiar a produção de materiais à custa da poluição do meio ambiente? |
| Maconha | - A maconha é uma droga ilícita que pode causar dependência e que contém algumas substâncias que são estudadas e usadas para o tratamento de algumas doenças. | - Essa é uma realidade que tem implicações jurídicas, na saúde e éticas também. O incentivo ao uso medicinal da <i>cannabis</i> pode favorecer o consumo pessoal por inalação ou fumo, o que pode provocar dependência e ser porta para outras drogas mais fortes, além de causar transtornos e surtos para quem tem pré-disposição. |

Faz-se necessário ressaltar que um ponto destacado pelos professores presentes no debate foi a interdisciplinaridade que este projeto estava promovendo, gerando não só uma relação da Filosofia com as disciplinas de biologia, física e química, mas também interligando assuntos entre estas disciplinas. No intuito de

mais promover essa interdisciplinaridade, resolvemos finalizar o projeto realizando a apresentação dos trabalhos no laboratório de ciências da escola, onde os grupos se dividiram e organizaram os espaços de suas apresentações. Foi pedido ainda que cada grupo entregasse por escrito o conteúdo do que foi falado, com o propósito de melhor documentarmos o que era explicado por eles.

Dos quatro trabalhos que descreveremos, três trabalharam temáticas discutidas no debate com os professores: o primeiro falou sobre a química na culinária e discorreu também sobre o uso de conservantes nos alimentos; o segundo expôs o uso de substâncias e emissão de gases tóxicos, suas ações na natureza e possíveis soluções para evitar impactos ambientais; o terceiro grupo apresentou algumas temáticas de biologia, dentre elas, os efeitos da maconha no organismo e a discussão em torno da legalização do seu uso; já o quarto explicou sobre como algumas pessoas comprometem sua saúde para seguir padrões estéticos, e trouxe como exemplo a questão do bronzeamento artificial. Vejamos cada um deles.

O primeiro grupo (Grupo I) tinha como tema do projeto “Química na culinária”, e o intuito dele era mostrar como a química está presente no nosso dia-a-dia, e, de forma especial, na culinária, pois, muitas receitas e pratos envolvem algum processo químico ou físico-químico em seu preparo. Os alunos escolheram algumas experiências para servir de exemplos e que são produtos muito comuns, como é o caso do sorvete e da gelatina. Após mostrar os passos na produção destes alimentos, com ênfase nos processos químicos envolvidos, eles explicitaram a realidade das substâncias e conservantes nocivos a nós presentes nestes e em tantos alimentos, afirmando que esta realidade pode se configurar em uma temática ética se se considerar que, na indústria gastronômica, muitas vezes verifica-se um uso em excesso de substâncias visando a quantidade do produto final, e não a sua qualidade.

Figura 1: química na culinária



Fonte: arquivo do autor

Outro grupo (Grupo II) tomou como tema “Química no cotidiano”, e falou sobre o uso de algumas substâncias e gases por empresas, suas ações na natureza e possíveis soluções para a reutilização destas substâncias, a fim de evitar seu descarte e conseqüente poluição do meio ambiente. Um dos exemplos citados foi o das pesquisas de como reutilizar a lama tóxica residual da fabricação do ácido sulfúrico, que contém metais pesados como o arsênio, o cádmio e o flúor e trazem grandes prejuízos à natureza e ao homem. Diante disso, os alunos ressaltaram que os pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Núcleo de Tecnologias Limpas da Universidade Federal da Bahia procuraram e encontraram uma solução viável para este problema: “Por isso, a linha de pesquisa escolhida é a de eliminar ou recuperar os metais pesados contidos na lama, de modo a poder reaproveitá-la como insumo na construção civil na fabricação de gesso, tijolos, telhas e, eventualmente, em argamassa e cimento”.⁹ Identificamos aqui um problema ético envolvendo procedimentos químicos e poluição do meio ambiente, mas que pode ser resolvido a partir de novas pesquisas realizadas com o

⁹ Anexo C

objetivo de buscar soluções adequadas. No caso apresentado, vemos a proposta da reutilização dos rejeitos na construção civil.

Figura 2: apresentação dos trabalhos



Fonte: arquivo do autor

Figura 3: apresentação dos trabalhos



Fonte: arquivo do autor

O exemplo apresentado em seguida é outro caso que segue esta intenção, pois, se trata dos combustíveis fósseis, tais como o carvão mineral, gás natural e o petróleo, que são combustíveis formados por meio de processos naturais, como a decomposição de organismos mortos soterrados, mas que contêm alta quantidade

de carbono, usados para alimentar a combustão. O grupo apresentou como possíveis soluções para a poluição causada por estes combustíveis o uso de fontes renováveis para a produção de energia: hidrelétricas, usinas nucleares, usinas eólicas, energia solar. Porém, a grande e inovadora proposta apresentada pelos alunos foi a possibilidade de transformar ar e água em combustível, o que também promete evitar uma crise energética mundial caso o petróleo venha a faltar. Resultado de muitas pesquisas científicas, o procedimento consiste basicamente “em extrair dióxido de carbono do ar, e hidrogênio do vapor d’água (por eletrólise) e,¹⁰ em seguida, combinar as duas substâncias em uma câmara de alta temperatura. O processo produz metanol, que é então processado para virar combustível”.¹¹

Outro conteúdo apresentado ainda por este segundo grupo foi o das pesquisas científicas envolvendo um novo tratamento contra o câncer que poderá substituir a quimioterapia. Trata-se do tratamento com imunoterapia, que consiste em ajudar as próprias defesas do organismo a combater e erradicar a doença. O tratamento com os medicamentos baseia-se em neutralizar uma proteína da superfície das células cancerígenas identificada como PD1, que faz com que os linfócitos não lutem contra elas. A partir daí, as defesas do corpo poderão agir e combater o câncer.

As pesquisas sobre a imunoterapia têm crescido e se desenvolvido bastante, mas os estudos sobre este assunto já são antigos, foram feitos há mais de um século, em 1881, quando cientistas usaram bactérias para impulsionar a resposta do sistema imunológico contra tumores malignos. Entretanto, foi somente em 1980 que uma medicação que se vale dessa lógica foi aprovada, porém era bastante agressiva.¹² Hoje há vários medicamentos imunoterápicos que agem de diferentes formas e sem muita agressividade.

¹⁰ Eletrólise é um processo físico-químico que utiliza a energia elétrica de uma fonte qualquer (como pilha ou bateria) para forçar a ocorrência de uma reação química de decomposição de um composto em seus componentes ou produção de substâncias simples ou compostas que não podem ser encontradas na natureza ou que não são encontradas em grande quantidade. <DIAS, Diogo Lopes. "O que é eletrólise?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-eletrolise.htm>. Acesso em 11 de junho de 2019.>.

¹¹ Anexo C

¹² Anexo C

Figura 4: química no cotidiano



Fonte: arquivo do autor

O terceiro grupo (Grupo III) trouxe outro tema discutido no debate com os professores, que foi o da maconha. Apresentaram como questões filosóficas neste assunto a discussão quanto ao uso medicinal da *cannabis*, expondo como comprovados vários benefícios à saúde, e o trato moral envolvendo os usuários, isto é, como são tratados e vistos pela sociedade:

Propostas e problemas filosóficos: o governo analisar a causa das pessoas em si que passam por diversos tipos de doenças, seus índices de morte e de possível cura com o uso medicinal de diversas plantas consideradas ilícitas; [...] A questão da ética, moral, sanção social (questão do certo e errado), educação individual e julgamentos, a falta de conhecimento. (ANEXO D).

A primeira questão apresentada interroga e instiga os governos a considerarem o grande número de pessoas que carregam vários tipos de doenças e que poderiam ser beneficiadas com um tratamento à base da *cannabis*. Já a segunda questão entra no campo das relações pessoais, dos julgamentos e estereótipos criados para aqueles que são usuários. Seriam todos os usuários delinquentes? Aqueles que são usuários alegando uso medicinal podem ser considerados e tratados como infratores?

Figura 5: o uso medicinal da *cannabis*.



Fonte: arquivo do autor.

A apresentação do último grupo (Grupo IV) se voltou para a influência dos paradigmas da sociedade sobre as pessoas, fazendo com que elas comprometam a própria saúde para se adequar a estes padrões. Esta é a questão filosófica proposta pelo grupo, e que se desdobra em outras, como se vale a pena comprometer a saúde para seguir padrões. Também nos permite refletir sobre os motivos de tal sacrifício: a influência midiática, a alienação de si em vista de um sentimento de pertença a determinado grupo social, etc. Como exemplo, os alunos citaram o fato de muitas pessoas procurarem câmaras de bronzeamento artificial, equipamento que funciona como um sol artificial, emitindo raios UVA e estimulando a produção de melanina, que produz a pigmentação e confere o aspecto bronzeado à pele. Entretanto, este procedimento também pode causar um envelhecimento precoce e câncer de pele. O grupo não apresentou nenhuma problemática envolvendo algum aspecto da ciência, mas o exemplo dado abre um espaço para inferirmos sobre as pesquisas científicas para fins estéticos, assunto que poderia ter sido desenvolvido.

Figura 6: o uso medicinal da *cannabis*.



Fonte: arquivo do autor.

Figura 7: paradigmas midiáticos e seus prejuízos para a sociedade.



Fonte: arquivo do autor.

Para uma melhor análise, também resumiremos a apresentação das pesquisas no quadro a seguir:

Quadro 2

| GRUPO | TEMA | ASPECTOS CIENTÍFICOS | ASPECTOS FILOSÓFICOS |
|-----------|--|---|--|
| Grupo I | Química na culinária | <ul style="list-style-type: none"> - Processos físicos e químicos na culinária. - Uso de substâncias químicas em alimentos. | <ul style="list-style-type: none"> - Conduta ética das empresas no excessivo uso de substâncias nocivas em alimentos visando apenas a venda e o lucro. |
| Grupo II | Química cotidiana | <ul style="list-style-type: none"> - Pesquisas de como reutilizar a lama tóxica residual de ácido sulfúrico. - Pesquisa sobre a possibilidade de se produzir combustível a partir do ar e da água. - Tratamento com imunoterapia como substituto da quimioterapia. | <ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidade ética das empresas em apresentar um destino adequado aos rejeitos tóxicos produzidos por elas, evitando danos ao meio ambiente e ao ser humano. - Constante desenvolvimento do saber científico. |
| Grupo III | <i>Cannabis</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Os benefícios da maconha e o seu uso medicinal. | <ul style="list-style-type: none"> - Debate ético sobre a liberação da maconha para fins medicinais; e os preconceitos e estereótipos para com os seus usuários. |
| Grupo IV | Paradigmas da sociedade e suas influências | <ul style="list-style-type: none"> - Produção de raios UVA em câmaras de bronzamento artificial. | <ul style="list-style-type: none"> - As influências dos padrões da sociedade e a anulação de si mesmo. |

4.2 Interpretação dos dados

Para Popper, a ciência de hoje se edifica sobre a ciência de ontem, e a ciência de ontem se baseia na ciência do dia anterior; ele afirma ainda que “as mais antigas teorias científicas são edificadas sobre mitos pré-científicos e estes, por sua vez, sobre expectativas mais velhas” (POPPER, 1975, p. 318); ou seja, o conhecimento é uma modificação de um conhecimento anterior que foi superado, que sucumbiu à crítica. Esta é a experiência que o aluno tem ao questionar um professor a partir de seus conhecimentos prévios sobre algum assunto – como na experiência do debate promovido - e também ao pesquisar um tema de seu interesse, aprofundando ou mudando sua concepção a partir dos conhecimentos adquiridos – como a pesquisa motivada para ser apresentada no encerramento do projeto. A nossa intenção era trabalhar temas filosóficos presentes nas disciplinas de química, física e biologia e expor como alguns elementos das temáticas estão presentes no nosso dia a dia. Dada esta orientação, os alunos ficaram livres para pesquisarem e escolherem os temas que quisessem, mas que tivesse relação com algum assunto estudado nas disciplinas citadas, pretendendo com isso dar espaço para o exercício da criatividade e autonomia no aprendizado dos estudantes.

Alguns temas escolhidos se voltaram mais para a questão científica e não exploraram tanto o viés filosófico; na verdade, todos os grupos poderiam ter explorado melhor as questões filosóficas das temáticas abordadas, principalmente em suas apresentações. Entretanto, identificamos alguns pontos que julgamos significativos, ou melhor, característicos do pensar filosoficamente a ciência, por exemplo: tratar das implicações da ciência industrial que não deve se resumir à finalização de um produto, mas também traz uma responsabilidade ética em prover meios de reaproveitamento dos resíduos químicos, evitando a poluição do meio ambiente, como foi apresentado pelo grupo II.

Nas apresentações foram feitos vários apontamentos identificados como problemas de teor ético, sejam antes, durante ou após a aplicação das pesquisas; outro aspecto do pensar filosoficamente a ciência. Nesse sentido, é importante ressaltar que a ética é algo muito presente no pensamento de Karl Popper de forma implícita e explícita. Por exemplo, a falseabilidade exige dos cientistas a honestidade intelectual, pois os esforços empregados nas pesquisas correspondem a uma constante busca da verdade, e as hipóteses apresentadas e testadas são sempre aproximações falseáveis. Não cabe ao cientista defender irremediavelmente sua teoria contra todas as tentativas de falseá-la, ou mesmo após esta ser falseada; menos ainda cabe ao pesquisador manipular dados para favorecer suas hipóteses. Quanto à forma mais explícita, Popper afirmará que não há uma base científica da ética, mas há uma base ética da ciência:

A ética não é uma ciência. Mas, embora não haja base científica racional da ética, há uma base ética da ciência e do racionalismo. A ideia da imparcialidade leva também a da responsabilidade; não só temos de ouvir os argumentos, como temos o dever de responder, de retorquir, onde nossas ações afetam os outros. (POPPER, 1974, p. 246)

Compreendemos, assim, que a aplicação das pesquisas, ou mesmo do resultado de pesquisas químicas, físicas, biológicas, etc., provocam efeitos benéficos e/ou maléficos, de um jeito ou de outro, na vida das pessoas, entendimento que se observou no trabalho de todos os grupos. Para Popper (2006, p, 124), “[...] a vida tem, em qualquer dos casos, o valor de tudo o que é raro: ela é inestimável”. Diante disso, podemos afirmar que os pontos identificados como

aspectos filosóficos na última tabela, que envolvem realidades de cunho científico e que afetam a vida das pessoas, são da competência da filosofia da ciência também.

O grupo II expressa bem outro ponto significativo que é a questão do desenvolvimento do conhecimento científico ocasionado por suas constantes pesquisas, identificado na exposição do programa de duas pesquisas como possíveis soluções para alguns problemas observados por eles no tema apresentado. São elas: a possibilidade de se produzir combustível a partir do ar e da água, e as pesquisas sobre o tratamento com imunoterapia como substituto da quimioterapia. Por sua vez, a temática da pesquisa para uso medicinal da maconha foi a mais presente – tanto no debate com os professores quanto também na apresentação final dos grupos – e a mais problematizada, visto que, no encerramento dos trabalhos, o grupo III aprofundou o que foi visto na conversa com os professores, explicitando melhor os efeitos da *cannabis* no corpo humano, chamando a atenção para as questões sociais e apresentando uma discussão bastante atual e que permeia várias pesquisas que estão sendo desenvolvidas.

Podemos concluir que, neste projeto, os alunos vivenciaram as etapas de uma experiência filosófica, como a citada na primeira parte. O tema escolhido diante da liberdade que eles tiveram foi algo que, de alguma forma, impactou os membros do grupo, sendo este o momento do espanto; e, em todo o processo do projeto que se seguiu, vivenciaram a etapa do pensar, pois eles puderam refletir, desenvolver mais suas capacidades cognitivas e argumentativas e apresentar suas críticas e conclusões.

5 CONCLUSÃO

A perspectiva que adotamos neste trabalho foi a de verificar que a relação filosofia-ciência é bastante relevante não só na história do conhecimento, mas também nos dias de hoje, ao pensar os limites, os valores e as influências da ciência na humanidade. A esta constatação sucede-se a compreensão de que o ensino de Filosofia da Ciência tem uma importância particular no ensino da disciplina de filosofia no Ensino Médio.

Começamos este texto falando da relação da filosofia da ciência com a epistemologia e a ontologia, citando que na Grécia antiga e na Idade Média o homem se viu como parte da natureza e a ele só era possível conhecer as regularidades dela; já a partir da modernidade o homem se tornaria um sujeito ativo, conhecedor e modificador da natureza. Ora, o pensamento de Popper também irá nos remeter a esta relação ao apresentar seu critério de demarcação e ao nos levar a pensar a relação de hoje do homem com a realidade, pois o mesmo considera que a tarefa primordial da filosofia é a reflexão crítica sobre o universo e o lugar que nele ocupamos, assim como o poder perigoso do nosso saber e a nossa potencialidade para o bem e para o mal (POPPER, 2006). Dessa forma, o conhecimento científico e suas aplicações na realidade trazem em si uma responsabilidade para com toda a humanidade, pois ela, como um modelo de descrição do existente e força atuante na vida do homem, pode beneficiar, de diversos modos a partir dos vários campos de sua atuação, a vida da humanidade, como também pode comprometê-la e prejudicá-la.

Eis um motivo com razões suficientes para não se deixar enfraquecer o debate sobre os limites do conhecimento científico, os valores e a ética na ciência. Na discussão transcorrida na segunda seção deste trabalho sobre a questão do limite do conhecimento científico, foi apresentado o critério de demarcação sugerido por Popper, a falseabilidade, e, quanto às questões de valores éticos e científicos, percebeu -se que a objetividade do conhecimento científico não está na ausência de influência dos valores sociais próprios dos cientistas, mas no compromisso destes com uma investigação aberta à crítica.

Este assunto não está distante do aluno do Ensino Médio, pois pudemos verificar que os projetos desenvolvidos e apresentados pelos alunos do Colégio

Diocesano Seridoense expuseram vários pontos que nos remetem à discussão dos valores éticos na ciência e de sua responsabilidade quanto ao impacto na vida das pessoas. Isto vem nos confirmar o quão importante e, portanto, necessário é o ensino de filosofia da ciência na educação básica, para que os jovens alunos desde cedo desenvolvam um pensamento crítico sobre o conhecimento científico e suas implicações.

Popper (1979) concorda que não só o ensino universitário, mas também o de nível básico deveria consistir em educar e estimular o aluno a utilizar o pensamento crítico. Mas que tipo de pensamento crítico? Ao falar da “ciência normal” de Thomas Kuhn, o filósofo austríaco diz que esta é a atividade do profissional não muito crítico, ou seja, do cientista que aceita o “dogma dominante do dia”, que não tem desejo de questioná-lo e só aceita uma teoria nova (revolucionária) quando quase todo mundo já a está aceitando. Compreende-se aqui que ser crítico tem o sentido de ser aberto ao conhecimento, ser oposto ao dogmatismo. Ou melhor, em uma perspectiva popperiana, o crítico é aquele cujas ideias passam pelo crivo do falseamento, é aquele que tem a consciência que seu conhecimento não é absoluto, ou a verdade, mas que, por outro lado, também não se deixa levar por qualquer novidade. Sendo assim, podemos dizer que se constitui o início de uma formação crítica do aluno, no sentido exposto acima, o aprendizado proporcionado a estes pelas aulas e pelos demais momentos do projeto aplicado, como o de que as leis científicas são transitórias e que o conhecimento está em constante desenvolvimento.

Por fim, ressaltamos que a atividade prática proposta e trabalhada aqui não é uma nova metodologia para o ensino de filosofia da ciência, mas uma sugestão adotada com o fim de favorecer os objetivos da pesquisa, que consideramos terem sido alcançados. Alguns pontos abordados ou citados neste texto (como a unicidade entre a filosofia e a ciência na história; a relação ciência e ética; a manipulação genética e o valor da vida humana; a influência do progresso da ciência na humanidade, etc.), podem ser usados como sugestões de temas a serem refletidos e discutidos com os alunos. Além destes pontos, outras contribuições que podemos citar como resultado da abordagem empregada são: a enriquecedora experiência da interdisciplinaridade do trabalho aplicado, que foi e pode ser desenvolvida e enriquecida mais ainda de várias outras formas; como também a conclusão de que não basta um ensino “engessado” no conteúdo e nas teorias da história da ciência,

mas também que os alunos sejam levados a sentir e perceber a presença e as consequências da atividade científica em sua volta e em sua vida, sendo necessário, muitas vezes, partir do prévio conhecimento deles, para que o espanto e o impacto possam acontecer, abrindo espaço para a reflexão e o pensar.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. Tradução de Alfredo Bosi. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ARISTÓTELES. **Metafísica**. Tradução de Giovanni Reale. São Paulo: Loyola, 2002.

_____. **Física I-II**. Tradução e comentário de Lucas Angioni. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.

ARQUIMEDES. Sobre os corpos flutuantes: tradução comentada de um texto de Arquimedes. **Revista da SBHC**, n. 16, p. 69-80, 1996.

ARQUIMEDES. Sobre o equilíbrio dos planos: tradução comentada de um texto de Arquimedes. **Revista da SBHC**, n. 18, p. 81-94, 1997.

BACON, Francis. **Novum Organum**. Tradução de José Aluysio Reis de Andrade, 2002. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/norganum.pdf>>. Acesso em 27 de mar. de 2019.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução de Maria João Álvares, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática**. Tradução Elza F. Gomide. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 15 de abr. de 2019.

CARVALHO, Marcelo; RABELLO, Maria Ester. Ciência e Valor. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Filosofia: Conhecimento e linguagem**. v. 4. Cuiabá: Centro de Texto, 2013. p. 97-112.

CARVALHO, Marcelo. Sobre a filosofia e a história da filosofia. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Filosofia e Formação**. v. 1. Cuiabá: Centro de Texto, 2013. p. 19-35.

CERLETTI, Alejandro. **O ensino de Filosofia como problema filosófico**. Tradução de Ingrid Müller Xavier. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

CHAUÍ, Marilena. Prefácio. In: MARÇAL, Jairo (Org.). **Antologia de Textos Filosóficos**. Curitiba: SEED, 2009.

_____. **Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles**. v. 1, 2. ed. São Paulo: Companhia das letras, 2002.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. Campinas: Editora da UNICAMP, 2004.

FREIRE JR, Olival. A história da física e a reflexão filosófica. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Filosofia: Conhecimento e linguagem**. v. 4. Cuiabá: Centro de Texto, 2013. p. 149-159.

FREIRE-MAIA, Newton. **A Ciência por dentro**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

FREITAS, Wesley R. S.; JABBOUR, Charbel J. C. Utilizando Estudo De Caso (S) Como Estratégia De Pesquisa Qualitativa: boas práticas e sugestões. **Estudo & debate**, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 07-22, 2011.

GILSON, Etienne. **A Filosofia na Idade Média**. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria A. Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GUIDO, Humberto, GALLO, Silvio; KOHAN, Walter Omar. Princípios e possibilidades para uma metodologia filosófica do ensino de filosofia: história, temas, problemas. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Ensinar Filosofia**. v. 2. Cuiabá: Centro de Texto, 2013. p. 105-141.

EUCLIDES. **Elementos de Geometria**. São Paulo: Edições Cultura, 1944.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de história do pensamento científico**. Tradução e revisão técnica de Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Forense Universitária; Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1982.

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1986.

LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix/Editora da Universidade de São Paulo, 1979. p. 109-243.

LOGUERCIO, Rochele de Quadros; DEL PINO, José Cláudio. **Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química**. CTA SCIENTIAE. v.8, n.1. jan./jun. 2006.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARICONDA, Pablo Rubén. O modelo da interação entre ciência e valores. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Filosofia: conhecimento e linguagem**. v. 4. Cuiabá: Centro de Texto, 2013. p. 115-130.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. 8. ed. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

NEWTON, Sir Isaac. **Princípios matemáticos; Óptica; O peso e o equilíbrio dos fluidos**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

NOUVEL, Pascal. **Filosofia das Ciências**. Tradução de Rodolfo Eduardo Scachetti e Vanina Carrara Sigrist. Campinas: Papirus, 2013.

OLIVA, Alberto. **Filosofia da ciência**. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

PAGNI, Pedro Angelo. A filosofia da educação platônica: o desejo de sabedoria e a paidea justa. In: **Acervo Digital da UNESP**. São Paulo: UNESP, 2007. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/126/3/01d07t01.pdf>. Acesso em 24 nov. 2017.

PARMÊNIDES. Da Natureza. In: SOUZA, José Cavalcante de (Org.). **Os pré-Socráticos: Fragmentos, Doxografia e Comentários**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultura, 1996.

PEGORARO, Olinto A. **Ética e bioética: da subsistência à existência**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

PINEDO, Christian Quintana; PINEDO, Karyn Siebert. **Introdução à Epistemologia da Ciência**. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2008.

PLATÃO. **A República**. Tradução de Edson Bini. 2. ed. São Paulo: EDIPRO, 2014

POLITO, Antony Marco Mota; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da. A filosofia da natureza dos pré-socráticos. **Cadernos Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 323-361, ago. 2013.

POPPER, Karl R. **A lógica da pesquisa científica**. 9. ed. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2007.

_____. **A miséria do historicismo**. Tradução de Octany S. da Mota e Leonidas Hegenberg. São Paulo: EDUSP, 1980.

_____. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. Tradução de Milton Amado. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.

_____. **A Sociedade aberta e seus inimigos**. Volume 2. Tradução de Milton Amado. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

_____. **Em busca de um mundo melhor.** Tradução de Egídio Vaz. Lisboa: Fragmentos, 2006.

_____. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, Imre; MUSGRAVE, Alan. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento.** Tradução de Octavio Mendes Cajado. São Paulo: Cultrix/ Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da filosofia:** filosofia pagã antiga, v. 1. São Paulo: Paulus. 2003.

_____. **História da filosofia:** do humanismo a Descartes, v. 3. São Paulo: Paulus, 2004.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência:** da antiguidade ao renascimento científico. 2. ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SANTIAGO, Maria Betânia do N. O Sentido educativo da Filosofia na experiência do pensar. In: MATOS, Junot Cornélio; COSTA, Marcos Roberto Nunes (Org.). **Ensino de Filosofia:** Questões Fundamentais. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2014. p. 111-122.

SOUZA, José Cavalcante de (Org.). **Os pré-Socráticos:** fragmentos, doxografia e comentários. Col. O Pensadores. São Paulo: Nova Cultura, 1996.

SMITH, Plínio Junqueira. Liberdade científica, experimentação e valores cognitivos. In: CARVALHO, Marcelo; CORNELLI, Gabriele (Org.). **Filosofia: Conhecimento e linguagem,** v. 4. Cuiabá: Centro de Texto, 2013.

SILVEIRA, Fernando Lang da. A Filosofia da Ciência de Karl Popper: o Racionalismo Crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física,** Florianópolis, v. 13, n. 3, p.197-218, dez. 1996.

_____. A Filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. In: OLIVEIRA, Paulo Eduardo de (Org.). **Ensaio sobre o pensamento de Karl Popper.** Curitiba: Círculo de Estudos Bandeirantes, 2012.

VASCONCELOS, Ana. **Manual compacto de filosofia.** 2.ed. São Paulo: Rideel, 2011.

VANNUCCHI, Andrea Infantsi. **História e filosofia da ciência:** da teoria a sala de aula. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-15062005-164939/pt-br.php>>. Acesso em 16 mai. 2018.

VENTURA, Magda Maria. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista SOCERJ,** 20(5), p. 383-386, setembro/outubro, 2007.

ANEXO A - Transcrição do debate entre professores de química, biologia e física com os alunos.

Prof. De Física – Ondas pode ser um assunto interessante a se trabalhar. Vocês podem pegar a parte de radiações. Muitos Físicos que estudaram instrumentos radioativos sem saber que eram instrumentos radioativos acabaram morrendo em decorrência disso. E a partir daí abriu-se um grande leque para outros físicos. A própria radiografia que usamos hoje é consequência de físicos que deram a vida por isso, e que foi aprimorando ao longo dos tempos. Então, aparelho ultrassom, eco cardiograma e radioterapia são descobertas deste estudo. Outro tema que seria interessante vocês aprofundarem é o de ondas sonoras, que também é bem empregado no dia a dia. Não sei se alguém vai se interessar nesse assunto, mas é algo que abordamos na 2ª série.

Prof. De química – Na parte de química podemos tratar de muitos assuntos. Mas eu queria chamar a atenção de vocês para essa interdisciplinaridade que é muito importante. Filosofia ou Sociologia abordando temas que vão interagir com as três áreas aqui, e a interação entre estas três áreas também; como a questão da radiação que o professor de física colocou e que estudamos em química também, que voltando para questões filosóficas e sociais, há esses problemas de discriminação que já existiu como pessoas que faziam tratamento de câncer e escondia da sociedade que estava com essa doença. Mas o tópico que eu queria chamar a atenção de vocês, e que é algo interessante e atual, é essa relação existente entre a produção, no caso a economia na produção de materiais, mas também o que provoca isso, em termos de poluição para a sociedade. Então, será que vale a pena a gente pensar no lado financeiro e acabar com a população e acabar com o mundo? Essa é uma relação que abre uma discussão muito grande. Vemos inúmeras empresas de produção, mas que não vão trocar os seus meios de produção por causa do seu próprio lucro, mas que vão continuar poluindo e afetando diretamente a população. E quando falamos de prejudicar a população, não falamos apenas da população local, mas geral, pois todos sofrem os efeitos da poluição de gases expelidos no ar. Evidentemente que alguns setores serão mais prejudicados que outros, principalmente os mais pobres. Mas o foco dessa discussão é esse: até

que ponto é válido beneficiar a produção de materiais, a indústria poluindo o meio ambiente? As consequências que surgem nessa discussão são consequências mundiais, por que se formos observar o parque industrial americano, o parque industrial japonês, eles estão eliminando substâncias que vão afetar não só esses países, mas toda a vida no planeta. Por isso eu acho que vocês já devem ter ouvido falar em uma Política de créditos de carbono, que são países que fazem essa compensação para países que têm, por exemplo, uma floresta muito grande, onde vai ter a captura de CO₂, transformando em oxigênio no processo da fotossíntese. Então eles fazem esta compensação. Mas nós temos países que não ligam para estas leis que estão em vigor e poderiam diminuir a poluição em nome de sua economia. Nós temos vários exemplos de cidades próximas a nós que empresários foram multados pelo número de dejetos poluentes jogados no rio Piranhas, por exemplo. Estes dejetos foram contaminando o rio e as populações que vivem ali perto e que tiram a água dali sem tratamento, como elas são prejudicadas.

Aluno – Estes apontamentos se referem também ao uso de aditivos, conservantes, corantes em alimentos?

Prof. De química – É uma ação que a indústria química tem que pode realmente contribuir e vai contribuir para uma saúde debilitada da população, ou seja, a população vai trocando a alimentação, dita, “saudável”, por alimentos que estão cheios de produtos químicos e com o excesso de uso vai trazer um malefício num futuro próximo. Evidentemente que temos que ver o outro lado, ou seja, os benefícios, por exemplo: a exportação de frutas – muitas frutas que têm muito rápido o processo de apodrecimento, elas passam por banhos radioativos para se protegerem e não terem uma ação microbiana. Mas quanto ao consumo de alimentos com aditivos, conservantes, corantes nós teremos problemas de saúde a médio e longo prazo devido ao excesso de consumo. Por exemplo, se em minha casa no almoço como sempre feijão enlatado, estou ingerindo uma quantidade considerável de substâncias que futuramente vão me fazer mal. Mas dentro de um uso racional, esporádico, poderemos fazer uso sem no prejudicar.

Prof. De Biologia – Quanto à Biologia, gostaria de falar também sobre as substâncias que encontramos em alimentos, pois elas não são criadas e colocadas no mercado de uma hora pra outra, elas passam por anos de estudo, impactos, pra ver alguma questão de envenenamento. O uso de células troncos, tratamentos, vacinas são coisas que podem ser abordadas. Por isso gostaria de deixar com vocês para que façam perguntas, pois já estudamos a questão das vacinas.

Aluno 2 – Há órgãos e leis que regulamentam o uso de substâncias?

Prof. De Biologia – Sim. As substâncias devem ser estudadas, principalmente em seus efeitos, mas, na verdade, há substâncias que não são fiscalizadas corretamente, até porque só quando acontecem complicações relacionadas a elas é que vai se investigar a fundo suas causas. O correto é fiscalizar todas as substâncias, mas há um número muito grande, por isso, há uma atenção maior para substâncias em que há suspeitas quanto à sua periculosidade ou quando surge notícias de que alguém teve contato com tal substância e teve determinadas situações. Mas, no contexto geral, todas as substâncias devem ser fiscalizadas.

Aluno 3 – A quem se deve o alto custo para a fabricação de vacinas?

Prof. De Biologia – O alto custo vem desde a remuneração dos profissionais, mas também das várias etapas que o procedimento leva, podendo chegar a anos. Por isso é um custo alto. Geralmente estes estudos são feitos em instituições que contam com a participação de bolsistas, substâncias que são trazidas de fora; envolve vários setores que precisam ser custeados. Então, quando mais tempo leva a pesquisa, mais dinheiro investido. Tem que encontrar patrocinadores também, e quando não tem o governo tem que arcar. Principalmente as empresas particulares cobram mais caro.

Aluno 4 – Há algum déficit na vacinação?

Prof. De Biologia – Hoje em dia o déficit está muito grande. Houve uma notícia que um jornal inglês, se não me engano, lançou sobre a relação entre o autismo e as

vacinas em crianças, feita por um médico, que na verdade esse médico não fez pesquisa nenhuma, ele lançou um dado que ele criou pra ele vender uma vacina que, segundo ele, o risco de provocar autismo em uma criança era menor. Então, mesmo comprovada a notícia falsa desse médico, muitas pessoas não acordaram para isso e evitar vacinar alguns tipos de vacina, principalmente viral, pra os filhos tendo como desculpa o alto crescimento do autismo.

Aluno 5 – O fato de nos auto medicarmos gera super bactérias?

Prof. Biologia – o uso de antibióticos não pode ser utilizado sem prescrição médica, e obedecer o prazo prescrito pelo médico também é muito importante

Aluno 4 – Professor, fale sobre o uso medicinal da maconha.

Prof. Biologia – A maconha tem milhares de substâncias diferentes, mas são apenas dois compostos que são comprovadamente utilizados em medicamentos: o THC (substância psicoativa) e o canabidiol. Para extraí-los é necessária toda uma técnica. Então, os que dizem que fumam maconha só pra uso medicinal, têm que se alertarem de que são várias substâncias combinadas que ela ingere. Assim como o fumo normal, que tem mais de 20 mil substâncias; a maioria delas ligadas a uma predisposição ao câncer de pulmão. Então, não é só a maconha em si, mas ela e os outras substâncias que vêm com ela. Quanto aos defensores da maconha, alguns deles querem usar em qualquer lugar; outros não, outros disseram que melhoraram a qualidade de vida após o uso do óleo extraído da maconha ou por ter fumado, diminuindo a ansiedade, por exemplo. A maconha é chamada de uma droga depressora. Não porque ela provoque depressão, mas porque diminui a atividade cerebral, então ela relaxa, o contrário das drogas estimulantes. No tocante ao que falamos sobre as vacinas, que passam por vários processos até chegarem ao consumidor; mesmo assim continuam os estudos sobre elas podendo as mesmas serem tiradas do mercado, quando, a partir dos estudos que continuaram, percebe-se que ela pode desenvolver, por exemplo, algum tipo de câncer.

ANEXO B – Trabalho do Grupo I: Química na culinária.

Colégio Diocesano Seridoense

Disciplina: Filosofia

Professor(a): Wendel

Química Molecular

Caicó-RN

2018

Projeto:

Química na culinária

A temática do nosso trabalho foi expor como a química está envolvida no nosso dia a dia especialmente na nossa culinária. Todas as receitas e pratos variados envolve algum processo químico ou físico-químico. Neste trabalho escolhemos algumas experimentos que envolvem produtos que são muito comuns como é o caso da produção de sorvete, gelatina e amoeba comestível.

No sorvete mostramos como fazê-lo de uma forma mais rápida e prática. Primeiro colocamos gelo com sal grosso em um saco maior e depois a mistura de sorvete em um menor que foi colocado dentro do saco maior, logo após mexer por 5 minutos o sorvete estará pronto. O processo químico envolvido nesta receita é o fato do sal grosso diminuir a temperatura do gelo fazendo com que o sorvete foque pronto mais rápido. Na gelatina primeiro colocamos 250ml de água quente no conteúdo já pronto, dissolvemos e depois acrescentamos água fria ocorrendo assim a formação dela. O processo químico envolvido está relacionado as diferenças de temperaturas da água envolvidas, a composição

Da gelatina é de 80% de colágeno quando acrescentamos a água quente as ligações entre os aminoácidos do colágeno quebram logo após com o acréscimo da água fria, suas moléculas. Iram hidratar os aminoácidos e reestruturar as ligações entre os aminoácidos ocorrendo a formação da geleia que possui uma aparência com o gel; esse processo é chamado de gelatificação. Já para a formação da amoeba comestível derretemos o marshmallow até ele ficar com uma consistência pastosa isso fez ficar parecido com a famosa amoeba só que poderá servir de comida.

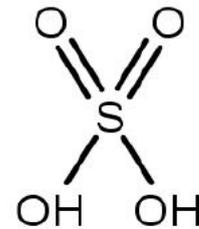
Questões Filosóficas:

Podemos relacionar o estudo feito com dois assuntos abordados no ano letivo, o primeiro seria a ética que pode ser ausente na culinária molecular a partir do momento que o cozinheiro utiliza do excesso de substâncias ou conservantes visando a quantidade do produto final e não sua qualidade. Outra relação pode ser feita com o conteúdo de estética mais especificamente no estudo de Kant que defendia certa tendência universal na subjetividade humana, estabelecendo assim um vínculo entre o sentimento de prazer (no caso do experimento ao provar o prato) e a estética (no caso a beleza física da culinária).

ANEXO C – Trabalho do Grupo II: Química no cotidiano.



Ácido sulfúrico



- Utilização:

1. Componente de fertilizantes;
2. Refino do petróleo;
3. Usado para alimentar bactérias que o usam para a fotossíntese;
4. Agente desidratante;
5. Baterias e pilhas ácidas.



Ácido sulfúrico



- Prejuízos:

1. Contribui para as chuvas ácidas por liberar trióxidos de enxofre (SO_3) e dióxidos de enxofre (SO_2);
2. Sua produção libera uma lama tóxica muito prejudicial.



Ácido sulfúrico

- Como evitar os problemas ambientais:

1. "Lama tóxica residual da fabricação de ácido sulfúrico pode ser aproveitada na construção civil", diz pesquisa

O que é a pesquisa

A empresa Caraíba Metais, sediada no município de Dias d'Ávila, no estado da Bahia, é produtora de cobre eletrolítico a partir de sulfetos, tendo como subproduto o ácido sulfúrico.

No processo de produção deste insumo, entretanto, são gerados resíduos e efluentes contendo metais pesados, em especial arsênio, cádmio e flúor, que acabam por compor uma lama tóxica que, não podendo ser dispersada no ambiente, pelos graves danos ecológicos e humanos que poderia trazer, acaba disposta na própria empresa, sem maior serventia.

A alta toxicidade deste subproduto, entretanto, implica numa ameaça potencial, podendo contaminar terrenos, águas fluviais, etc. com graves prejuízos ambientais à flora e fauna e, eventualmente, com efeitos colaterais atingindo até mesmo populações humanas.

Diante deste quadro, pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Núcleo de Tecnologias Limpas da Universidade Federal da Bahia, procuram uma solução tecnicamente viável e, do ponto de vista ecológico, sustentada, para a minimização do problema. Esse duplo objetivo (viabilidade e sustentabilidade) deve contemplar, portanto, tanto o tratamento quanto o reaproveitamento destes resíduos.

Para isso a linha de pesquisa escolhida é a de eliminar ou recuperar os metais pesados contidos na lama, de modo a poder reaproveitá-la como insumo da construção civil na fabricação de gesso, tijolos, telhas e, eventualmente, em argamassa e cimento.



Ácido sulfúrico

2. Medidas simples podem reduzir as emissões dos dióxidos de enxofre.

Sistemas de dessulfurização de gases úmidos ou sistemas de depuração são uma excelente maneira de reduzir as emissões de dióxido de enxofre causadas por caldeiras de combustão de carvão. O gás de combustão descarregado da caldeira é enviado para o absorvedor. No absorvedor, uma mistura de água e calcário é pulverizada sobre o gás de combustão. A suspensão de calcário absorve o dióxido de enxofre (SO₂) contido no gás de combustão para diminuir as emissões de enxofre. O calcário reage com o SO₂ para produzir sulfito de cálcio. O sulfito de cálcio, em seguida reage com o oxigênio e, em seguida, é finalmente removido como gesso.

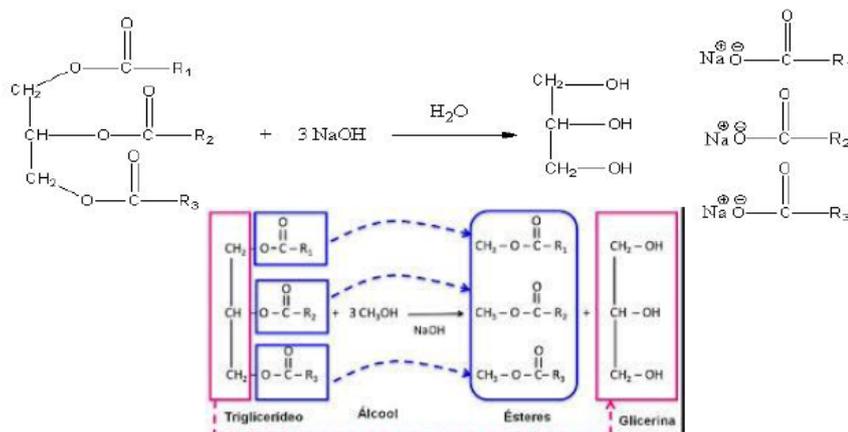
Este processo diminui a emissão de enxofre no meio ambiente e gera como resíduo uma suspensão de calcário e gesso que é muito abrasivo. Medidores magnéticos são normalmente utilizados para medir e controlar esse tipo de resíduo (fluido com suspensão de calcário) direcionado aos pulverizadores.

Os revestimentos do tipo PTFE nos medidores de vazão magnéticos para estas aplicações apresentam uma expectativa de vida curta por não suportarem a abrasividade da lama. A utilização de revestimentos sem tela metálica e eletrodos expostos ao fluido de processo expõe os medidores a falha. Uma vez que o revestimento se desgasta ou o selo em torno do eletrodo é corroído, o fluido do processo pode, então, atacar a parte interna (bobinas e cabos do eletrodo) e deteriorar o revestimento.

Fonte: <https://www.yokogawa.com.br/noticias/detalhe/saiba-como-reduzir-o-nivel-das-emissoes-de-enxofre-no-meio-ambiente.html>

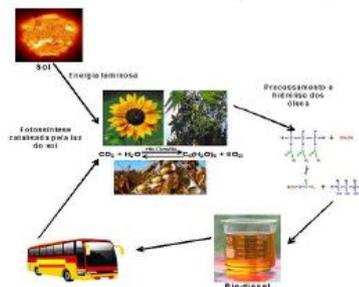
Glicerol

- O glicerol é um subproduto das reações de transesterificação e, em alguns casos, saponificação.
- Ambas as reações têm grande importância no mercado para a produção de, respectivamente, biodiesel e sabão.
- Seu maior problema é que ainda não foi encontrada uma utilização nacional e lucrativa para o produto, embora existam pesquisas a respeito.



Glicerol

- **Importância do biodiesel:**
- O biodiesel é um combustível que se diferencia por duas características fundamentais: trata-se de uma substância desenvolvida a partir de vegetais, sendo renovável e menos poluente. Entre as fontes que podem ser utilizadas para a fabricação do biodiesel, podemos destacar o milho, a soja, a mamona e até o dendê.
- O biodiesel é considerado o combustível do futuro, especialmente porque a tendência é que o petróleo se torne tão escasso a ponto de seu preço ficar impraticável. Além do mais, o mundo busca por soluções menos poluentes para conseguir manter a sustentabilidade do planeta.

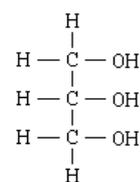
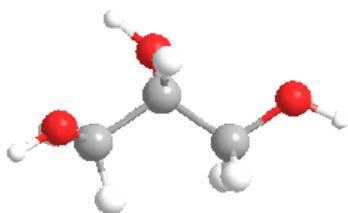


Glicerol

Segundo o palestrante, "a transesterificação na produção de biodiesel, processo que tem se intensificado no Brasil, produz glicerol em uma forma não refinada, ou bruta, a qual tem aplicação limitada. A proporção obtida é de 1:10, em massa, de glicerol bruto para biodiesel. Ocorre então, um acúmulo de glicerol bruto, o qual passa a figurar como resíduo industrial, cuja destinação tem sido estudada para melhorar a sustentabilidade da produção de biodiesel e minimizar impactos ambientais. O glicerol é um composto viscoso conhecido industrialmente como glicerina; o composto não é tóxico nem corrosivo e protagoniza uma quantidade muito grande de aplicações."

Fonte: <http://www5.iqsc.usp.br/2018/catalise-heterogenea-e-o-acumulo-industrial-de-glicerol-perspectivas/>

- O glicerol, em si, não é o problema, já que é atóxico. Porém, como a produção de biodiesel tende a aumentar as autoridades precisam investir em pesquisas que busquem encontrar alguma serventia para o mesmo.



Glicerina

Glicerol

- Possíveis usos para o glicerol: Fonte: <https://revistas.ufpr.br/cten/article/download/46501/pdf>

1. Fermentação anaeróbia

“Etanol, butanol, e outros compostos são coproduzidos durante a fermentação de glicerol (DABROCK, BAHL, GOTTSCHALK, 1992). Ito et al. (2005) demonstraram a possibilidade de produzir etanol e hidrogênio por *Enterobacter aerogenes* utilizando efluentes da indústria de biodiesel contendo até 41% (p/p) de glicerol.”

As doenças mais comuns incluem bacteremia, osteomielite, pneumonia e septicemia. No entanto, a *E. aerogenes* também provoca infecções do trato gastrointestinal, trato respiratório, trato urinário e na pele. A *E. aerogenes* é um patógeno oportunista.



Glicerol

2. Produção de aditivos para o biodiesel

O processo de eterificação da glicerina produz compostos com menor viscosidade e polaridade e conseqüentemente com maior volatilidade. Isto faz com que os éteres formados tenham inúmeras aplicações, principalmente como aditivos para gasolina e diesel misturado ao biodiesel (UMPIERRE e MACHADO, 2013)

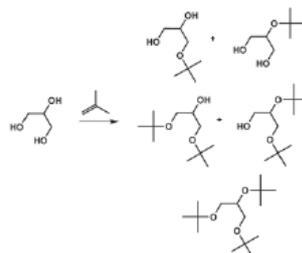


Figura 8. Esquema de reação da eterificação do glicerol com isobuteno

Combustíveis fósseis

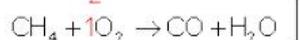
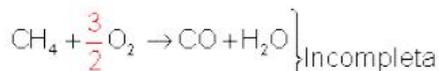
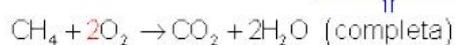
- **Combustíveis fósseis** são combustíveis formados por meio de processos naturais, como a decomposição de organismos mortos soterrados. Os combustíveis fósseis contêm alta quantidade de carbono, usados para alimentar a combustão. São usados como combustíveis, o carvão mineral, gás natural e o petróleo.



Combustíveis fósseis

- Os combustíveis fósseis são, atualmente, a maior fonte de energia, em especial o petróleo.
- Suas desvantagens decorrem da poluição atmosférica, já que as reações de combustão nas usinas termelétricas podem liberar gás carbônico (caso seja completa) e monóxido de carbono (caso seja incompleta).

sofrida pela
maior parte do
combustível

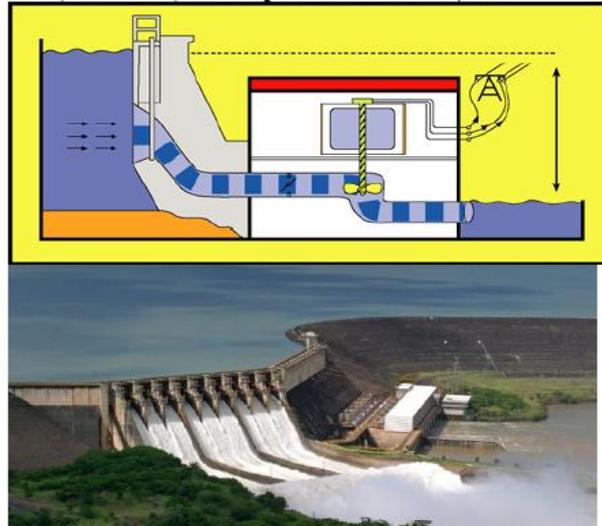


Combustíveis fósseis

Possíveis soluções para a poluição:

1. Uso de fontes renováveis para a produção de energia:

- Hidrelétricas
- Usinas nucleares
- Eólicas
- Energia solar
- Energia maremotriz



Combustíveis fósseis

2. Novo combustível a partir da água



Bom demais para ser verdade?

A novidade atraiu a atenção da imprensa britânica, principalmente depois de ter sido respaldada pela sociedade de engenheiros Institution of Mechanical Engineers, de Londres.

"Cientistas transformaram ar em combustível", anunciou o jornal Independent em sua manchete de hoje. Citando especialistas britânicos, o Daily Telegraph classificou a descoberta como "revolucionária". Para o tabloide Daily Mail, ela "promete resolver a crise energética global."

A tecnologia envolvida nesse processo não é inteiramente nova. Ela já vinha sendo pesquisada por laboratórios de diversos países, entre eles o Centro de Tecnologia Industrial Tokushima, no Japão, e o Centro de Estudos de Materiais Freiburg, na Alemanha.

Basicamente, consiste em extrair dióxido de carbono do ar e hidrogênio do vapor d'água (por eletrólise) e, em seguida, combinar as duas substâncias em uma câmara de alta temperatura.

O processo produz metanol, que é então processado para virar combustível.

Quimioterapia

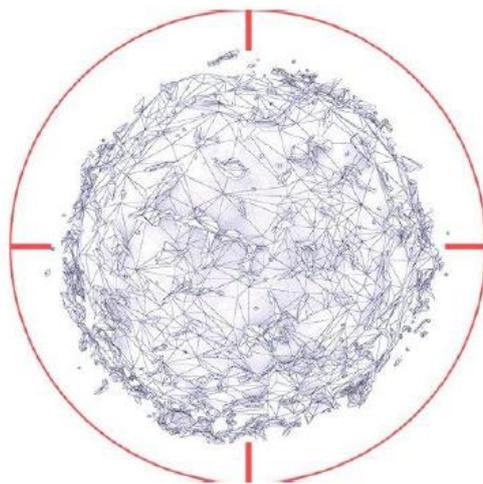
- O termo quimioterapia refere-se ao tratamento de doenças por substâncias químicas que afetam o funcionamento celular. Popularmente, o termo refere-se à quimioterapia antineoplásica, um dos tratamentos do câncer onde são utilizadas drogas antineoplásicas.

O tratamento, embora tenha reação adversas consideráveis, não é mais tão agressivo quanto antes. Por exemplo: nem todo mundo fica careca ou infértil

Quimioterapia

Mitos e verdades:

1. Queda de cabelo
2. Enjoo
3. Infertilidade
4. Animais
5. Estética
6. Isolamento



Quimioterapia

- Qual a finalidade da quimioterapia?
- À medida que a droga entra no corpo vai destruindo as células, impedindo o crescimento e sua multiplicação. Dependendo do estágio do câncer em que o paciente inicia o tratamento, a quimioterapia pode ter a finalidade de cura, de evitar a metástase, propagação para outros órgãos, ou apenas de tratar os sintomas.

- Os dez mandamentos para se prevenir do câncer:

1. Não fume

O cigarro libera no ambiente mais de 4.700 substâncias tóxicas e cancerígenas, inaladas por fumantes e não fumantes.

2. Mantenha uma alimentação saudável

Deve-se evitar o consumo excessivo de carne vermelha e bebidas alcoólicas, uma das melhores maneiras para prevenir a doença. Também é bom tomar cuidado com o consumo excessivo de sal e de açúcar. Sempre que possível, faça pequenas refeições ao longo do dia. Mantenha intervalos regulares entre as refeições. Mastigue bem, e lentamente, todos os alimentos.

3. Use e abuse de alimentos de origem vegetal

Tenha uma alimentação rica em hortaliças, frutas, cereais e grãos integrais, por exemplo.

4. Evite ou limite a ingestão de bebidas alcoólicas

Os homens não devem tomar mais do que duas doses por dia, enquanto as mulheres devem limitar esse consumo a uma dose. Uma taça de vinho pode fazer bem ao coração, mas a ingestão excessiva de bebidas alcoólicas prejudica a memória, enfraquece o sistema imunológico e aumenta a incidência de doenças hepáticas. Para as mulheres, o álcool está ligado a um risco maior de câncer de mama.

5. Mexa-se!

Mantenha-se fisicamente ativo por pelo menos 30 minutos todos os dias. Troque o elevador pelas escadas, leve o cachorro para passear, cuide do jardim, varra a casa, caminhe, dance. A atividade física, além de contribuir com a redução do estresse, ajuda no controle e/ou manutenção do seu peso, reduzindo o risco de desenvolver câncer e outras doenças crônicas, como a pressão alta. E também ajuda a melhorar a autoestima e combate o envelhecimento precoce!

6. Previna-se

Os homens entre 50 e 70 anos precisam investigar o câncer de próstata nas consultas médicas, principalmente se houver histórico familiar da doença. As mulheres, por sua vez, devem realizar exame preventivo ginecológico. A mamografia é recomendada uma vez por ano para aquelas com mais de 35 anos, mesmo que não percebam nenhum sintoma.

7. Realize exame de sangue oculto nas fezes todo ano (ou pelo menos a cada dois anos)

A recomendação é para mulheres e homens com 50 anos ou mais.

8. Cuidados com o sol

Evite exposição prolongada ao sol entre 10h e 16h. Também é recomendável o uso de proteção adequada, como protetor solar e chapéu.

9. Realize diariamente a higiene bucal

Capriche na escovação dos dentes e da língua e não deixe de consultar o dentista regularmente.

10. Amamente

As mães devem alimentar as crianças no mínimo até os seis meses de idade.

Fonte: <http://www.cccancer.net/o-cancer/como-evitar-a-doenca/>

Quimioterapia

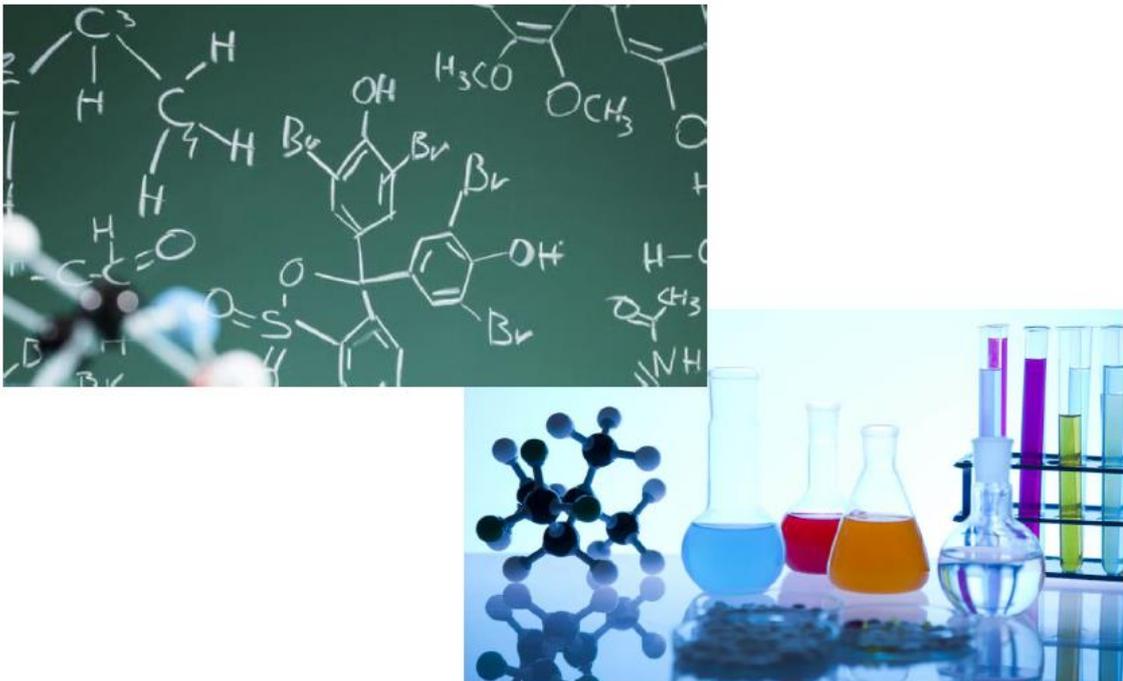
Novo tratamento contra o câncer poderá substituir a quimioterapia

Avanços das pesquisas sobre imunoterapia mostram que ela poderá ser usada no lugar de tratamentos mais agressivos

Todos os tratamentos com **imunoterapia** estão fundamentados em ajudar as próprias defesas do organismo a localizarem e erradicarem o câncer. A ação do medicamento Keytruda, consiste em neutralizar uma proteína da superfície das células cancerígenas, conhecida como PD1, que faz com que os linfócitos não lutem contra elas. Uma boa parcela da pesquisa oncológica passa pela ideia de neutralizá-las, para que o organismo consiga acabar com os tumores.

O grande desafio para os cientistas é entender por que essa técnica funciona apenas em algumas pessoas, visto que o tratamento surtiu efeito em apenas 24% dos pacientes. No caso do melanoma, a alternativa traz grandes esperanças, principalmente pela baixa eficácia da quimioterapia e da radioterapia nesse tipo de câncer.

Muito obrigado pela atenção!

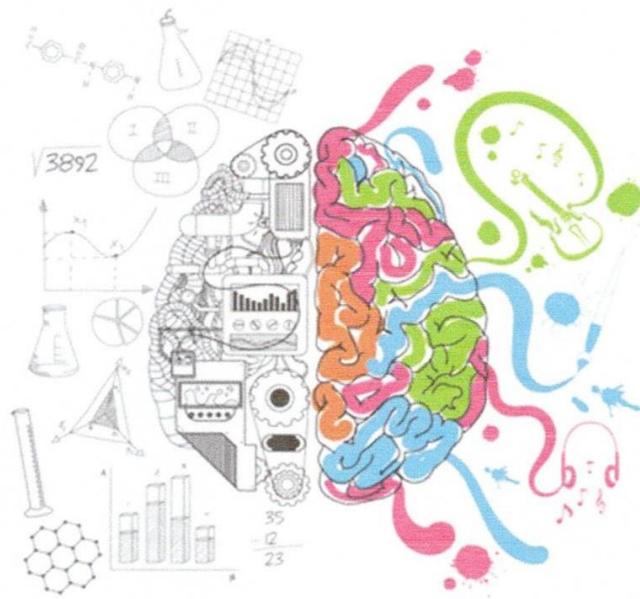


ANEXO D – Grupo III: Biologia (Cannabis)

FEIRA DE CIÊNCIAS

Professor: Wendel

Ficamos com a matéria Biologia para discutimos mas intercalamos assuntos biológicos, com a química e a física em geral...



Ordem de apresentações:

Assuntos discutidos: O que é a biologia, Poluição do Ar, Experimentos do pulmão e cigarro e Cannabis.

Introdução

/ APRESENTAÇÃO-

A biologia é uma parte da ciência muito importante que está sempre em mudança e nem todos os seus fenômenos são ainda desvendados, mas o que já são possuem um grande passo para as futuras gerações pesquisarem e analisarem cada vez mais e aprofundando no assunto para ajudar toda a humanidade.

Uma área importante que mantém a vida é a **respiração** que no caso dos seres humanos isso fica por parte do **sistema respiratório** em que, devemos cuidar dele, através das referências que o meio coloca como: ter acesso e utilizar os fitoterápicos assim avaliando o senso comum deles e cuidar do ambiente plantando plantas..



Poluição do Ar / APRESENTAÇÃO - 2020

Ultimamente no mundo, as principais causas e atividades humanas que mais poluem são:

- Processos industriais;
- Produção de energia;
- Automóveis;
- Queimadas;

Os prejuízos e males que podem ocorrer, por exemplo:

- Prejudicar a saúde humana e a flora;
- Causar a corrosão;
- Alterar a qualidade do solo e das águas (Chuva Ácida)/ Que é a precipitação com a presença do ácido sulfúrico, ácido nítrico e nitroso, resultantes de atuações químicas na atmosfera, Ph abaixo de 4,5/
- Prejudicar a visibilidade;
- Problemas respiratórios e doenças, como: Bronquite, rinite, asma, problemas alérgicos.

Atualmente, a poluição no Brasil, é tão grande que nas metrópoles só em respirar o ar é equivalente a fumar **dois cigarros por dia**, segundo dados da BBC news, a poluição do ar causa 5,5 milhões de mortes por ano no mundo .

As propostas postas a esse problema são:

- Exigir dos políticos mais áreas verdes;
- Priorizar o transporte público;
- Caminhar ou pedalar, ao invés de usar transportes.

⇒ 🚧 **Problema ético: O governo tem o olhar voltado mais para a economia na ocasião das indústrias do que a saúde da população. A natureza não faz nada em vão. –Aristóteles**

Por que o cigarro faz mal à saúde?

SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

A fumaça do cigarro tem mais de **4,7 mil** substâncias tóxicas

Um das são:

Alcatrão – composto com mais de 40 compostos cancerígenos

Monóxido de carbono – Dificulta a oxigenação dos órgãos.

Tabagismo e Câncer

30% das mortes por câncer de boca.

90% das mortes por câncer de pulmão.

25% das mortes por doença do coração.

85% das mortes por bronquite e enfisema.

25% das mortes por derrame cerebral.

A expectativa de vida diminui

A chance de viver até os 73 anos é de **42%** para o fumante e de **78%** para o não fumante.

Cachimbo e Charuto

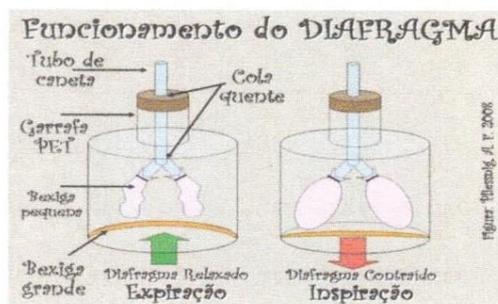
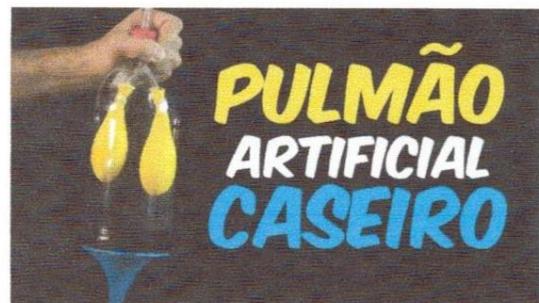
Apesar de não serem tragáveis, possuem uma concentração de **nicotina** maior, que é absorvida pela mucosa oral.

Fumante Ativo e Passivo

Fumando você põe em risco também a saúde das pessoas próximas pois o fumo passivo também aumenta os riscos de doença. Sete não fumantes morrem por dia em consequência do fumo passivo. O tabagismo passivo aumenta em 30% o risco para câncer de pulmão e 24% o risco para infarto.

Experimentos do pulmão e cigarro !!!

/ APRESENTAÇÃO:



- **Pulmão Artificial Caseiro:** Cano principal é Traquéia, quando dividida vira dois brônquios, as bexigas são os pulmões, a garrafa é a caixa torácica e a bexiga de baixo exerce a função de diafragma.
- **Como funciona?** Inicialmente, a pressão externa da garrafa é maior do que a interna. Ao puxar a bexiga de baixo a um aumento no volume, logo a pressão interna fica maior, fazendo a bexiga dilatar-se e quando solta a mesma, a pressão interna volta a ser menor, com isso a tendência é a secagem da bexiga.



- **Veneno no cigarro : 1. Passo-** Na garrafa pet, fazem-se dois pequenos furos, um na tampa da garrafa e outro na superfície de baixo;
- **2. Passo-** Tampo o furo de baixo com uma fita adesiva e encho a garrafa de água limpa;
- **3. Passo-** Coloca-se um cigarro no furinho da tampa da garrafa. Depois de colocar o cigarro lá, acende-o que decorrendo disso libera a passagem da água, fazendo com que a fumaça se expande para a o interior da garrafa;
- **4. Passo-** Retira-se o filtro do cigarro e prende-se um pano branco ou um papel toalha na tampa com a ajuda de um elástico . Por fim, sopra-se no furo de baixo fazendo com que a fumaça que está no interior passe para o pano branco;
- **RESULTADO:** O PANO FICARÁ SUJO POR TER SIDO LIBERADA ALGUMAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS EXISTENTE NO CIGARRO, QUE SÃO LANÇADAS NO SISTEMA RESPIRATÓRIO APÓS USO.

Cannabis / APRESENTAÇÃO-

- ✚ Por que falar de uma planta ilícita?
- ✚ Quais pontos principais devemos saber sobre essa droga, tão mal vista pelas pessoas?
- ✚ O que fumar maconha faz com o seu corpo?

Bem, essa droga ela contém uma função orgânica chamada tetra-hidrocanabinol, vulgo THC (psicoativo). Com mais de 400 substâncias químicas, a concentração de THC na planta depende de alguns fatores, como solo, clima, estação do ano, época da colheita, tempo decorrido entre a colheita e o uso, condições de plantio, genética da planta, processamento após a colheita, etc. **Por isso os efeitos podem variar bastante de uma planta para outra, envolvendo meios biológicos e químicos.**

Ao inalar a fumaça da maconha, o THC vai diretamente para os pulmões que são revestidos pelos alvéolos que são responsáveis pelas trocas gasosas. Por possuírem uma superfície grande, os alvéolos absorvem facilmente o THC e as outras substâncias. Minutos depois de inalado, o THC cai na corrente sanguínea, chegando até o cérebro fazendo com que cause sentimentos relaxantes, como sensação de leveza, sendo que outros sentidos também podem se alterar.

Usos medicinais: Muitos acreditam que os efeitos negativos da maconha superam os seus efeitos positivos, mas muitos efeitos nocivos da maconha permanecem inconclusivos. Por essa razão, algumas pessoas pedem para que ela seja legalizada a fim de ser utilizada como medicamento no tratamento de algumas doenças, como câncer e AIDS (combate as náuseas e estimula o apetite), glaucoma (alivia a pressão ocular), epilepsia (evita as convulsões) e esclerose múltipla (diminui espasmos musculares). Por terem conclusões bem sucedidas.

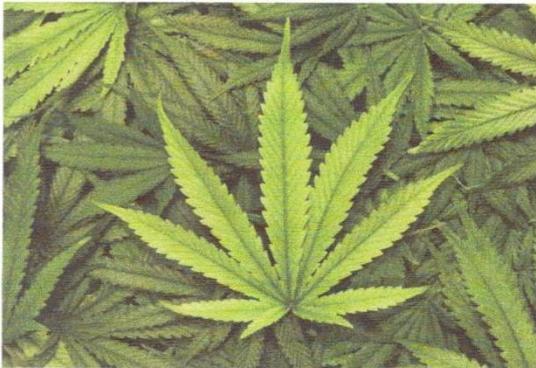
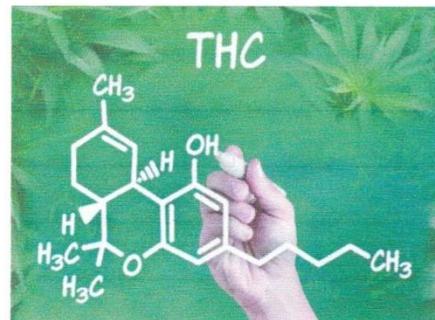
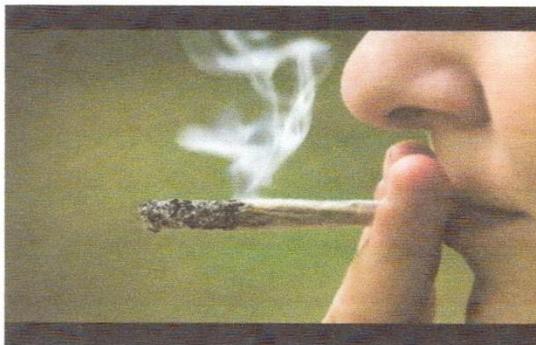
No corpo:

- ✚ **Reduz a pressão sanguínea**, há uma razão pela qual tantos pacientes com glaucoma geralmente tenham benefícios com a cannabis, a erva é um vasodilatador, o que significa que abre vasos sanguíneos, que permitem que o sangue flua através de suas veias um pouco mais facilmente, aliviando as dores ocasionadas pela doença;
- ✚ **Eleva a frequência cardíaca**, embora diminua a pressão arterial, também aumenta a frequência cardíaca. A frequência cardíaca pode ser elevada na primeira vez que o usuário consome ou toda vez. Até hoje, nenhuma morte por **cannabis** já foi relatada;
- ✚ **Aumenta a sensibilidade sensorial**, o efeito de vaso dilatação da maconha pode fazer com que as pupilas se dilatam também. Isso significa que as cores podem parecer um pouco mais brilhantes. A maconha aumenta a experiência sensorial. Pesquisadores relataram que pode melhorar o senso de cheiro e sabor. Isso não só torna mais fácil encontrar e desfrutar de comida, mas também é um lembrete adorável para viver e apreciar cada sensação;
- ✚ **Aumenta o apetite**, inicia o metabolismo e estimula o apetite. Ao mesmo tempo, a **cannabis** incentiva a liberação de dopamina, um neurotransmissor que permite focar e sentir prazer. Não faz com que seu estomago rosne, mas também faz com que os alimentos sejam mais prazerosos;
- ✚ **Reduz a temperatura do corpo**, pode sim haver a diminuição de temperatura corporal, e é através da ativação de receptores TRPV nas células. Estes receptores são conhecidos por ajudar o corpo a determinar a temperatura, sentir dor e reagir ao estímulo mecânico;
- ✚ **Melhora a libido, uma equipe na República Checa**, descobriu que 70% dos consumidores de **cannabis** experimentaram alguma forma de aumento do prazer durante o sexo;
- ✚ **Aumento do sono profundo**, quando se fuma a **cannabis**, há essa facilitação no sono profundo, sem a vontade de acordar, gastando maior tempo dormindo;

- **Propostas e Problema Filosófico: O governo analisar a causa das pessoas em si que passam por diversos tipos de doenças, seus índices de morte e de possível cura com o uso medicinal de diversas plantas consideradas ilícita;**

“Pegue-me, sou a droga; pegue-me, sou alucinógeno.” Salvador Dalí

A questão da ética, moral, sanção sociais (questão do certo e errado), educação individual e julgamentos, a falta de conhecimento levando ao julgamento.



ANEXO E – Grupo IV: Paradigmas midiáticos

Trabalho de filosofia

Componentes:

Paradigmas sociais e os seus prejuízos para sociedade

Há três tipos de raios invisíveis que são emitidos pelo Sol e que incidem na atmosfera da Terra: UVA, UVB e UVC.

Os raios UVC são os mais perigosos, mas são filtrados na camada de ozônio antes de entrarem em contato com a superfície terrestre.

Os raios UVA estão presentes em maior parte no espectro de radiação e na chegada à superfície terrestre. São mais longos e penetram profundamente na pele, causando manchas, envelhecimento cutâneo pela alteração das fibras de colágeno e elastina, rugas, flacidez e câncer de pele pelo efeito acumulativo dos raios.

Os raios UVB são mais intensos que os UVA, mas são pouco longos e são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio. Durante o verão, em altas altitudes e em regiões próximas à linha do Equador, como o caso do Brasil, possuem maior intensidade, causando vermelhidão e queimaduras.

A questão do “buraco” na Camada de Ozônio

A camada de ozônio não consiste em um buraco porque é um gás e não há como formar um buraco. Este gás envolve a Terra e a protege de vários tipos de radiação, sendo a principal delas, a radiação ultravioleta, que é a principal causadora de câncer de pele. O afinamento da camada que possibilita a passagem de uma maior concentração de radiação.

Câmeras de bronzeamento artificial

Muitas pessoas são influenciadas pela mídia principalmente no verão para realizarem tal procedimento mas não sabem os malefícios que lhes são causados. Questão filosófica: Vale a pena comprometer sua saúde apenas pra seguir padrões? Essas câmaras não trazem nenhum benefício para a saúde e podem causar câncer de pele, bem como o envelhecimento precoce. O equipamento funciona como um sol artificial, que emite raios UVA, estimulando a produção de melanina, que produz pigmentação e confere o aspecto bronzeado à pele.